



QUESTIONAMENTO METACOGNITIVO ASSOCIADO À ABORDAGEM DIDÁTICA POR INDAGAÇÃO: ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL

Metacognitive questioning associated with the inquiry-based didactic approach: analysis of a Science activity in elementary school

Cleci T. Werner da Rosa [cwerner@upf.br]

Programa de Pós-Graduação em Educação

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo, RS, Brasil

Jesus Ángel Meneses Villagrà [meneses@ubu.es]

Departamento de Didáctica Específicas

Programa de Doctorado de Educación

Universidade de Burgos

Burgos, Espanha

Resumo

O presente texto refere-se a uma investigação realizada com estudantes do quinto ano do ensino fundamental em que foram associados questionamentos metacognitivos à abordagem de ensino por indagação. O estudo buscou responder à seguinte pergunta: como o uso de questionamentos metacognitivos pode contribuir para qualificar a participação ativa dos estudantes em uma atividade de Ciências orientada pelo ensino por indagação? A partir dela buscamos desenvolver e aplicar uma proposta de ensino, tendo como objetivo analisar as contribuições da inserção de momentos explícitos de ativação do pensamento metacognitivo para qualificar as discussões dos estudantes decorrentes de um ensino por indagação. O referencial teórico esteve voltado às especificidades da metacognição e da metodologia por investigação, com ênfase nos questionamentos metacognitivos e nas etapas de um ensino por indagação. Como instrumentos para produção dos dados utilizamos videogravações de episódios de ensino e analisamos a interlocução dos estudantes entre si e deles com a professora/pesquisadora. Acrescentamos a isso, os registros em um diário de campo. Como resultados obtivemos que as discussões estabelecidas foram favorecidas pela tomada de consciência dos estudantes sobre seus próprios conhecimentos e do controle executivo da ação em desenvolvimento. Soma-se a isso que a metodologia por indagação proporcionou liberdade para a exposição de ideias, estruturação e testagem de hipótese, resgate de conhecimentos prévios, entre outros aspectos que estão associados à ativação do pensamento metacognitivo. Portanto, o estudo aponta para a importância de associar a metacognição ao ensino por indagação como forma de potencializar essa abordagem metodológica.

Palavras-Chave: reflexão metacognitiva; atividade experimental; ensino de Ciências.

Abstract

The present text refers to an investigation performed with fifth-year students of elementary school, which associated metacognitive questionings with the inquiry-based teaching approach. The study attempted to answer the following question: How can metacognitive questionings contribute to qualify the active participation of students in a Science activity guided by inquiry-based teaching? From this question, a teaching proposal was developed and applied, aiming to analyze the contributions of inserting explicit moments of activation of the metacognitive thinking to qualify the discussions of students arising from inquiry-based teaching. The theoretical references focused on specificities of metacognition and investigation methodology, highlighting metacognitive questionings and the steps of an inquiry-based teaching. The tools used for data production were video recordings of teaching episodes and the analysis of interlocution of students with each

other and with the teacher/researcher. Reports in a field journal were added. In the results obtained, the discussions established were favored by the awareness of students on their own knowledge and the executive control of the developing action. Additionally, the inquiry-based methodology provided freedom for exposing ideas, structuring and testing hypotheses, recalling previous knowledge, among other aspects associated with the activation of metacognitive thinking. Therefore, the study indicates the importance of associating metacognition to inquiry-based teaching so to enhance this methodological approach.

Keywords: metacognitive reflection, experimental activity, Science teaching.

INTRODUÇÃO

Os professores e pesquisadores cientes das necessidades para qualificar o processo de aprendizagem têm procurado desenvolver, implementar e avaliar ambientes educativos que permitam o desenvolvimento da autonomia intelectual, pensamento crítico e capacidade dos alunos regular e controlem sua própria aprendizagem (Mota & Rosa, 2018). Dentro desse contexto, a metodologia por indagação representa uma possibilidade que além de favorecer os aspectos mencionados enfatiza a utilização de situações-problema como elemento essencial do processo de aprendizagem. Essa metodologia que envolve a realização de atividades investigativas, aponta para a oportunidade de desenvolver nos alunos habilidades cognitivas associadas à elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação (Zompero & Laburu, 2011). Esses são aspectos que aproximam os jovens do fazer ciência e do pensamento científico, além de exigir uma postura de sujeitos ativos e comprometidos com o objeto do conhecimento, o que difere de um ensino tradicional.

Somado a essa perspectiva de ensino investigativo como favorecedor dos processos cognitivos, está a metacognição como aspecto relevante no contexto da identificação de como se aprende. Em outras palavras, o ensino investigativo ou aqui denominado de “abordagem por indagação”, encontra-se associado a um conjunto de aspectos que tem respaldo na qualificação da aprendizagem, entretanto, a metacognição pode favorecer ampliar essa oportunidade, incluindo a identificação de como se aprende. A importância da metacognição como aspecto norteador do ensino tem sido apontado por pesquisadores da área da psicologia e da educação, ao inferirem que ela representa um dos principais aspectos que qualificam a aprendizagem (Hattie, 2009; 2012)

No campo da educação em Ciências, Cleophas e Francisco (2018, p. 24) ao realizarem uma revisão sistemática em estudos envolvendo a metacognição apontam que

a metacognição é relevante não apenas para entender os processos e os produtos cognitivos dos estudantes e professores(as), mas também para que os próprios sujeitos das ações pedagógicas se avaliem e se autorregulem durante o desenvolvimento das atividades em sala de aula.

A partir dessa constatação de que o pensamento metacognitivo é favorecer de habilidades que complementam uma abordagem didática por indagação, surge a pergunta central que guia este estudo: como o uso de questionamentos metacognitivos podem contribuir para qualificar a participação ativa dos estudantes em uma atividade de Ciências orientada pelo ensino por indagação? Tal problemática levou a associar a uma abordagem metodológica vinculada ao ensino por indagação, questionamentos de natureza metacognitiva, com intuito de verificar a sua viabilidade didática. A opção por utilizar a expressão “ensino por indagação” ocorre do proposto pelo seu autor tomado como referência, embora possamos identificar, particularmente no Brasil, uma aproximação com o ensino por investigação. Todavia, neste estudo manteremos a nomenclatura proposta por Meneses (2018), uma vez que consideramos que essa proposição segue uma sequência de atividades próxima ao processo de indagação científica, com explicitado pelo próprio autor. Tal associação foi estruturada na forma de uma proposta didática para abordar o conteúdo de “Combustão”, com uma turma de quinto ano do ensino fundamental (9-11 anos).

Para tanto, descrevemos neste texto o estudo realizado, apresentando inicialmente as discussões teóricas que subsidiaram a elaboração da proposta didática e, a seguir, relatamos os aspectos metodológicos da investigação realizada. Na continuidade, analisamos os diálogos estabelecidos durante a atividade, verificando as contribuições dos questionamentos metacognitivos para a qualificação e favorecimento da participação ativa dos estudantes. Ao final, apresentamos as considerações finais e as perspectivas de continuidade do estudo.

MARCO TEÓRICO

Como marco teórico temos o conceito de metacognição e os princípios da metodologia por indagação. No campo da metacognição o entendimento adotado no estudo refere-se ao proposto por seu precursor, o psicólogo o americano John Hurlley Flavell na década de 1970, incluindo detalhamentos dados por colaboradores e pesquisadores que ampliaram o conceito, como é o caso do psicólogo Henry Wellman e da psicóloga Ann Brown. Embora o significado de metacognição e os aspectos constituintes de seu entendimento não são consensuais entre os pesquisadores, no campo da Educação em Ciências há uma tendência em utilizar o conceito estabelecido por Flavell e colaboradores, especialmente porque seus últimos trabalhos (Flavell, Miller, & Miller, 1999) passaram a incluir muitas das contribuições dos estudos desenvolvidas nos anos de 1980 e 1990 (Zohar & Barzilai, 2013). No entender das autoras: “este quadro é bastante conciso e claro e aborda muitas (se não todos) componentes metacognitivas que aparecem em outros trabalhos” (p. 122, tradução nossa).

Historicamente o termo metacognição surge na literatura com Flavell em 1971, sendo designado como uma conscientização de si, como “um ator em seu ambiente, isto é, um sentido acrescido de ego como um armazenista deliberado e recuperador de informação” (p. 275, tradução nossa). Esta compreensão inicial leva ao entendimento de que a metacognição está associada à tomada de consciência dos sujeitos sobre seus próprios pensamento, um “pensar sobre o pensar”. Entretanto, esse entendimento como mostrou o estudo de Rosa (2011), foi gradativamente sofrendo ajustes e detalhamentos que atualmente apontam para uma definição nebulosa e difusa na literatura.

