

METACOGNIÇÃO

um apoio à resolução
de problemas em Física

Caroline Maria Ghiggi
Cleci T. Werner da Rosa



PPGECM

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

METACOGNIÇÃO

**um apoio à resolução
de problemas em Física**

**Caroline Maria Ghiggi
Cleci T. Werner da Rosa**

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

Carl Sagan

Banca Examinadora/Avaliadores

Dra. Cleci T. Werner da Rosa, Orientadora
(Universidade de Passo Fundo - presidente)

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

Dr. Marco Antonio Sandini Trentin
(Universidade de Passo Fundo)

Sumário

Apresentação	9
Aportes e reflexões teóricas	13
Cognição e metacognição	13
Metacognição como estratégia de aprendizagem	22
Metacognição e a prática docente	28
Uso de <i>prompts</i> orientativo.....	32
Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema	39
Explicação da situação-problema ao colega.....	45
Resolução de problemas com elaboração de predições ...	50
Aplicação da proposta didática.....	53
Primeiro encontro: fundamentos teóricos da metacognição.....	54
Segundo encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas	58
Terceiro encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas	60
Quarto encontro: síntese final das atividades - discussões sobre as propostas de orientação metacognitiva.....	63
Reflexões finais	64
Referências bibliográficas	66
Sobre as autoras	70

Apresentação

O presente material refere-se a um texto de apoio a professores do ensino médio referente a utilização de estratégias metacognitivas na resolução de problemas em Física. Trata-se de um produto educacional desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS, sob orientação da Dra. Cleci T. Werner da Rosa.

A problemática que levou ao desenvolvimento deste produto educacional e da dissertação que está vinculada a ele, parte do entendimento de que o ensino de Física encontra-se, na maioria das vezes, enraizado em formas tradicionais de ensino, ofertando poucas alternativas para a apropriação significativa dos conteúdos. Situação que fica mais explícita quando se trata da resolução de problemas, uma vez que ele se mostra como uma aplicação de mnêmicos e modelos memorizados pelos alunos com pouca liberdade de criação e diálogo com a situação apresentada. Além disso, o modelo de resolução de problemas utilizados no ensino médio pouco tem contribuído para oportunizar aos alunos a compreensão de seu modo de pensamento. Ou

seja, pouco tem contribuído para a evocação do pensamento metacognitivo e com ele, conforme mencionado por Ribeiro (2003) e Rosa (2011), o aprender a aprender e a autonomia da aprendizagem.

A identificação na necessidade de rever a forma como a resolução de problemas tem sido utilizada na escola, buscando qualificar o processo de aprendizagem dos conceitos físicos, levou a busca por alternativas didáticas, dentre as quais está o uso das estratégias metacognitivas. Tais estratégias tem se mostrado uma importante ferramenta na busca por promover a compreensão dos conceitos e por estabelecer a identificação de um modo de pensamento, conforme evidenciado no estudo de Rosa (2011). Esse modo de pensar oportuniza a reflexão dos sujeitos sobre seus próprios conhecimentos, bem como permite a sua autorregulação durante a execução da atividade. Essas componentes denominadas de metacognitivas se revelam oportunas para que os estudantes não apenas se apropriam dos conceitos em discussão, mas igualmente compreendam como estão aprendendo. Isto é, aprendam a aprender.

Desta forma, o presente material discorre sobre possibilidades de uso das estratégias metacognitivas na resolução de problemas do tipo *lápiz e papel* que foram elaboradas tomando por referência a possibilidade de que a evocação do pensamento metacognitivo durante a realização das tarefas qualifica a aprendiza-

gem. Para tanto, foram estruturadas quatro propostas didáticas voltadas ao uso do pensamento metacognitivo durante a resolução de problemas e que possibilitam aos estudantes refletir e analisar seus conhecimentos, procedimentos utilizados e resultados obtidos.

O texto a seguir, busca elucidar essas quatro propostas iniciando pela discussão do entendimento de metacognição e os aportes teóricos que subsidiaram a sua elaboração. Na sequência são apresentadas as quatro propostas didáticas seguidas de exemplos de situações-problemas que podem ser orientados por elas. Ao final são tecidas considerações referentes à metacognição como estratégia de aprendizagem e suas relações com a prática docente, tomando-se por referência o estudo que envolveu a aplicação dessas quatro propostas a um grupo de alunos de um curso de licenciatura em Física, na forma de curso de extensão universitária.

Por fim, menciona-se que o presente texto encontra-se vinculado a dissertação de mestrado intitulada “Estratégias de aprendizagem metacognitivas na resolução de problemas em Física.” e pretende ofertar subsídios aos professores para qualificar o processo de ensino e de aprendizagem em Física. Além disso, o material que segue representa uma versão ampliada e alterada do material utilizado com os licenciandos em Física no curso de extensão universitária, que investigou a viabilidade das propostas didáticas. Após

a aplicação das propostas e do estudo desenvolvido, procederam-se ajustes e modificações que buscaram contemplar os apontamentos dos alunos.

Aportes e reflexões teóricas

Cognição e metacognição

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

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

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

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

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

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

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

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

Portanto, para Flavell, e, posteriormente, para Rosa (2011), a metacognição envolve dois aspectos: o conhecimento dos próprios conhecimentos (conhecimentos metacognitivos) e o controle executivo e autorregulador que é exercido sobre o próprio pensamento (habilidades metacognitivas).

Um deles tem a ver com o conhecimento estável e consciente de que as pessoas têm sobre a cognição, sobre si mesmos como aprendizes e solucionadores de problemas, sobre os recursos que têm à sua disposição, e a cerca da estrutura do conhecimento nos domínios em que trabalham. Outro centra-se na autorregulação, monitoramento e orquestração de suas próprias habilidades cognitivas. Uma dimensão adicio-

nal através dos dois anteriores tem a ver com a capacidade de refletir sobre o seu conhecimento tanto sobre os seus processos de gestão desse conhecimento (GOZÁLEZ, 1996, tradução nossa).

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

De acordo com Rosa (2014), o conhecimento metacognitivo resulta da experiência metacognitiva dos sujeitos e afeta diretamente o rendimento da aprendizagem. Reportando-se a Flavell, a autora menciona que o conhecimento do conhecimento está relacionado a três variáveis distintas: pessoa, tarefa e estratégia. “O conhecimento metacognitivo se estabelece por meio da tomada de consciência das próprias variáveis mencionadas, bem como pelo modo que elas interagem e influenciam no alcance do objetivo cognitivo” (ROSA, 2014, p. 21).

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

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

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

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

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

Portanto, a integração dessas variáveis resulta no conhecimento do conhecimento e os indivíduos devem utilizá-lo em todas as suas atividades, a fim de que possam regular sua própria aprendizagem, ou seja, o sujeito deve ter consciência de suas características, saber reconhecer as especificidades das tarefas e sua finalidade, bem como deve saber escolher a estratégia mais adequada com a proposta.

A segunda dimensão que concerne à metacognição é a de gestão da atividade mental, também definida como controle executivo ou autorregulação (LAFORTUNE; SAINT-PIERRE, 1996). Tal dimensão consiste na capacidade do sujeito para refletir e agir sobre sua cognição. Ann Brown (1978 apud ROSA, 2011) detalha o apresentado por Flavell em relação a esse aspecto da metacognição, especificando que ele abrange a capacidade do sujeito para planejar, monitorar e avaliar seu percurso durante a aprendizagem ou a execução de uma ação.

A planificação é a etapa responsável pelo planejamento das estratégias para a realização de uma tarefa de acordo com especificidades, como características e grau de exigência, em relação ao objetivo pretendido. Nesse momento, o sujeito deve analisar quais são as possibilidades de êxito em sua realização, o tempo estimado e quais são as etapas recorrentes dessa atividade.

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

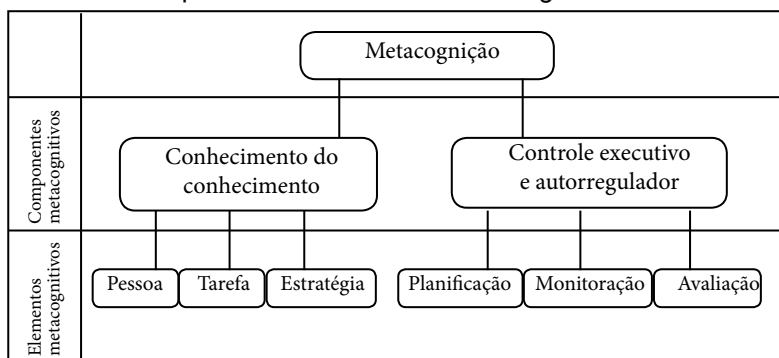
A monitoração relaciona-se à capacidade do sujeito em verificar e controlar sua ação a fim de alcançar seus objetivos, englobando as intervenções que ele realiza por meio de suas estratégias. Para Rosa (2014), esse momento de revisão dos conhecimentos é fundamental, pois oportuniza analisar as decisões tomadas e avaliar se são pertinentes em relação ao seu propósito.

O processo autorregulador da avaliação é entendido como a capacidade do sujeito de analisar a coerência do resultado obtido com o objetivo, revisando as estratégias que realizaram, quais conhecimentos são resultados da tarefa e também quais os possíveis erros que podem ter acontecido. Um exemplo da capacidade de avaliar é durante as resoluções de problemas, se o

enunciado está solicitando o valor referente à grandeza tempo, o indivíduo que achar o resultado em Newtons (N), por exemplo, retomando e analisando a proposta, será capaz de perceber que seu resultado não é coerente, portanto, terá que reelaborar suas estratégias.

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

Quadro 1: Componentes e elementos metacognitivos



Fonte: Rosa (2011, p. 58)

Trazendo a metacognição para o contexto escolar, Rosa, Darroz e Rosa (2013, p.18) afirmam que

[...] é preciso entender que a metacognição exerce função essencial na aprendizagem, oferecendo aos estudantes diferentes possibilidades de aprendizagem e um autorreconhecimento de suas características, seja na aprendizagem individualizada, seja no momento de compartilhar ações com os outros. Nesse espaço, os estudantes precisam ser estimulados a desenvolver competências cognitivas e compreendem os objetivos das atividades, fazendo um plano da sua execução.

Todo o processo relacionado à metacognição se manifesta no processo de ensino e de aprendizagem e o faz por meio das estratégias de aprendizagem (MONEREO, 2001). A utilização dessas estratégias – de modo que contemplem não apenas os objetivos cognitivos, mas também o desenvolvimento da consciência sobre como ocorre a construção desse conhecimento – favorece a autonomia frente aos processos envolvidos na construção do conhecimento. Além disso, enriquece o desenvolvimento do estudante sob uma perspectiva mais ampla, de modo que ele reconheça suas potencialidades e dificuldades, refletindo assim sobre seu próprio aprendizado, conforme discute-se na continuidade.

Metacognição como estratégia de aprendizagem

Monereo, Pozo e Castelló (2001) realizam uma reflexão quanto à realidade da sociedade em relação ao contexto escolar atual e defendem o ensino de estratégias de aprendizagem. Com o acesso ilimitado a todo tipo de informação, os sujeitos devem desenvolver novas competências, como a capacidade de filtrar informações equivocadas e lidar com conhecimentos que, segundo os autores, têm data de validade. Nesse contexto, cabe às pessoas serem aprendizes não apenas em período escolar, mas por toda a vida. Portanto, o propósito da educação não está distante do fato de

armazenar informações, mas sim de dominar procedimentos, gestão do conhecimento e procedimentos de aprendizagem.