Em uma aproximação com o campo da Educação em Ciências, particularmente para as atividades experimentais, Rosa (2011) identificou a viabilidade de associá-las as duas componentes metacognitivas mencionadas por Flavell, bem como o detalhamento em elementos seguido o proposto por ele em estudo com Henry Wellman, acrescido do estudo proposto por Ann Brown. Nesse arranjo estudado pela autora, a metacognição passou a ser entendida como o *conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos*, somada ao controle e à orquestração desses mecanismos (Rosa, 2011). Nesse contexto, a metacognição envolve duas componentes: o conhecimento do conhecimento e o controle executivo e autorregulador, como assinalado por Flavell (1976). A cada componente são incluídos três elementos que auxiliam na identificação dos aspectos que favorecem a evocação e utilização do pensamento metacognitivo com maior êxito. Todavia, sobre esses elementos que serão detalhados na continuidade e que constituem o aspecto central dos questionamentos metacognitivos utilizados no presente estudo, temos o entendimento de que são experiências metacognitivas. Para Flavell (1971) o conhecimento do conhecimento ou conhecimento metacognitivo pode levar a uma ampla variedade de experiências metacognitivas que estão associadas a emoções e sentimentos que determinam o quão significativo são os conhecimentos em termos de auxiliar a aprendizagem. Em outras palavras, o conhecimento está relacionado ao cognitivo, todavia, é influenciado por aspectos de natureza afetiva, portanto, resgatar conhecimentos prévios, avaliar os conhecimentos necessários para executar uma ação, pressupõe ativar aspectos que vão além do cognitivo, mas que também são afetados por ele, como evidenciado por Maximo-Pereira e Abid (2016).

Entretanto, na especificação das componentes, as experiências ficam subjacentes ao conjunto de variáveis que interferem na evocação de conhecimentos relacionados ao próprio conhecimentos. Esses, por sua vez, representam aqueles conhecimentos que os indivíduos possuem sobre seus recursos cognitivos e a relação entre eles. A segunda componente, definida por Flavell (1976) como controle executivo e autorregulador está associada à capacidade que os indivíduos apresentam de planejar estratégias de ação a fim de atingir um determinado objetivo, bem como dos ajustes necessários para que isso se concretize.

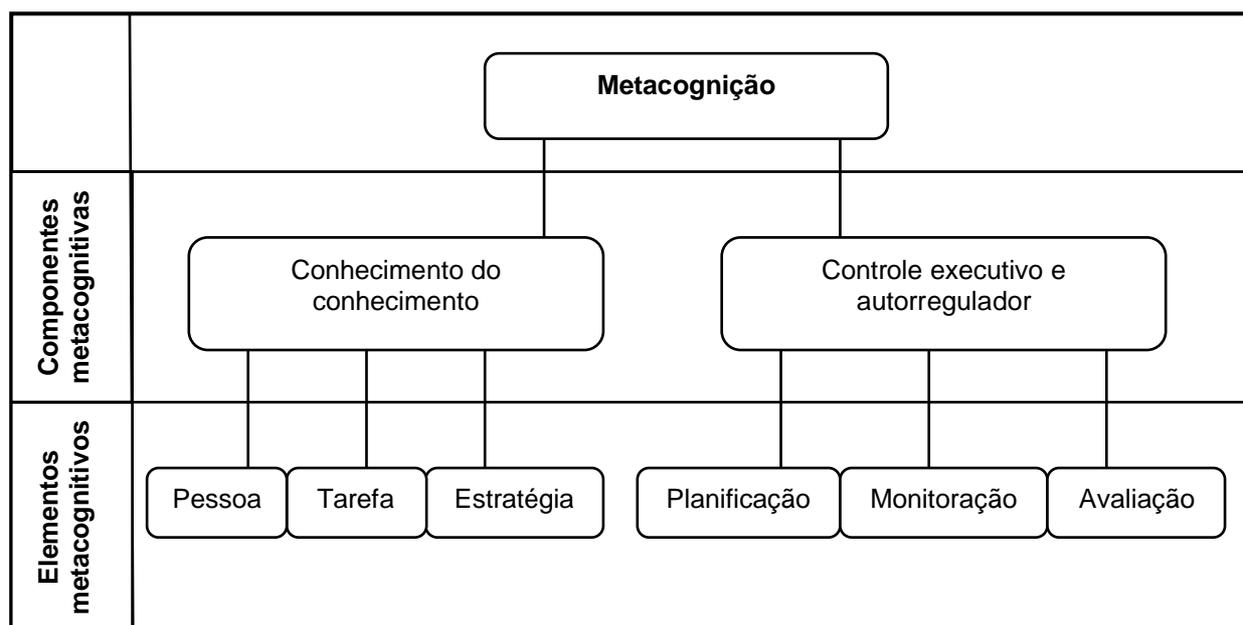
Na primeira componente, o conhecimento do conhecimento, conforme detalhado por Flavell e Wellman (1977) encontram-se as variáveis que estão diretamente vinculadas à identificação do conhecimento que o sujeito tem de seu próprio conhecimento, assim definidas: pessoa, tarefa e estratégia. A variável “Pessoa” relaciona-se às convicções, crenças e mitos que o indivíduo possui acerca de sua própria cognição, inclusive estabelecendo comparações de si mesmo com os outros. A variável “Tarefa” está associada às características da atividade em andamento, tanto em termos do que ela é como do que envolve, como por exemplo a forma como o sujeito se identifica frente a determinada atividade como a leitura ou o manuseio de equipamentos de medição. A variável “Estratégia”, por sua vez, vincula-se ao como e quando fazer, estando relacionada ao momento que em que o sujeito se questiona sobre o que precisa ser feito e quais os caminhos a serem seguidos para atingir o objetivo. Mesmo que essas variáveis tenham sido estudadas inicialmente para questões vinculadas ao armazenamento e à recuperação da memória é relevante para a aprendizagem, porque podem ativar o conhecimento pré-existente na estrutura cognitiva dos sujeitos. O reconhecimento das experiências anteriores e a identificação dos conhecimentos existentes na estrutura cognitiva dos sujeitos

representam mecanismos internos que podem estar associados ao pensamento metacognitivo. Essa ativação interna, seja das experiências, seja do conhecimento, é impulsionada pelos objetivos e pelas ações de âmbito cognitivo, constituindo a segunda componente metacognitiva mencionada por Flavell.

Essa segunda componente, definida como o controle executivo e autorregulador, foi detalhada por Brown (1978; 1987) e é entendida pelas operações de planificação, monitoração e avaliação. 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. O planejamento inicial representa as decisões do sujeito em relação ao que vai ser executado, consistindo em ações independentes e decorrentes de decisões influenciadas pelo conhecimento do sujeito. O “Monitoramento” 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. A “Avaliação”, por sua vez, está identificada 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.

O mencionado referente a metacognição, suas componentes e elementos é expresso por Rosa (2011) e reproduzido no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Componentes e elementos metacognitivos



Fonte: Rosa (2011, p. 58)

O conceito de metacognição, suas componentes e subcomponentes (elementos) podem ser associados às ferramentas didáticas utilizadas no ensino de Ciências, com a resolução de problemas, leitura e interpretação de textos, atividades experimentais, entre outras. Essa associação pode ocorrer de distintas formas, envolvendo o uso de mapas conceituais, V Epistemológico de Gowin ou mesmo os questionamentos metacognitivos, como evidenciado por Rosa (2011). Esses últimos são de particular interesse no presente estudo, e são representados por perguntas que permitem ao estudante a constante revisão de seu pensamento e o controle de suas ações. Esses questionamentos metacognitivos podem ser utilizados pelo professor orientando com perguntas a ação dos alunos ou mesmo serem utilizados na forma de um autoquestionário em que os alunos elaboram perguntas que os orientam em suas ações.

No caso das perguntas previamente organizado pelo professor, foco deste estudo, a literatura especializada apresenta diferentes possibilidades de organização, podendo ser incluído no material didático utilizado no momento em que os alunos estão desenvolvendo alguma atividade ou ser expresso oralmente pelo professor durante as atividades. Em ambos os casos o importante é que para cada uma das componentes e seus respectivos elementos, seja oportunizada essa reflexão incluindo perguntas de modo a provocar nos alunos momento de ativação do pensamento metacognitivo. Para isso, Rosa (2011) estruturou um conjunto de questionamentos metacognitivos que podem ser adaptados pelos professores às

especificidades do ensino de um conteúdo ou situação de aprendizagem, partindo dos seis elementos metacognitivos apresentados anteriormente.

O quadro a seguir ilustra possibilidades de questionamentos metacognitivos e que forma utilizadas no presente estudo:

Quadro 2 – Possibilidades de questionamentos metacognitivos

	Elementos metacognitivos	Perguntas metacognitivas
Conhecimento do conhecimento	Pessoa	Identifica este assunto com outro já estudado? Qual o sentimento em relação a este conhecimento? Compreendeu a atividade? Está interessado em realizar a atividade proposta? Apresenta conhecimento sobre o assunto? Apresenta limitações neste tema?
	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? 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 organizar as informações apresentadas na atividade? Consegue visualizar o procedimento em relação ao fim almejado?
	Monitoração	Compreende bem o que está fazendo? 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? 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?

Fonte: adaptado de Rosa (2011, p. 102)

Esses questionamentos metacognitivos expressos oralmente pelo professor e que foram utilizados no presente estudo, estão associados a abordagem de um ensino por indagação, como proposto por Menezes (2018). Essa metodologia de ensino orientada por uma aprendizagem por investigação, está focada na indagação e se revela importante na apropriação dos conteúdos, uma vez que instiga nos estudantes a busca por respostas a situações-problemas. O autor associa essa abordagem às atividades experimentais e mostra a sua relevância em termos de oportunizar aos estudantes a formulação de perguntas e seu posterior refinamento, formulação de hipótese e discussões sobre elas, bem com as conclusões estabelecidas a partir das atividades desenvolvidas.

Na operacionalização desta abordagem e em se tratando de atividades experimentais, Menezes (2018) propõe um conjunto de etapas que favorecem a busca por respostas as questões inicialmente formuladas pelos estudantes. Tais etapas são assim identificadas pelo autor: apresentação da situação-problema inicial; formulação de hipóteses a partir dos conhecimentos prévios; discussão das hipóteses; refinamento do problema inicial; formulação das novas hipóteses; testagem por meio da realização de atividades que permitam coletar, analisar e interpretar dados; estabelecimento de conclusões a partir do coletado; análise do conhecimento estabelecido frente ao científico; discussões relacionando o novo conhecimento discutido em aula com suas aplicações tecnológicas no mundo vivencial.

As etapas mencionadas e que constituem a metodologia de ensino, foram operacionalizadas no contexto escolar com uma turma de estudantes do quinto ano do ensino fundamental, o que passamos a discutir na continuidade. Antes, porém, apresentamos os aspectos metodológicos que ancoram o presente estudo.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa desenvolvida apoia-se em uma abordagem qualitativa e está associada a uma intervenção didática. Em termos da abordagem qualitativa destacamos como mencionado por Minayo (2001, p. 16) que essa metodologia representa “o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade”. Nessa concepção, a pesquisa é qualitativa porque não estamos interessados apenas no produto final, mas buscamos analisar e compreender o significado das falas dos estudantes.

Entretanto, avaliar o uso do pensamento metacognitivo representa algo complexo de ser realizado em função de representar um movimento cognitivo cuja externalização se dá por manifestações e comportamentos, o que nem sempre é realizado por todos de forma similar. A avaliação em processo metacognitivos tem sido apontada como uma das razões que dificulta as pesquisas nessa área como citado por White (1990), Alonso Crespo (1993), Thomas (2013), entre outros pesquisadores. Diante dessa dificuldade optamos por recorrer à videogravação dos diálogos estabelecidos entre os alunos e deles com a professora. Além disso, incluímos os registros da professora em seu diário de bordo. Evidentemente que tivemos limitações na escolha, pois nem todos os estudantes verbalizam seu pensamento, porém considerando a abordagem de ensino focada em discussões, acreditamos que grande parte dos alunos se manifestaram verbalmente no estudo.

Para tanto, procedemos de forma a realizar uma atividade didática envolvendo momentos de diálogos e indagações entre os participantes e frente ao tema selecionado por eles. Esse tema vinculado ao estudo das queimadas que ocorrem com frequência na região onde o estudo foi desenvolvido, teve sua origem em aulas anteriores no momento em que os alunos questionaram o fato de a cada ano ampliar o número de queimadas e de que isso estava causando um desmatamento na região, assim como poderia ser provocativo de doenças na população. A temática levou a que fosse estruturada um conjunto de ações que permitissem aos estudantes averiguar que fatores contribuem para a ocorrência das queimadas, a exemplo do estudo realizado por Langaro (2018).

A partir da percepção de que o tema é de interesse da turma e de haviam fatores a serem investigados como forma de responder ao questionamento dos alunos, optamos por estruturar as atividades dentro de uma abordagem investigativa, aqui denominada de “abordagem por indagação”, como especificado na introdução. A ela e frente a sua característica de realizar perguntas e provocar que os alunos estabeleçam e testem hipóteses, vinculamos os questionamentos metacognitivos como inferidos por Rosa e Meneses (2018). Tal associação teve por objetivo que os sujeitos participantes da pesquisa procedessem a diálogos e participassem ativamente do realizado, possibilitando por meio da captura dessas falas, analisar a viabilidade da proposta didática.

O estudo foi realizado com um universo de 16 alunos de uma turma do quinto ano do ensino fundamental de uma escola pública estadual do interior do Rio Grande do Sul. O grupo foi integralizado por 11 meninas e 5 meninos com faixa etária de 9 a 11 anos. A escola encontra-se localizada na região central da cidade e corresponde a uma população de classe média baixa, perfil característico da maioria dos estudantes que frequentam a escola pública no Brasil.

Para desenvolver a atividade didática, um dos autores do presente artigo assumiu a condição de professor da turma e desenvolveu tais atividades tendo a presença da professora titular em todas as atividades. Todavia, essa presença ocorreu de forma a observar as atividades, sem qualquer interferência durante o estudo.

Para discussão dos resultados optamos por analisar falas dos estudantes nas etapas do ensino por indagação aos quais foram associados os questionamentos metacognitivos seguindo o mencionado na seção anterior e inferido por Rosa e Meneses (2018). Tais questionamentos foram adaptados do Quadro 2 a situação em estudo. Somam-se a isso os registros da pesquisadora que é uma das autoras deste texto e que assumiu a condição de professora da turma.

Para descrição das atividades desenvolvidas nas etapas, seguimos a narrativa de relato com falas dos estudantes que foram transcritas a partir das gravações. Essas falas estão representadas no texto em itálico, indicadas pela primeira letra da palavra “Estudante”- “E” e seguida por um número que inicia em “1” e acaba em “16”. Em termos de gênero, ao longo do texto, optamos pelo gênero masculino para identificar qualquer um dos sujeitos. Ainda em relação a essas falas, destacamos que foram suprimidos os vícios de linguagem deixando a leitura mais fluida e menos cansativa. Os registros do diário de bordo são igualmente destacados em itálicos e seguem o proposto por Zabalza (2004) que conceitua esse tipo de diário como aquele que permite ao final de cada encontro, registrar de forma escrita as reflexões sobre o realizado, envolvendo características como estruturação da aula e participação/envolvimento dos estudantes.

As etapas descritas a seguir foram desenvolvidas em dois encontros perfazendo um total de seis períodos, desenvolvidas no turno de aula (tarde) durante o segundo semestre de 2018. As cinco primeiras etapas foram trabalhadas no primeiro encontro e as demais no segundo. O conteúdo constituía parte da programação da disciplina de Ciências no quinto ano e foi acordado entre a professora titular e os pesquisadores a forma como seriam realizadas as atividades.

Para análise dos dados, partimos do recorte de falas dos alunos que mostram o modo como ativam seu pensamento metacognitivo - foco principal do presente estudo, buscando a partir disso analisar se o proposto contribui para que a abordagem por indagação seja favorecedora dessa forma de pensamento. Para isso optamos por destacar as falas dos alunos que ilustram tais momentos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Etapa 1 - Formulação do problema inicial

Para iniciar a atividade foi apresentada aos estudantes a problemática inicial utilizando dois vídeos curtos (3-4 minutos) que ilustravam queimadas em diferentes regiões do mundo e com diferentes tipos de vegetação. O intuito foi levar os alunos à formulação de questões gerais e variadas em relação às queimadas.