[...] até recentemente, as mudanças tecnológicas fundamentais eram tão espaçadas que passaram várias gerações antes de uma mudança ocorrer. Cada geração teve o suficiente para entender e dominar a tecnologia de seu tempo [...]. No entanto, hoje é necessário fazer atualizações e ajustes cada vez mais radicais, não só o conhecimento desses arquivos, incluindo os procedimentos para acessá-los. Por conseguinte, para satisfazer a condição de "aprendizes ao longo da vida", o mais eficaz vai dominar um conjunto versátil de procedimentos, especializada em gestão de conhecimento de natureza diferente; procedimentos de aprendizagem que podem ser usados estrategicamente, quando as circunstâncias o exigirem (MONEREO; POZO; CASTELLÓ, 2001, p. 212, tradução nossa).

Portanto, para adequar-se a esse contexto promovendo a autonomia de aprendizagem dos estudantes quanto à capacidade de gerir informações e à utilização estratégica do conhecimento, aponta-se a necessidade do ensino de estratégias de aprendizagem ao mesmo tempo em que se ensinam conteúdos específicos das disciplinas.

As estratégias de aprendizagem consistem em “ações e processos dirigidos para adquirir informações ou competências que envolvem atividade, propósito e percepções de instrumentalidade por parte dos alunos” (ZIMMERMAN, 1989, p. 329). Para Monereo e Castelló (1997), representam a tomada de decisões conscien-

tes e intencionais para um objetivo de aprendizagem específico, empregando os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais que julgar necessário.

Figueira (2006, p. 7) aborda mais detalhadamente esses processos dirigidos como “comportamentos e pensamentos que o sujeito pode utilizar no decurso da aprendizagem e que influenciam a forma como processa a informação, através da ativação, controle e regulação dos processos cognitivos”. Por meio dessas definições, podemos perceber que as estratégias de aprendizagem vão ao encontro tanto da cognição quanto da metacognição.

De forma geral, evidenciando esse caráter cognitivo e metacognitivo, Rosa (2014, p. 86) define que “estratégias de aprendizagem representam um conjunto de comportamentos e pensamentos (processos mentais) postos em ação pelos estudantes com o objetivo de lograr êxito em sua aprendizagem”. Porém, segundo Miller, Miller e Flavell (1999), as estratégias cognitivas e metacognitivas diferenciam-se por apresentarem distinções no seu funcionamento, bem como por atuarem em níveis diferentes do pensamento. Na estratégia cognitiva, seu papel é alcançar o objetivo cognitivo almejado, já a metacognitiva avaliará se a estratégia cognitiva utilizada está correta em função da avaliação do seu progresso.

Ao elucidar essa diferença, Rosa (2014) traz exemplos vinculados ao ensino de Física, especificamente

em relação à resolução de problemas. De acordo com a autora, quando as estratégias na resolução de problemas relacionam-se ao aspecto cognitivo, percebemos situações como: destaque de palavras-chave, retirada dos dados matemáticos presentes na questão, escolha de fórmulas que possuem as variáveis relacionadas às grandezas presentes na questão. Já no uso das estratégias que abrangem aspectos metacognitivos, percebe-se quando o aluno constrói representações da situação Física abordada na situação, quando busca retomar suas experiências com uma atividade semelhante ou o modo como o professor resolveu esse tipo de questão.

As estratégias de aprendizagem de ordem metacognitiva têm muita importância nos processos de ensino e de aprendizagem por “representarem processos mentais que buscam capacitar os estudantes a identificar seus conhecimentos e controlar suas ações, permitindo-lhes realizar tarefas de forma a obter mais êxito” (ROSA, 2014, p. 87-88). Pesquisas relacionam estratégias de aprendizagem com o uso da metacognição (destacam-se as referentes à leitura e à interpretação de texto e à resolução de problemas), segundo Rosa e Pinho-Alves (2009, p. 1129), “como um elemento favorecedor de uma aprendizagem autônoma e autogerenciada, como na forma de superação de possíveis dificuldades de aprendizagem (baixo rendimento escolar)”.

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

Para Pozo e Postigo (2000), a implementação desse tipo de estratégias exige um contexto metacognitivo e reflexivo, mas também requer conhecimento conceitual e procedimentos eficazes relacionados à aprendizagem. Portanto, o ensino das estratégias de aprendizagem deve ser simultâneo ao dos conteúdos disciplinares. Segundo Coll (1986), para que os estudantes possam atingir o objetivo de se autorregular, ou seja, de aprender a aprender, os conteúdos são necessários, pois as estratégias não “se adquirem no vazio”, e as estratégias são essenciais, uma vez que é por intermédio delas que o sujeito irá planificar e monitorar a própria atividade.

Ao fazer o uso de estratégias metacognitivas, o estudante estará acionando tanto seus conhecimentos prévios relacionados a conteúdos disciplinares quanto suas estratégias cognitivas. O sujeito “torna-se um espectador de seus próprios modos de pensar e das estratégias que emprega para resolver problemas, buscando identificar como aprimorá-los” (DAVIS; NUNES; NUNES, 2005, p. 211-212). Logo, continuam os autores, para obter êxito nas atividades, é necessário o uso da dimensão

metacognitiva da aprendizagem, pois “quando se consegue isso, é possível alcançar um nível mais abstrato e explicativo de compreensão da situação-problema, formulando-a em termos generalizáveis e, portanto, transferíveis” (p. 212).

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

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

Metacognição e a prática docente

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

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

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

Monereo e Castelló (1997) ressaltam a necessidade de o corpo docente abordar a importância da metacognição para aprendizagem de modo que a evocação do pensamento metacognitivo faça parte da rotina dos estudantes. Os autores chamam a atenção para

três fatores que devem fazer parte das ações didáticas para alcançar esse objetivo: a planificação e regulação consciente das aulas; a escolha de conteúdos curriculares; e a definição de procedimentos que se adequem melhor à realidade e às características dos estudantes de acordo com os objetivos almejados. Desse modo, o professor vai além dos conteúdos específicos e leva em consideração como o aluno está construindo seus conhecimentos.

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

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

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

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

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

dem de uma influência externa para desenvolvê-lo. Portanto,

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

Nesse sentido, para que tenham êxito, se faz necessário que os professores possuam conhecimentos de metacognição associados ao conhecimento pedagógico. Desse modo, o ideal seria que cursos de formação docente, tanto inicial como continuada, abordassem os temas referentes à metacognição em seu currículo, contudo, apesar de a pesquisa acadêmica demonstrar a importância do pensamento metacognitivo para a aprendizagem, ela ainda não se reflete no conhecimento dos professores e sua formação.

Uso de *prompts* orientativo

Os *prompts* são protocolos de perguntas que guiam o aluno durante a execução de uma atividade. Eles são constituídos por perguntas às quais os alunos devem responder durante a realização dos problemas de Física. Conforme Giaconi (2014), “os guias são projetados de maneira especial, com a finalidade de facilitar a implementação da aprendizagem autônoma em um processo centrado no estudante, que participa ativamente da construção social da aprendizagem”.

Hinojosa e Sanmartí (2016), afirmam que o uso de guias como os *prompts* representa recursos para auxiliar os estudantes a se habituarem a pensar antecipadamente sobre como resolver um problema, realizando uma identificação sobre seus conhecimentos, sobre a tarefa e a estratégia a ser utilizada. Além disso, eles aprendem a planejar a execução e esse planejamento é seguido de uma avaliação sobre o que foi realizado. Contudo, os autores ressaltam que cabe aos professores a valorização desses processos e não apenas a análise dos resultados atingidos. Somente desse modo os alunos poderão tomar consciência acerca da importância da reflexão antes do fazer.

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

Em relação à primeira componente, o conhecimento do conhecimento, o objetivo está em instigar no aluno a tomada de consciência sobre seus conhecimentos e sobre as experiências vivenciadas em relação à tarefa proposta (resolução de problemas em Física). Segundo Figueira (2003), essa componente metacognitiva desenvolve-se através da tomada de consciência do indivíduo sobre suas variáveis pessoais, bem como as relacionadas à tarefa a ser realizada e as estratégias necessárias para isso.

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

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

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

Fonte: autora, 2016.

Tais perguntas poderão nortear os estudantes de modo a proporcionar o pensar sobre seus recursos cognitivos para a resolução do problema proposto e, posteriormente, iniciar o processo de controle executivo e autorregulador necessário à solução do problema apresentado. Esse processo está associado à segunda componente metacognitiva e vincula-se, no entender de Rosa (2014), ao planejamento, à monitoração e à avaliação das ações em relação ao objetivo proposto (resolução do problema apresentado pelo professor).

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

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

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

Fonte: autora, 2016.

Os questionamentos presentes nos *prompts* servem para sinalizar aos alunos que devem ativar seus conhecimentos e habilidades metacognitivas e podem ser estruturados especificamente para cada problema ou tipo de problema, ou, ainda, organizados de forma mais geral, servindo como um guia genérico orientativo para os alunos. A opção desse estudo é composta por *prompts* mais gerais ou que sirvam para classes de problemas, uma vez que a estruturação de um guia específico para um problema não se mostra viável para o tipo de problemas objetos de discussão nesse trabalho. Os problemas do tipo *lápiz e papel* são aqueles que se-

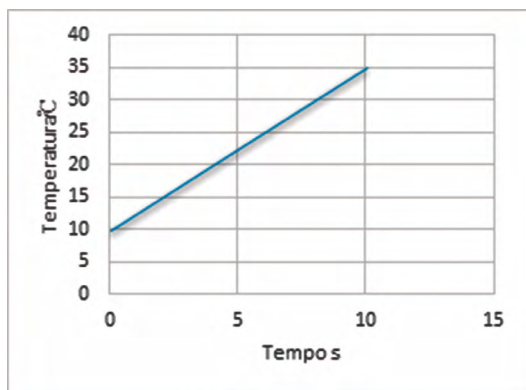
guem uma estrutura mais ou menos próxima de resolução e, portanto, podem ser guiados por *prompts* mais genéricos, envolvendo perguntas como as exemplificadas nos quadros anteriores.

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

O uso dessa estratégia poderá guiar os alunos em seus pensamentos frente à busca pela resolução de problemas, e, com a frequência de uso, acredita-se, a evocação desse pensamento ocorrerá de forma automática, sem a necessidade de guiar-se pelas perguntas. Almeja-se que os estudantes possam ser autônomos em seu processo de utilizar pensamentos associados às duas componentes metacognitivas, o conhecimento do seu próprio conhecimento e a autorregulação.

A seguir apresentam-se exemplos de problemas em Física que podem ser guiados por esta proposta didática.