Na sequência, solicitamos aos alunos que em duplas relatassem histórias vivenciadas e que envolvia a temática em estudo - queimadas. As questões apresentadas foram: quem já presenciou uma queimada como a apresentada nos vídeos? Identificam esse assunto com algo conhecido? Na continuidade e após os diálogos nas duplas, foi solicitado que narrassem suas histórias para a turma. O objetivo estava em buscar em suas memórias situações relacionadas ao tema, verbalizando-as, o que favorece a organização do pensamento. A opção por constituir duplas e depois expor ao coletivo da turma, busca oportunizar a fala de todos, mesmo aqueles que não costumam fazer isso diante de toda a turma. A esses, em particular, o diálogo instigado no trabalho em dupla, se revela oportuno.

Em termos metacognitivos, destacamos algumas colocações dos alunos no momento em que expuseram suas histórias para a turma:

E7: Quando eu era pequeno vi uma floresta inteira queimando, foi perto da casa da minha tia lá em [...] tinha até cobra fugindo de lá, meu tio que viu [...] Nossa, eu adora viajar pra lá, mas agora não amos mais.

E5: Lá no meu vô eles queimam a terra antes de plantar, o meu vô diz que é pra limpar a terra. É verdade professora?

E6: Vi em um filme que se a casa estiver pegando fogo devemos fechar tudo, porque ai não entra ar e o fogo apaga. Eu pensava que era o contrário, tinha que abrir pro fogo sair. Isso é coisa de filme ou é isso mesmo?

E12: Ah, isso é verdade, porque no fogão, precisamos deixar entrar ar, por isso eu abro a porta.

E2: Outro dia pegou fogo em uma casa, ali no bairro [...] e foi porque deixaram o botijão de gás aberto e alguém jogou um cigarro lá. Ahh não sei se acredito nessa história, porque meu pai disse que queriam queimar aquela casa.

As falas decorrentes das perguntas inicialmente apresentadas aos alunos oportunizaram ativar sentimentos e conhecimentos relativos ao objeto em estudo. Esse sentimento estritamente relacionado às experiências levou a indagações que resultaram na formulação da problemática inicial. Resgatar experiências vivenciadas possibilita avaliar conhecimento, como foi o caso da queima do lixo, do fechar a casa para reduzir o fogo ou mesmo da casa que pegou fogo em função do botijão de gás aberto. Essas experiências podem provocar sentimentos em relação ao objeto do conhecimento, representado a primeira componente na integralização da metacognição. Por experiências metacognitivas Efklides (2006) compreende os sentimentos de motivação, confiança, satisfação, estímulos entre outros que estão associados ao fato de recuperar informações/conhecimentos na memória e de controlar a ação. Dessa forma, as experiências seriam a mola propulsora da ativação dos processos metacognitivos. Continua a autora mostrando que a motivação é uma componente das experiências metacognitivas e, portanto, é determinante para desencadear as interações com as estruturas de pensamento e que apoiam a evocação dos conhecimentos e habilidades metacognitivas.

No caso dos problemas apresentados, essas experiências metacognitivas foram favorecidas uma vez que a professora buscou partir de situações relacionados ao mundo vivencial dos estudantes e que pudessem

ser compartilhadas entre todos. De acordo com Flavell (1971) o conhecimento cognitivo pode levar a uma ampla variedade de experiências metacognitivas, portanto, situar os problemas de forma que os alunos se sintam encorajados a buscar ou propor soluções, representando uma oportunidade de promover evocação de pensamento metacognitivo.

Na sequência das atividades apresentamos aos alunos um conjunto de perguntas representando o primeiro questionamento metacognitivo e esteve atrelado à variável “pessoa”, cujo objetivo foi que os alunos julgassem se estavam preparados para discutir o tema: Vocês acham interessante estudarmos esse assunto? Quem gosta de discutir o tema? Há interesse de vocês pelo estudo? Qual a relação do tema com as situações vivenciadas por vocês no cotidiano? Já estudaram algo sobre isso?

Dentre as falas dos estudantes identificamos manifestações como:

E1: Eu adoro fogo, mas não sei muita coisa, porque minha mãe não deixa eu mexer nele. Mas meu pai é bom nisso, porque nunca deixa apagar o fogo da churrasqueira.
E2: O fogo queima e é perigos [...] já vi explosão na churrasqueira lá de casa.
E6: Tive problema uma vez que fui usar álcool pra fazer fogo no fogão na casa da minha vó e ai deu um “bum”, um susto, mas ninguém se machucou.
E9: Sem repenso como o fósforo funciona [...] ninguém sabe me dizer
E10: É só esfregaram um no outro, mas eu não sou bom nisso ou não sei escolher a madeira certa, mas meu primo sabe [...] Ele assistiu na televisão e sabe fazer muita coisa legal com fogo, até aquela do spray de banheiro, ele jogou fogo e saiu um fogo gigante, parece a boca de um dragão.
E12: Eu gosto e queria saber mais sobre como posso fazer fogo sem vir aquela fumaça [...] porque as pessoas dizem que queimar o lixo prejudica a nossa saúde.

As falas são exemplos de que os estudantes quando instigados, buscam em sua estrutura cognitiva elementos associados às convicções e crenças de si e de si em comparação com o outro. Portanto, mesmo em se tratando de alunos em etapa inicial de escolarização, cuja reflexão metacognitiva é mais difícil (Flavell, Miller, & Miller, 1999), julgamos que ao proporcionar questionamentos como os apresentados anteriormente, podemos estimular a tomada de consciência dos alunos em relação a seus próprios conhecimentos.

Com a exposição de ideias dos alunos e agora imersos no contexto do estudo, iniciamos as discussões de modo a retomar as ideias iniciais mencionadas por eles na apresentação do vídeo e também as perguntas que surgiram naquele momento. O objetivo estava em trazê-los ao encontro do problema central, por meio dos elementos por eles identificados. Para isso, passamos a questioná-los sobre situações observadas nos vídeos: Por que ocorrem as queimadas? De que isso depende? De que forma podemos evitá-las? Por que as queimadas são prejudiciais ao ambiente?

O uso de expressões como “por quê” ou “de que” nos questionamentos possibilita, de acordo com Meneses (2018), a elaboração de explicações por parte dos alunos de modelos próprios e que poderão ser posteriormente confrontados com os discutidos na atividade. A indagação indicada pela expressão “como” ou “quais os fatores”, leva a buscar soluções a problemas, característico de uma abordagem por indagação, no qual há um problema de natureza interdisciplinar, com é o caso das queimadas, em que os alunos de posse de seus conhecimentos decorrentes das atividades realizadas, irão inferir soluções, inclusive associando-as a aplicações tecnológicas. Tais perguntas associadas a outras que os alunos realizaram, subsidiaram às hipóteses que ancora a etapa inicial do estudo.

Etapa 2: Discussão das hipóteses iniciais

Nessa etapa os alunos foram orientados a expor suas hipóteses sobre como entendem a questão das queimadas e o que pode ser feito para evitá-la. O objetivo de propor hipóteses, segundo Meneses (2018), está no refinamento do apresentado inicialmente, em que os estudantes se aventuram a dar respostas de forma mais geral e, a partir de novas discussões, vão lapidando o foco da investigação. Como exemplo dessas hipóteses mencionadas pelos alunos, mencionamos: “Dias mais quentes tem mais queimada, por isso é o calor que faz queimar” (E2); “se as arvores e a vegetação estiver molhada é mais difícil de queimar” (E5); “Quanto mais forte o sol, maior a possibilidade de ter queimadas” (E3); “Quando tem vento é mais fácil queimar” (E2); “Não é somente o sol que faz queimar, pode ser outra coisa, como a gasolina, por exemplo” (E10). Tais hipóteses trazidas pelos alunos levaram a propor situações experimentais simples, como verificar o que provoca o fogo, quais as condições para que isso ocorra e que materiais queimam com mais facilidade.

As discussões foram acompanhadas de reflexão associada ao conhecimento metacognitivo, envolvendo seus três elementos ou variáveis metacognitivas: pessoa, tarefa e estratégia. Os questionamentos metacognitivos foram realizados à medida que os estudantes discorreram sobre as hipóteses de como poderiam buscar resposta às perguntas apresentadas anteriormente. Dentre os questionamentos metacognitivos, estavam os seguintes: o que vocês sabem sobre o que provoca as queimadas? Achem que tem conhecimento suficiente para realizar o que estão propondo? Já realizaram algo desse tipo? Julgam ter facilidade ou dificuldade para realizar esse tipo de atividade? Ela está de acordo com os conhecimentos que vocês possuem? Identifica o que é preciso fazer para desenvolvê-la?