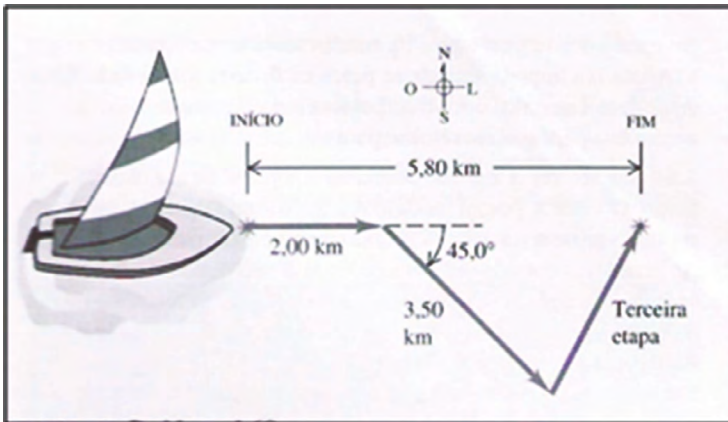
1. Uma fonte térmica com potência constante de 75 cal/s fornece energia a um corpo de massa 100 g, que absorve toda energia proveniente da fonte e tem temperatura variando em função do tempo, conforme o gráfico abaixo. A capacidade térmica desse corpo e o calor específico da substância de que é constituído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



2. A área de contato de um dos pneus de um automóvel com o solo vale 100 cm^2 . Para uma calibração adequada dos pneus desse automóvel, cuja massa é de 900 kg, é necessário que a pressão exercida pelo ar dos pneus seja igual a pressão que o carro faz no solo. Nesse sentido, determine qual é a pressão que o automóvel exerce sobre o solo.
3. Uma velejadora encontra ventos que impelem seu pequeno barco a vela. Ela veleja 2,00 km de oeste para leste, a seguir 3,50 km para sudeste e depois

uma certa distância em direção desconhecida. No final do trajeto ela se encontra a 5,80 km diretamente a leste de seu ponto de partida (ver figura abaixo). Determine o módulo, a direção e o sentido do terceiro deslocamento.

(Fonte: SEARS, F. W.; et al. Física I - Mecânica. 12. ed., Pearson Addison Wesley Editora, 2008, p. 32)



4. Uma moça de 40 kg e um trenó de 8,4 kg estão sobre a superfície de um lago gelado, separados por 15m. A moça aplica sobre o trenó uma força horizontal de 5,2 N, puxando-o por uma corda, em sua direção.
- (a) Qual a aceleração do trenó?
 - (b) Qual a aceleração da moça?
 - (c) A que distância, em relação a posição inicial da moça, eles se juntam, supondo nulas as forças de atrito?

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 39)

Reelaboração do enunciado e esboço da situação-problema

A proposta aqui é guiar o aluno no sentido de que ele monitore e avalie sua aprendizagem. Coleoni et al. (2001) abordam que os estudantes com melhor desempenho na resolução de problemas são aqueles que utilizam recursos metacognitivos relacionados ao controle executivo e autorregulador, pois esses permitem refletir sobre o objetivo a ser alcançado e o que é necessário realizar para isso. Nesse sentido, a opção dos autores foi por destacar que as variáveis mais importantes na resolução de problemas de qualquer natureza são o monitoramento da própria compreensão e a avaliação da ação realizada. Contudo, os demais elementos igualmente se mostram presentes, mas a serviço da compreensão e do monitoramento.

A partir dessa inferência, a segunda proposta didática a ser apresentada nesse estudo referente à utilização do pensamento metacognitivo na resolução de problemas em Física dá realce ao componente do controle executivo e autorregulador, como forma do es-

tudante ativar a identificação dos seus próprios conhecimentos.

Dessa forma, propõe-se que, em situações de resolução de problema do tipo *lápiz e papel*, o aluno deverá reelaborar o enunciado apresentado adaptando-o a uma situação que lhe é familiar, e, posteriormente, realizar as representações dessa situação problema por meio de um desenho. Apenas após a realização desses procedimentos o estudante poderá buscar a solução do problema em termos matemáticos e confrontar a resposta encontrada com suas representações e a coerência desses resultados. A ênfase está no controle da própria compreensão, ou seja, o aluno compreendeu o que precisa ser feito e tem consciência do resultado que deverá encontrar.

A ideia central é a tomada de consciência acerca de conhecimentos prévios e dos conhecimentos necessários para a resolução do problema apresentado. A consciência dos estudantes sobre seus conhecimentos e ações, ao utilizar como suporte de conhecimentos suas experiências anteriores, permite construir representações mentais mais significativas, o que pode contribuir para a aprendizagem. Recorrendo a Ausubel (2003), pode-se entender a importância que os conhecimentos prévios exercem na apropriação dos novos. De acordo com o autor, ancorando-se novas informações nas já disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, o con-

teúdo terá maior possibilidade de vir a se tornar uma aprendizagem significativa.

É a partir da tomada de consciência acerca de seus conhecimentos prévios e dos conhecimentos necessários para a resolução do problema que o sujeito irá construir uma representação da situação, relacionada às suas experiências cognitivas e vivenciais. Isso contribui de modo que o aluno possa evocar os pensamentos metacognitivos referentes aos recursos de monitoração e avaliação da componente autorregulação. Em relação a isso, especialmente ao recurso da monitoração, Rosa (2011, p. 55) menciona que ela representa a capacidade de “controlar a ação e verificar se está adequada para atingir o objetivo proposto, avaliando o desvio em relação a este, percebendo erros e corrigindo-os, se necessário”.

O processo autorregulador da avaliação consiste na capacidade do sujeito de analisar a coerência do resultado obtido frente aos propósitos do estudo, revisando as estratégias que utilizou e os conhecimentos evocados na resolução da tarefa. Além disso, representa a identificação do caminho percorrido até chegar a essa resposta, o que fica evidenciado pelo elemento metacognitivo da avaliação que possibilita a reflexão frente aos resultados. Para Rosa (2011, p. 40), o momento de avaliação “pode servir para entender o processo da execução da atividade, o conhecimento dela

decorrente, ou ainda, para identificar possíveis falhas no processo” .

Um exemplo da capacidade de avaliar se dá durante as resoluções de problemas. Se o enunciado está solicitando o valor referente à grandeza tempo, o indivíduo que achar o resultado em Newtons (N), por exemplo, retomando e analisando a proposta, será capaz de perceber que seu resultado não é coerente, portanto, terá que reelaborar suas estratégias. A esse respeito, Coleoni et al. (2001) afirmam que existem níveis de representação das situações e que quanto mais elevado o nível, maior a compreensão do sujeito acerca da situação.

O nível superficial corresponde à formulação exata do texto com as mesmas palavras e estrutura sintática do mesmo [...]. O segundo nível de representação é a base de texto, que consiste essencialmente na representação do sentido do texto na forma de proposições [...]. O resultado da compreensão de um texto inclui informação adicional a partir do conhecimento do leitor. Um terceiro nível de representação que também inclui outras propostas da memória do leitor, ou seja, sua base de conhecimento. (p. 287, tradução nossa)

Com base nos níveis de representação, a proposta didática apresentada encontra-se associada ao terceiro nível de compreensão, pois o estudante necessita ultrapassar o entendimento da estrutura sintática do texto, devido à indispensabilidade de associar elementos de esquemas já estruturados em sua cognição para e reelaboração e a ilustração da situação.

Desse modo, a proposta de repensar a situação e fazer sua ilustração permite um contato mais estreito do sujeito com o problema proposto. Ao invés de ler superficialmente o enunciado e imediatamente tentar aplicar os dados em uma equação, ele será instigado a pensar e a compreender a situação de acordo com os fenômenos e grandezas envolvidos. Isso implica a necessidade de analisar suas ações, identificar se as estratégias adotadas o levarão a atingir o objetivo proposto, corrigir eventuais erros e analisar se o resultado condiz com o proposto, promovendo assim um pensamento autorregulador.

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

A seguir apresentam-se exemplos de problemas em Física que podem ser guiados por esta proposta didática.

1. Um móvel de massa 800 kg, com uma velocidade de 108 km/h, sofre uma colisão cessando seu movimento após dois segundos. A razão entre os módulos da desaceleração média do móvel durante a colisão, e a aceleração da gravidade é de:
2. Dois móveis partem de um mesmo ponto simultaneamente, seguindo trajetórias perpendiculares entre

si, com velocidades escalares constantes de $1,2 \text{ m/s}$ e $0,9 \text{ m/s}$, respectivamente. Determine a distância que as separa após 10s .

3. Calcule a velocidade escalar média nos dois casos seguintes.

(a) O objeto se desloca 72 m à razão de $1,2 \text{ m/s}$ e depois 72 m a $3,0 \text{ m/s}$ numa reta.

(b) O objeto se desloca durante $1,0 \text{ min}$ a $1,2 \text{ m/s}$ e depois durante $1,0 \text{ min}$ a $3,0 \text{ m/s}$ numa reta.

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 28 - com adaptações)

4. Uma certa força dá ao objeto m_1 a aceleração $12,0 \text{ m/s}^2$. A mesma força dá ao objeto m_2 a aceleração $3,30 \text{ m/s}^2$. Que aceleração daria a um objeto cuja massa fosse (a) a diferença entre m_1 e m_2 e (b) a soma de m_1 e m_2 ?

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

Explicação da situação-problema ao colega

A proposta seguinte está centrada na possibilidade de os estudantes dialogarem sobre seus conhecimentos e suas estratégias frente aos problemas apresentados. Rosa (2011), em seu estudo, baseada nas considerações de Chi, Glaser e Rees (1982), Larkin (1983) e Souza e Fávero (2002), aborda que há um número relevante de estudos que evidenciam que o diferencial entre os estudantes considerados *experts* em Física (facilidade na aprendizagem) em relação aos novatos (dificuldades na aprendizagem) é o uso do pensamento metacognitivo. Tais estudos apontam que os *experts* analisam a situação-problema em termos dos conceitos físicos envolvidos e constantemente monitoram sua ação frente ao objetivo proposto; enquanto os novatos buscam a solução diretamente via a substituição das variáveis na expressão matemática, pouco analisando a situação sob o ponto físico.

Nesse sentido, a ideia essencial dessa proposta é que o aluno identificado pelo professor como *expert*

interaja com um aluno considerado novato e possa narrar sua forma de solucionar o problema. Nesse sentido, espera-se que o novato, frente à percepção do modo metacognitivo de solucionar o problema utilizado pelo colega, possa fazer uso disso e reorganizar sua forma de pensar. A interação entre os sujeitos passa a ser a tônica do processo e, como nos lembra Vygotsky (1999), é a partir dessa interação que o conhecimento é inicialmente construído; somente depois passará a ser internalizado pelos sujeitos. Ou seja, o conhecimento vai do interpessoal para o intrapessoal. Dessa forma, promover espaços de trocas e de diálogo entre os colegas no momento em que resolvem problemas em Física representa uma possibilidade de aprendizagem.

As atividades que recorrem à interação dos estudantes são alternativas que a literatura, no caso do ensino de Física, aponta como possibilidade de qualificação na aprendizagem. Um dos métodos discutidos nas pesquisas é o da Instrução pelos Colegas (IpC) ou *Peer Instruction*, que “busca promover a aprendizagem com foco no questionamento para que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo, do que passivamente assistindo exposições orais por parte do professor” (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 364).

O grande potencial de atividades como essa, em que há troca entre colegas, é ancorado no fato de que, conforme Araujo e Mazur (2013, p. 375), elas possam

“auxiliar o professor negociando os significados desejados, tendo a vantagem de naturalmente se expressarem de forma mais próxima ao usual no diálogo entre seus colegas”. Continuam os autores destacando que: “dessa forma, uma dinâmica de interlocução entre os alunos, que podem se revezar no papel de ‘parceiro mais capaz’, encontra uma forma de viabilização efetiva em sala de aula” (p. 375).