O intuito desses questionamentos foi provocar a tomada de consciência de que as hipóteses de solução ao problema levantado passam pela relação deles com o conhecimento sobre o assunto, tarefa e estratégia que estão propondo. As respostas aos questionamentos realizados envolveram aspectos como os exemplificados a seguir:

E2: Eu acho que sim, que sei como fazer, porque na verdade é só ir testando, pegar uma folha, um pedaço de madeira, o ferro da cadeira, a roupa.

E1: Lembra que já fizemos uma experiência com fogo, é só cuidar e não ter nada por perto.

E11: Tudo pega fogo, só que tem coisas que demoram mais, se eu colocar gasolina vai queimar rápido, se eu molhar a madeira, vai demorar. Nem precisa fazer professora, é claro que tudo vai queimar.

As falas foram intercaladas com momentos de discussão em que buscamos mostrar aos alunos que a atividade, apesar de apresentar relativo perigo poderia ser realizada com segurança e que seriam interessantes as discussões que ela provocaria. Após acordarem que fariam essa atividade no pátio da escola, todos demonstraram entusiasmos por sua execução, como registrado no diário de bordo da professora: “[...] temi que eles não quisessem fazer a atividade por medo de lidar com fogo ou mesmo que a direção não entendesse o estudo, mas procurei passar tranquilidade e confiança à turma”.

Etapa 3: Refinamento da pergunta inicial

Neste momento e com a decisão de que iriam realizar a testagem das hipóteses aventada por eles e explicitada anteriormente, apresentamos uma nova pergunta que pudesse refinar e delimitar as mencionadas anteriormente: que fatores podem ser atribuídos às queimadas? O foco estava em discutir conhecimentos na área de Ciências, mas também trazer para discussão fatores sociais, ambientais e culturais.

Os questionamentos metacognitivos foram retomados e seguiram os realizados nas etapas anteriores, uma vez que se trata de (re)formular a pergunta. As discussões provocadas por esses questionamentos seguiram a linha dos já apresentados e se revelaram potencializadores da ativação de conhecimentos metacognitivos, com registrado no diário de bordo: “Ao refazer os questionamentos percebi que as respostas são próximas e vinculadas ao resgate de situações vivenciadas e identificação pessoal em relação ao tema que será estudo”. Mais adiante e nos mesmo encontro, a pesquisadora registrou: “A cada pergunta que eu faço os alunos resgatam mais conhecimentos, alguns vinculados a crenças, outros a experiências que vivenciaram e tudo parece entrar em sintonia nas discussões e a motivar os alunos a participar, resultando que, por vezes, eu tenha que delimitar o tempo de fala”.

Etapa 4: Hipóteses

O problema em sua nova configuração conduziu a novas hipóteses que foram expostas pelos alunos à medida que ocorriam as manifestações. Nelas os alunos inferiram a possibilidade de identificar a influência de materiais como “tipo de vegetação”; “clima” (temperatura, chuva, vento); “substâncias inflamáveis”, entre outros. Tais aspectos podem ser sintetizados como a influência de materiais, energia e combustível.

Ao serem levantadas tais hipóteses, questionamos os alunos sobre a forma como poderiam ser testados esses materiais. Após algumas discussões, os alunos levantaram um conjunto de hipóteses, tais como: queimar diferentes materiais, verificar a temperatura, provocar vento, influência da umidade, presença do ar, entre outros.

Neste momento e mediante as situações levantadas, indagamos sobre o modo de realizar a atividade e o que precisaríamos para isso. Diversas propostas foram mencionadas e anotadas no quadro. Para

organizar a atividade propomos que cada hipótese fosse testada de forma independente e que os alunos discutissem em pequenos grupos (3 ou 4 integrantes). Após foram elencadas as seguintes atividades como possibilidade de verificação das hipóteses estabelecidas:

Hipótese 1 - A queima é diferente para materiais distintos: queimar objetos constituídos de diferentes materiais, tais como: metais, papel, vegetação e madeira.

Hipótese 2 – Os materiais aquecem de forma diferente quando submetidos à mesma fonte de calor: deixar alguns objetos expostos ao Sol, medindo a sua temperatura no início e no final.

Hipótese 3 – O vento exerce influência na queima dos corpos: provocar vento em um corpo em chamas e verificar se ele apaga o fogo ou espalha as chamas.

Hipótese 4 – A umidade exerce influência na queima dos corpos: queimar dois pedaços de madeira, um molhado e outro seco, para verificar como se comporta a queima.

Hipótese 5 – Há substâncias inflamáveis: verificar a diferença ao tentar queimar um pedaço de jornal embebido em álcool e outro em água.

Inicialmente essas foram as atividades propostas pelos alunos para verificar as hipóteses levantadas. Na sequência, apresentamos o questionamento metacognitivo relativo à segunda componente metacognitiva - controle executivo e autorregulador, mais especificamente associadas ao elemento planificação, responsável pelo planejamento das atividades a serem executadas: que informações vão buscar na atividade? O que precisam para desenvolvê-la? Dispõe do que vão precisar? Por onde vão iniciar? Quais os passos que vão seguir para realizar a atividade que planejaram? Como vão organizar as informações decorrentes da atividade?

As falas registram os diálogos dos alunos no grande grupo, enquanto fazíamos os questionamentos:

E1: [...] se vamos fazer tudo isso, teremos de ir lá fora e conseguir os materiais. Acho que fósforo só lá a cozinha.

E15: Vamos fazer em grupo ou a senhora [referindo-se a pesquisadora] é quem vai fazer?

E11: Precisa de álcool e aqui não temos.

E3: Podemos anotar no caderno o que está sendo feita em cada atividade?

E5: Prô a senhora trouxe as coisas que precisamos? E o termômetro, porque temos de medir lá no Sol [...] acho que lá na coordenação deve ter um de “medir a febre”.

E4: Precisamos de um pedaço de ferro ou podemos pegar uma lata de refrigerante?

Observamos que eles apresentam um planejamento e que o fato de forçar essa reflexão impõe uma ação de pensamento que leva à identificação daquilo que julgam que vão precisar para realizar a atividade. Esse pensamento condiz com o início de um processo de controle da ação, o que Brown (1987) identifica como planificação. Embora possa ser confundido com o elemento estratégia como anunciado por Flavell e Wellman (1977), Brown enfatiza que planificar uma ação envolve entender as especificidades dela e, portanto, faz parte dessa segunda componente. Rosa (2011), ao investigar os mesmos elementos em atividades experimentais de Física guiadas pela metacognição infere que embora “na teoria tais elementos [estratégia e planificação] sejam distinguíveis, na prática fica difícil delimitar um e outro” (p. 225). Continua a autora mencionando que, ao identificar uma estratégia para realizar uma atividade, de certa forma se está discutindo sobre como executar a atividade, o que é representado pela planificação.

Nas discussões exemplificadas, percebemos que a planificação foi responsável pela previsão de etapas, de modo que os estudantes puderam proceder a uma avaliação sobre o que precisam para executar a atividade, que neste caso correspondia a testar as hipóteses inferidas. Segundo Brown (1987), a planificação é estabelecida a partir do momento em que se conhece o problema ou a atividade a ser realizada; por isso, é importante a discussão do modo de fazer, do procedimento antes de iniciar a atividade de testar as hipóteses.

Outro aspecto que pode ter contribuído para a possibilidade de ativação do pensamento metacognitivo está nas explicitações que os alunos formularam para suas hipóteses e como estavam planejando testá-las. O explicar, o narrar, o descrever, favorecem o pensar na hipótese inferida e no modo como está planejando testá-la. Saber explicitar ideias e as formas de pensamento é fundamental para a construção do conhecimento e imprescindível em um movimento de pensar sobre o pensar, característicos

de um processo metacognitivo. Essa capacidade de explicação possibilita construir relações de respeito, confiança, apoio mútuo, além de valorizar a autonomia e a autossuficiência.

Etapa 5: Realização das atividades

Nessa etapa buscamos operacionalizar o discutido anteriormente, identificando os fatores que influenciam no fenômeno das queimadas, ou seja, discutimos o conceito científico de “combustão”. Após as colocações da etapa anterior, apresentamos aos alunos os materiais que tínhamos para a realização das atividades e eles incluíam os itens que os alunos haviam mencionado, inclusive o termômetro sobre o qual E5 manifestou preocupação. Nesse momento passamos a proceder a seleção das atividades e ao modo de averiguar a pertinência de cada uma frente às condições e ao nível de escolarização da turma. Após essa avaliação iniciamos as atividades, começando por identificar a variável composição do material.