A possibilidade de desenvolvimento do sujeito ao interagir com os colegas *experts* reside na possibilidade da tomada de consciência desse sujeito em relação à sua compreensão. Esse processo é fundamental, pois, de acordo com Rosa (2011, p. 25), esse é o momento em que identificam o seu modo de pensar, “como se processam as informações que lhes são fornecidas, caracterizando-se pela identificação de suas crenças, mitos e conhecimentos, assim como pela identificação dessas características no outro”.

Nessa etapa, ele irá pensar sobre suas características ao resolver o tipo de problema em questão, suas habilidades e dificuldades e as estratégias disponíveis para a resolução. A intensão é que cada vez mais ele possa perceber sua potencialidade e suas limitações, de modo a desenvolver-se até que tenha êxito e reconheça sua evolução.

Em se tratando da autorregulação, o estudante deverá expor ao outro qual sua proposta de resolução e seu planejamento em relação às estratégias que vai utilizar para atingir o objetivo da atividade, ou seja, sua planificação. Para Rosa (2011, p. 54), “somente

quando o sujeito regula ou monitora suas tarefas de cognição é que pode tirar benefícios dos fracassos, deixando de lado as estratégias inadequadas”.

Com esse objetivo, a terceira proposta didática para resolução de problemas em Física fica caracterizada pela troca entre colegas e pela explicitação no modo de pensar. A seguir apresentam-se exemplos de problemas em Física que podem ser guiados por esta proposta didática.

1. Deposita-se, uniformemente, carga elétrica no valor de $+4,8 \times 10^{-5}$ C sobre uma pequena esfera não condutora. Uma partícula com carga $-3,2 \times 10^{-6}$ C, colocada a 30 cm da esfera, sofre uma força atrativa de módulo 30 N. Outra partícula, com carga $-6,4 \times 10^{-6}$ C, colocada a 60 cm da esfera, sofrerá uma força atrativa de módulo, em N:
2. Uma chapa metálica quadrada tem a 0°C 2m de lado, e um orifício circular de 1mm de diâmetro, o coeficiente de dilatação linear do metal é $10 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Determinar a área da chapa (incluindo o orifício) a 100°C
3. Qual deve ser a distância entre a carga pontual $q_1 = 26,3 \mu\text{C}$ e a $q_2 = -47,1 \mu\text{C}$ para que a força elétrica atrativa entre elas tenha uma intensidade de 5,66 N?

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 9)

4. Uma pessoa de 80 kg salta de paraquedas e experimenta uma aceleração, para baixo, de 2.5 m/s^2 . O paraquedas tem 5 kg de massa.
- (a) Qual a força exercida, para cima, pelo ar sobre o paraquedas?
 - (b) Qual a força exercida, para baixo, pela pessoa sobre o paraquedas?

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 52)

Resolução de problemas com elaboração de predições

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

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

Rosa (2011, p. 142) menciona que a formulação de hipóteses durante a busca pela solução de um problema possibilita ao estudante “mobilizar os conhecimentos já presentes em suas estruturas cognitivas, construindo-os e reconstruindo-os de forma contínua e

progressiva. As hipóteses indicam que há “algo” a ser testado, verificado, no transcorrer da atividade”.

Frente a essa potencialidade representada pela formulação de hipóteses ou pelo predizer antes de iniciar a atividade, essa quarta proposta didática centra sua operacionalização nessa alternativa e infere a possibilidade de que o aluno, ao ler o enunciado, faça uma predição sobre o resultado a ser obtido na resolução do problema proposto. Dessa forma, o aluno deverá projetar a resposta descrevendo os argumentos para sua inferência. Além disso, no decorrer da resolução desse problema, ele deverá monitorar sua ação, e, ao final, avaliar e confrontar os resultados encontrados com as predições iniciais. Caso ele identifique uma discordância, deverá analisar se o erro está na formulação de sua hipótese ou no processo de resolução do problema.

A seguir apresentam-se exemplos de problemas em Física que podem ser guiados por esta proposta didática.

1. Um velocímetro comum de carro mede, na realidade, a velocidade angular do eixo da roda, e indica um valor que corresponde à velocidade do carro. O velocímetro para um determinado carro sai da fábrica calibrado para uma roda de 20 polegadas de diâmetro (isso inclui o pneu). Um motorista resolve trocar as rodas do carro para

22 polegadas de diâmetro. Assim, quando o velocímetro indica 100km/h, a velocidade real do carro é:

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

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

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

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

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

4. Um taco de sinuca atinge uma bola, exercendo uma força média de 50 N em um intervalo de 10 ms. Se a bola tivesse massa de 0,20 kg, que velocidade ela teria após o impacto?

(Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, p. 10)

Aplicação da proposta didática

Como forma de ilustrar a aplicação das quatro propostas didáticas, descreve-se na continuidade a oficina desenvolvida com alunos de um curso de licenciatura em Física e que foi estruturada em encontros e atividades extraclasse, perfazendo um total de 20 horas/aula. A oficina, na forma de um curso de extensão (“Metacognição: um apoio à resolução de problemas em Física”), teve como objetivo discutir os fundamentos da metacognição e abordar as quatro propostas desenvolvidas no estudo. Esta oficina que está descrita na dissertação de mestrado da primeira autora, teve como público alvo 13 acadêmicos que foram selecionados por livre adesão.

O cronograma a seguir ilustra a forma com a oficina foi estruturada e quais os conteúdos/tópicos abordados em cada encontro. A síntese do relato de cada encontro vem na sequência.

Quadro 4: Cronograma das atividades realizadas no curso de extensão

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

Fonte: Autores, 2017.