Para isso selecionamos um conjunto de materiais envolvendo metal, papel, tecido, planta e madeira e, de forma demonstrativa, utilizando uma lamparina, buscamos verificar as diferenças na queima dos corpos. Na sequência passamos a verificar a temperatura dos objetos que haviam sido deixados ao Sol e cuja temperatura inicial havia sido registrada pelo grupo. Como o tempo de exposição tinha sido pequeno os alunos perceberam que apenas o jornal estava com uma temperatura mais elevada, especialmente na parte ‘preta’ que correspondia a uma gravura – elevação de, aproximadamente, um grau Celsius. O ocorrido foi debatido e os alunos decidiram deixar os materiais expostos por mais tempo, entretanto, em função de contratempos no pátio da escola, os materiais expostos foram danificados e descartados. Outro aspecto que os alunos perceberam nessa atividade foi que os termômetros utilizados não marcavam a mesma temperatura, havendo pequenas variações entre eles, inclusive no momento da medida da temperatura ambiente. Esse aspecto levou a discussões que envolveram, inclusive, a descrição de como funciona um termômetro clínico.

Para potencializar a incidência do Sol sobre os corpos, e verificar que há uma elevação de temperatura, propusemos utilizar uma lupa e, com isso, os alunos puderam ampliar suas discussões envolvendo as propriedades de uma lente convergente. Todavia, o foco estava em analisar a queima dos corpos frente a suas distintas composições. Na atividade realizada, foi possível fazer um pedaço de jornal pegar fogo, o que instigou enormemente a curiosidade e o espanto dos alunos.

Nesse momento também foi possível averiguar a influência do vento na propagação das queimadas, uma vez que os alunos perceberam que na presença dessa variável, o fogo se alastra rapidamente, especialmente quando ao material presente é de queima fácil, como é o caso do jornal que eles estavam utilizando. A atividade realizada consistiu em organizar várias folhas de jornal amassadas e ligar um ventilador próximo. No momento em que o jornal que estava pegando fogo, sofreu a ação do vento, rapidamente os demais iniciaram a queima.

No prosseguimento realizamos uma atividade para verificar a influência da umidade na queima: a quantidade de água na substância influencia a queima? Para verificar a influência dessa variável, os alunos utilizaram vários pedaços da mesma madeira que inicialmente estava seca e aos poucos com uma seringa foram introduzindo água gradativamente nos demais pedaços. À medida que foram introduzindo água no pedaço de madeira eles perceberam que a queima ocorria com mais dificuldade e com isso inferiram a dependência direta da quantidade de água para a queima dos materiais.

Na sequência e como forma de verificar a influência do ar na queima dos corpos, os alunos propuseram utilizar uma vela acesa e colocar um copo sobre ela – uma clássica atividade experimental que alguns já conheciam. Essa atividade possibilitou ampliar as discussões referente às variáveis que influenciam as queimadas. Nela ao perceber que quando a vela foi tapada com o copo, o fogo apagou, isso levou a iniciar-se um debate sobre as razões pelas quais isso ocorre. Foi nesse momento que iniciamos as discussões sobre a necessidade de oxigênio para realizar a combustão.

Durante a realização das atividades mencionadas, novos questionamentos metacognitivos foram sendo realizados aos alunos, especificamente com relação ao elemento monitoração. O intuito estava em verificar se os estudantes estavam refletindo sobre o que estavam realizando e se atingiriam o objetivo pretendido. As atividades foram intercaladas por questionamentos como: compreendem o que estão fazendo? Por que estão realizando dessa forma? Qual o objetivo desta atividade? Acha que as escolhas feitas são as melhores? Há necessidade de retomar algo? O planejado está funcionando? Continuando desta forma, vão atingir os objetivos dessa atividade?

Os registros a seguir são exemplos das falas obtidas durante as atividades.

E4: [...] porque é o que havíamos combinado na sala.

E1: [...] não sei se temos outro modo de fazer.

E5: Acho que o que queremos aqui é mostrar o que pode provocar o fogo, o que queima.

E11: Eu entendi tudo, professora!

E1: Queremos estudar o fogo, as queimadas, o que pega fogo.

E16: Professora, não entendi essa do ventilador.

E3: Não sei se vai dar certo ir molhando esses pedaços de madeira, acho que deveríamos ir mergulhando ela aos poucos na água.

E1: Achei que o da lupa não funcionaria, mas tudo está dando certo, só vai demorar um pouquinho pra pegar fogo.

As colocações dos estudantes mostram a importância da indagação realizada e como as respostas indicam que eles estavam envolvidos com a atividade e o que era pretendido realizar. O objetivo estava em mantê-los atentos em suas atividades avaliando suas decisões frente ao fim desejado.

Entretanto, é preciso considerar que a monitoração representa uma atividade que para muitos alunos é realizada de forma automática, mas para outros não, inclusive adotar esse modo de pensar pode representar algo difícil, especialmente quando há necessidade de uma parada na ação que está sendo executada. Reportando-se novamente ao estudo de Rosa (2011) que recorreu a este mesmo enfoque envolvendo questionamentos metacognitivos, percebemos que os alunos, muitas vezes, não estão preparados para proceder a paradas e refletir sobre suas ações, contudo, representam um diferencial na aprendizagem. Segundo a autora, na atividade realizada em seu estudo os alunos apresentaram dificuldades para monitorar sua ação e isso pode “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 alunos apresentam dificuldades de monitorar suas ações” (p. 238), continua ressaltando que “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” (p. 238).

Essa inferência leva a apontar a necessidade de o professor ter cuidado na escolha do momento de inserir tais questionamentos, pois os alunos tendem a planejar a ação e partir para sua execução, pouco preocupados ou interessados em monitorá-la. Isso foi perceptível na atividade realizada e nos momentos de parada, pois para muitos o mais importante era a atividade que estava sendo desenvolvida, e não a reflexão. Alguns se sentiram incomodados e perguntaram se em cada atividade faríamos essa parada para refletir. Entretanto, julgamos importante realizar tais questionamentos, forçando os alunos a interromper sua ação para pensar no que estão realizando. Essa percepção está registrada no diário de bordo da pesquisadora:

“No decorrer da atividade tive dificuldades para que eles monitorassem sua ação, na verdade eles o fizeram, porém como considero isso muito relevante para a aprendizagem percebi que os alunos, só o fizeram porque eu intercalava os questionamentos e só prosseguia se eles respondessem [...]. As falas foram diretas e curtas, diferentes dos momentos de paradas anteriores, mas acho que isso faz parte da ansiedade de realizar a atividade”.

Sobre isso, Flavell, Miller e Miller (1999), lembram a importância de monitorar as ações, mas ressaltam 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 (1979, p. 910, tradução nossa) chama a atenção para isso: “Pensem no transtorno obsessivo, irresponsável, paralisado pela avaliação crítica incessante de seus julgamentos e decisões”. Outro aspecto que o autor 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 do proposto neste estudo, podemos dizer que monitorar consiste na chave para o êxito em uma atividade, uma vez que é pelo acompanhamento das ações que os estudantes conseguem prever possíveis distorções ou equívocos em suas hipóteses e planejamento de ações. Esse é, enfim, o momento em que o estudante demonstra estar compreendendo o que faz e que tem conhecimento sobre a atividade em estudo ou, alternativamente, a falta deles e a necessidade de buscar novos conhecimentos ou de rever ações.

Com a conclusão das atividades no pátio da escola, solicitamos aos alunos que procedessem aos registros em seus cadernos, tomando o cuidado de associar os relatos a cada uma das hipóteses que haviam estruturado. Essa tarefa ficou como atividade extraclasse e o primeiro encontro foi encerrado.

Etapa 6: Estabelecer conclusões

Esta etapa foi realizada no segundo encontro, com intervalo de sete dias e os alunos se mostraram empolgados e motivados para dar continuidade e discutir os conhecimentos associados às atividades realizadas. No diário de bordo da pesquisadora esse momento de encontro foi assim registrado: “Não esperava ter essa receptividade [...] muitos ao me enxergarem no pátio da escola, viram contar suas experiências e o que se passou desde o último encontro”.

Ao retomar as atividades desse novo encontro, inicialmente solicitamos que se reunissem nos grupos de trabalho que haviam organizado no anterior, com objetivo de discutir as hipóteses estruturadas e os resultados obtidos no encontro passado. O intuito estava em possibilitar novas discussões e, se eventualmente houvesse discórdia ou dúvidas poderiam ser reestruturada novas atividades.

Após as discussões nos grupos de trabalho, houve um momento de socialização dos resultados encontrados. Nesse momento cada grupo escolheu um relator, mas todos poderiam falar. Os relatos não provocaram discórdias ou desentendimentos na turma, ao contrário, levaram a compartilhamento de ideias com participação intensa dos alunos. Aos poucos foram sendo organizadas no quadro as constatações para cada uma das hipóteses levantadas nas etapas anteriores, chegando à identificação de variáveis que influenciam nas queimadas (material, temperatura, vento, umidade e presença do ar). A cada uma dessas variáveis foram abordados conhecimentos científicos associados, possibilitando confrontá-los com os conhecimentos presentes no livro didático e compartilhados pela comunidade científica.

Como exemplo, mencionamos a explicação dada na primeira atividade sobre combustão (termos que passaram a utilizar), associada a diferentes materiais. Inicialmente mencionamos aos alunos que os corpos são constituídos de átomos que se organizam formando as moléculas e essas, por sua vez, constituem as substâncias que dão origem aos corpos. Portanto, os corpos são constituídos de diferentes átomos, o que interfere na queima, por isso alguns “pegarem” fogo mais rapidamente que outros. Associado a essa explicação, discutimos que a combustão é uma reação (química) entre dois ou mais reagentes denominados de “combustíveis” e “comburentes”, com grande liberação de energia na forma de calor. Os combustíveis, em sua maioria, possuem na sua constituição átomos de carbono e hidrogênio, dos quais temos a gasolina, o álcool, a parafina e outros. Como comburentes, mencionamos o oxigênio e relacionamos com o ar, substância que eles utilizaram com frequência durante as atividades e constataram como fundamental para a queima (última atividade).

O exemplo mencionado mostra a forma como os conhecimentos científicos foram sendo ligados aos resultados das atividades experimentais realizadas e as hipóteses inferidas pelos alunos. Nesse sentido, ressaltamos a importância de utilizar termos científicos e discutir conhecimentos que são aceitos cientificamente, uma vez que os estudantes desde as mais tenras idades precisam reconhecer expressões e termos utilizados pela academia, bem como aprender a discernir crenças e mitos de explicações científicas. Tais discussões duraram dois períodos e perpassaram diversos assuntos, entre eles aspectos que envolvem questões sociais e ambientais, como havíamos mencionado no início deste relato.

Todavia, o foco da discussão da pesquisa está na utilização dos questionários metacognitivos e nessa etapa eles foram novamente realizados. O objetivo esteve atrelado a verificar se os resultados encontrados estão em consonância com o fim visado. Em uma atividade metacognitiva esse é o momento em que os estudantes retomam e avaliam a ação com o intuito de identificar o modo como ela foi realizada, verificar alternativas de caminho e avaliar o conhecimento adquirido. Para tanto, foram realizados os seguintes questionamentos: o que você realizou e como realizou? Qual era o objetivo proposto inicialmente? As atividades desenvolvidas poderiam ter sido organizadas de forma diferente? Qual o resultado obtido? Os resultados encontrados foram os esperados? Para responder a esse que seria o último dos questionamentos metacognitivos, solicitamos que os estudantes voltassem aos grupos e registrassem em papel as respostas do grupo.

A seguir apresentamos manifestações verbais feita por um dos grupos, ao qual direcionamos a câmera para gravação de áudio e vídeo. A escolha desse grupo foi aleatória.

E7: [...] estudamos sobre as queimadas ou a combustão. Vimos o que pega fogo e o que demora mais ou menos pra isso.

E13: Ah! Vimos também que podemos usar uma lupa pra queimar as coisas.

E7: [...] realizamos um estudo sobre o que leva a realizar a combustão e fizemos algumas experiências para ver como ela acontece. Pegamos um monte de coisas e fomos testando [...] a temperatura das coisas, a água, o vento e o ar, ahh é oxigênio! Pra ter combustão precisa ter oxigênio anota isso.

E2: [...] estudamos a combustão e como que as coisas podem queimar [...] tinha a história do lixo, precisa escrever que queimar ele prejudica o ambiente e a nossa respiração.

E13: O objetivo era estudar isso, a combustão [...] ou era as queimadas?

E2: Tudo o que planejamos foi feito, só teve aquela coisa do vento que tínhamos planejado fazer com o ventilador, mas aí no experimento da lupa não precisou.

E2: Acho que poderíamos ter feito diferente [...] talvez ter usado gasolina e álcool pra ver o que aconteceria com os materiais.

E7: Não acho que poderíamos ter feito diferente, acho que cada coisa foi simples de fazer e por isso, é assim e pronto [...] Ahh, lembrei daquela atividade da madeira que eu acho que não deu certo. Deveríamos ter feito diferente como o [...] sugeriu.

E2: O resultado foi que agora sabemos que nem tudo queima da mesma forma, que existe [...] comburente e combustíveis, que se acabar o oxigênio o fogo apaga [...] que o Sol faz a temperatura das coisas aumentar de forma diferente.

E7: Eu entendi que há diferentes tipos de queimadas, algumas que podem ser feitas e outra não, mas que em qualquer uma precisamos desses combustíveis que ela falou [...] o plástico derrete antes de pegar fogo, lembra da tampa da caneta? Derreteu e não vi pegar fogo.

E2: lembra da história que eu contei da casa que pegou fogo e eles fecharam as janelas para não entrar ar? Agora eu entendi. Na verdade, é como a experiência da vela com o copo, se não entrar ar, a vela apaga.

E13: eu acho que fizemos tudo o que tínhamos pensado em fazer, por isso posso escrever que os resultados encontrados são os esperados.

As falas do grupo ilustram as manifestações dos estudantes no sentido de refletir sobre o que foi realizado, característico de um processo de avaliação metacognitivo e pode ser associado a uma autoavaliação, no sentido de promover uma revisão sobre o realizado e verificar se de fato ele foi compreendido. Embora os registros das atividades tenham priorizado o coletivo e não expressaram ações individuais, percebemos que os estudantes tomaram o cuidado de rever o realizado e de pensar nos procedimentos e caminhos trilhados. Essa autoavaliação, mesmo que efetuada em grupo, apontou para momentos de pensar sobre o que aprendeu e como aprendeu. Para isso o fato de ter de explicar a alguém o que realizou e como realizou pode ser uma alternativa que favoreça a revisão do pensamento e, no caso da atividade, uma verificação se de fato, se apropriou do conhecimento. Nesse momento os estudantes podem reestruturar seus pensamentos e verificar os meios que lhe permitiram chegar ao resultado encontrado. Essa é uma forma de estruturar sua compreensão e de verificar o que entendeu e, ainda, em termos metacognitivos, de verificar se entendeu e como entendeu.

Etapa 7: Discussões envolvendo aplicações tecnológicas no mundo vivencial

Essa etapa correspondeu à última da atividade didática e foi realizada na sequência da anterior. De acordo com Meneses (2018) é necessário estabelecer um processo de discussão sobre as aplicações tecnológicas associadas ao tema em estudo, como forma de oportunizar que os estudantes se aproximem do mundo vivencial que é pautado pelo uso de tecnologias. Dessa forma, retomamos as atividades desenvolvidas e questionamos os estudantes sobre as possíveis relações do tema “combustão” com a tecnologia. As repostas estiveram atreladas a aspectos mais ambientais e sociais do que tecnológicos, levando a que retomássemos o objeto de discussão, apontando, por meio de imagens disponíveis na web, dispositivos que ligassem o tema aos processos tecnológicos. As imagens a que recorreremos foram de caldeiras e fornalhas, o que possibilitou refletir sobre a queima provocada por lenha e os impactos ambientais.

Além das imagens buscamos na internet outras relacionadas a motores à combustão, salientando o processo de queima e novamente chamamos a atenção para a presença do oxigênio como comburente. Na sequência discutimos sobre os extintores de incêndio e as diferenças que existem entre os modelos, particularmente mencionamos os de pó químico, gás carbônico e água. A temática provocou muito interesse e com o desenvolvimento dos diálogos estabelecidos foi possível identificar que as aplicações tecnológicas

podem se revelar um importante caminho para discutir conhecimento científico, como registrado no diário de bordo da pesquisadora: “*Todos relataram conhecer extintores, inclusive sabiam onde estavam localizados na escola, porém registraram que não sabiam o tipo e nem mesmo como utilizar, surgindo a dúvida sobre a possibilidade de realizar um treinamento para incêndios e sobre o uso do extintor*”.

Ao final do encontro, os estudantes perguntaram se não havia questões para eles responderem, apontando que já haviam incorporado como atividade as paradas reflexivas oportunizadas pelos questionamentos metacognitivos. Sobre isso cabe destacar que segundo Brown (1978) a evocação dessa forma de pensamento, expressa no caso deste estudo pelas paradas para responder aos questionamentos, é um processo de hábito que pode vir a se tornar um mecanismo acionado por “piloto automático”. Ou seja, com a frequência de sua utilização, os sujeitos o incorporam e adotam como um mecanismo automático, sem a necessidade de haver paradas para explicitação de situações que levam a ativação dessa forma de pensamento. Tudo isso passa a fazer parte da estruturação cognitiva.

CONCLUSÃO

O estudo desenvolvido buscou evidenciar a potencialidade de incluir momentos explícitos de ativação de pensamento metacognitivo durante uma atividade didática na abordagem por indagação. No estudo apresentado sobre Combustão, foram utilizados questionamentos metacognitivos explicitados oralmente por uma pesquisadora que conduziu as atividades, como forma de instigar o uso dessa forma de pensamento nos estudantes. Os resultados apontaram que os momentos de parada e reflexão levam a um movimento cognitivo que poderá repercutir em qualidade da aprendizagem, uma vez que fomentam discussões em cada etapa da atividade, indicando a ativação de pensamentos que, caso não fossem instigados pelos questionamentos poderiam não ser ativados.

O resgate de conhecimentos e o relato de experiências vivenciadas, por exemplo, oportunizam um movimento reflexivos importante, particularmente na elaboração das hipóteses, explicações ou mesmo nas respostas às perguntas elaboradas inicialmente para a situação-problema apresentada. Outro aspecto observado no estudo, foi o momento de provocar nos alunos um repensar sobre o que havia sido desenvolvido, bem como no entendimento dos passos executados e nas escolhas realizadas. Essa avaliação reflexiva no sentido de evocação metacognitiva, oportunizou um olhar para o que havia sido realizado e provocou inferências e discussões diferentes das presentes nas atividades em que isso não é realizado. Ainda sobre a importância da reflexão metacognitiva, identificamos a fala de Wineburg (1998) ao relatar que a presença do conhecimento metacognitivo pode compensar a ausência de conhecimento específico, uma vez que oportuniza estabelecer hipóteses de trabalho, promovendo perguntas, monitorando o pensamento e revisitando as interpretações inicialmente formuladas.

Soma-se ao apresentado que propostas didáticas associadas à indagação com momentos de ativação do pensamento metacognitivo representam a oportunidade para que os estudantes questionem os problemas de seu interesse, sejam conscientes de que suas ideias iniciais cotidianas vão progressivamente se modificando e enriquecendo, no sentido de se tornarem científicas. Os momentos reflexivos em distintas etapas do processo de indagação ajudam os alunos a pensar sobre as hipóteses definitivas emitidas pelo grupo, procedimentos de validação projetados, evidências que obtiveram com a realização da atividade e sobre as conclusões que estabeleceram. Desta forma, finalizamos destacando nossa crença em um ensino por indagação no qual se possa incitar os alunos a pensar em momentos pontuais sobre o realizado e o que falta fazer, provocando um sentimento de autoestima imprescindível em todo o processo de aprendizagem.

Destacamos, como continuidade dos estudos, a investigação sobre a potencialidade dos questionamentos metacognitivos atuarem como *prompts* com alunos dos anos iniciais, verificando se com a frequência de uso eles passam a ser assumidos por eles automaticamente. Atividades apoiadas por *prompts* tem sido tema de investigação por pesquisadores preocupados com questões relativas à utilização do pensamento metacognitivo em atividades relacionadas à aprendizagem, como é o caso Ge e Land (2003; 2004) e Hinojosa e Sanmartí (2016) no campo da resolução de problemas em Física. Em ambos os trabalhos os autores recorrem aos *prompts* como guias que conduzem os alunos na resolução dos problemas e que podem levar a que se habituem a pensar antecipadamente sobre como resolvê-los, procedendo à elaboração, explicação e justificação das escolhas, um processo vinculado a reflexão de natureza metacognitiva.

REFERÊNCIAS

- Alonso Crespo, F. (1993). *Metacognición y aprendizaje: influencia de los enfoques, conocimientos metacognitivos y práctica estratégica sobre el rendimiento académico, en alumnos de ESO*. (Tese de Doutorado). Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology* (pp. 77-165). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In Franz E. Weinert, & Rainer H. Kluwe, (Eds.). *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 65-116). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cleophas, M. G., & Francisco, W. (2018). Metacognição e o ensino e aprendizagem das ciências: uma revisão sistemática da literatura (RSL). *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 14(29), 10-26. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v14i29.5512>
- Duarte, R. (2004). Entrevistas em pesquisas qualitativas. *Educar em Revista*, 24, 213-225. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.357>
- Efklides, A. (2006). Metacognition and affect: what can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educational Research Review*, 1(1), 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2005.11.001>
- Flavell, J. H. (1971). First discussant's comments: what is memory development the development of? *Human Development*, 14(4), 272-278. <https://doi.org/10.1159/000271221>
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.). *The nature of intelligence* (pp. 231-236). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Flavell, J. H., & Wellman, H. M. (1977). Metamemory. In Robert V. Kail, & John W. Hagen (Eds), *Perspectives on the development of memory and cognition* (pp.3-33). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A. (1999). *Desenvolvimento cognitivo*. (Tradução de Cláudia Dornelles. 3a ed.). Porto Alegre, RS: Artes Médicas Sul.
- Ge, X., & Land, S. M. (2003). Scaffolding students' problem-solving processes in an ill-structured task using question prompts and peer interactions. *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 21-38. <https://doi.org/10.1007/BF02504515>
- Ge, X., & Landa, S. M. (2004). A Conceptual Framework for Scaffolding Ill-Structured Problem-Solving Processes Using Question Prompts and Peer Interactions. *Educational Technology Research and Development*, 52(2), 5-22. <https://doi.org/10.1007/BF02504836>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: maximizing impact on learning*. New York: Routledge.
- Hinojosa, J., & Sanmarti, N. (2016). Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de Física. *Ciência & Educação (Bauru)*, 22(1), 7-22. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160010002>.
- Langaro, R. (2018). *Alfabetização científica nos anos iniciais: contribuições de uma sequência didática estruturada nos Três Momentos Pedagógicos*. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS.

- Maximo-Pereira, M., & Abib, M. L. V. S. (2016). Afetividade e metacognição em percepções de estudantes sobre sua aprendizagem em Física. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(1), 107-122. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172016180106>
- Meneses, J. Á. (2018). Trabajos prácticos por indagación como estrategia para la enseñanza de la Física. In J. Á. Meneses, & M. J. F. Gebara (Orgs.). *Estrategias didácticas para la enseñanza de la Física* (pp. 121-142). Burgos, España: Universidad de Burgos.
- Minayo, M. C. S. (2001). *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. (18a ed.). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Mota, A. R., & Rosa, C. T. W. (2018). Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. *Revista Espaço Pedagógico*, 25(2), 1-16. <https://doi.org/10.5335/rep.v25i2.8161>
- Rosa, C. T. W. (2011). *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- Rosa, C. T. W.; Meneses, J. Á. (2018). Procesos metacognitivos en la enseñanza STEAM. In Ileana M. Greca Dufranc; Jesús A. Meneses V. (Org.). *Proyectos STEAM para la educación primaria: fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp. 93-113). Madrid, España: Dextra Editorial.
- Thomas, G. P. (2013). Changing the metacognitive orientation of a classroom environment to stimulate metacognitive reflection regarding the nature of physics learning. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1183-1207. <https://dx.doi.org/10.1080/09500693.2013.778438>
- White, R. (1990). Metacognition. In John Keeves (Ed.). *Educational research, methodology and measurement: an international handbook* (pp. 70-75). Oxford: Pergamon.
- Wineburg, S. S. (1998). Reading Abraham Lincoln: an expert-expert study in the interpretation of historical texts. *Cognitive Science*, 22, 319-346. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2203_3
- Zabalza, M. (2004). *Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Zohar, A., & Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121-169. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.847261>
- Zompero, A. F., & Laburu, C.E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens, *Revista Ensaio*, 13(3), 67-80. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170020009>

Recebido em: 10.02.2019

Aceito em: 01.03.2020