Primeiro encontro: fundamentos teóricos da metacognição

O primeiro encontro do curso iniciou pela apresentação da proposta de atividades, seus objetivos e cronograma. Na continuidade, ressaltou-se aos participantes – que serão aqui denominados de “estudantes” – a importância de terem um olhar crítico sobre as atividades a serem desenvolvidas e, como futuros professores, de associarem esses conhecimentos à prática pedagógica futura.

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

Antes de iniciar as explanações sobre os fundamentos teóricos da metacognição, conforme previsto no cronograma de atividades, foi realizada uma atividade com o intuito de resgatar conhecimentos prévios dos alunos e identificar seus entendimentos sobre ensino de Física e sobre o metacognição do curso. Para esse resgate dos conhecimentos prévios dos alunos, recorreu-se à técnica denominada brainstorming, que permitiu registrar palavras e expressões que os estudantes associam ao ensino de Física.

A partir dessas discussões realizadas pelos estudantes, abordou-se a relação sobre a realidade do ensino com o proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (2002), principalmente ao que concerne ao desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Foram citadas pesquisas como as desenvolvidas por Chi, Glaser e Rees (1982); Ribeiro (2003) e Rosa (2011), que apontam que um aluno autônomo é aquele que utiliza o pensamento metacognitivo, então, a par-

tir desse momento, iniciaram-se as discussões acerca da metacognição.

Para compreender melhor os conhecimentos prévios dos estudantes referentes ao tema metacognição, eles foram questionados sobre o significado do termo “metacognição” e o conceito envolvido. Esse resgate foi importante uma vez que proporciona a identificação do que os alunos sabem e permite estruturar a fala relativa ao conteúdo específico a ser abordado no tema. Após as intervenções dos estudantes, iniciou-se a explanação dos fundamentos teóricos e das estratégias metacognitivas, utilizando-se como recurso a apresentação de *slides* em PowerPoint.

Essa apresentação foi selecionada como ferramenta para nortear a fala do encontro que inicialmente abordou o significado do termo “metacognição” e suas múltiplas compreensões. Na sequência, foi apresentada a definição de metacognição segundo o proposto por Flavell (1976, 1979), acrescida das discussões dos estudos dele com Wellman (1977) e das contribuições de Brown (1987), especialmente no detalhamento do controle executivo e autorregulador. Tais discussões tiveram como referência as obras de Rosa (2011; 2014), que são as que nortearam o presente estudo, bem como foram complementadas com os trabalhos de Campanario e Otero (2000), Neto e Valente (2001) e Hinojosa e Sanmarti (2016).

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

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

Na sequência das discussões teóricas, foi abordado o uso de estratégia metacognitiva na leitura e interpretação de textos. O objetivo estava em fornecer elementos orientativos para que procedessem às leituras dos artigos para o próximo encontro, recorrendo à própria metacognição. Nesse sentido, foi apresentada a eles a estratégia metacognitiva desenvolvida por Jacobowitz (1990) denominada de “Author’s Intended Message” (AIM). Para a operacionalização dessa estratégia foi elaborado e entregue aos alunos um guia

orientativo para que eles procedessem à leitura do texto a partir dele. Além disso, foi entregue uma ficha de registros para ser completada no momento da leitura.

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

Segundo encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas

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

Após as discussões sobre o texto e a estratégia utilizada para leitura, iniciou-se uma explanação sobre resolução de problemas. Os estudantes foram questionados sobre como eles percebem a resolução de problemas no ensino de Física e responderam que essa é a estratégia mais utilizada pelos professores, contudo, geralmente associada à memorização. Na sequência, foi pedido que eles diferenciassem um problema de um exercício.

Na continuidade, deu-se prosseguimento ao encontro, apresentando as quatro propostas de orientação metacognitiva elaboradas e estruturadas para este estudo. Ao iniciar a apresentação das propostas, foram ressaltados os objetivos de seu desenvolvimento e da importância de os estudantes já se colocarem como professores ao utilizar cada uma das propostas e analisar a pertinência de aplicá-las em sala de aula.

Partindo da experiência dos estudantes, foram discutidas as relações entre aprender enquanto estudante e aprender na condição de professor. A experiência dos participantes contribuiu para enaltecer essas diferenças e mostrar que o modo como aprendemos nem sempre está relacionada ao modo como ensinamos. Portanto, o ser professor nos remete a dominar não apenas as estratégias de aprendizagem, mas também em transformá-las em estratégias de ensino. As atividades propostas neste estudo têm exatamente este intuito, o de possibilitar que o professor as utilize como estratégia de ensino, mediante o seu uso como

estratégia de aprendizagem pelos alunos do ensino médio.

Para iniciar a apresentação das propostas didáticas de orientação metacognitivas, objeto de discussão desse encontro, optou-se por utilizar o recurso do *power point*, apresentando duas delas nesse encontro e as demais no encontro subsequente, seguindo o cronograma. Após a explanação teórica sobre cada uma dessas propostas didáticas, entregou-se aos alunos uma lista com quatro situações-problema, sendo duas para serem resolvidas com a proposta de reelaboração do enunciado com a ilustração da situação-problema e duas com o uso de *prompts* orientativos, que representam as duas primeiras propostas didáticas deste estudo.

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

Terceiro encontro: Propostas didáticas de orientação metacognitivas para resolução de problemas

O terceiro encontro do curso iniciou com o resgate dos referenciais teóricos associados à resolução de problemas e ao modo como ela pode ser associada à metacognição, dentro da proposta deste estudo.

Após essas discussões iniciais, foram apresentadas as outras duas propostas didáticas de orientação metacognitiva para resolução de problemas: resolver o problema com auxílio do colega e de elaboração de previsões. Foram discutidos os objetivos de cada uma das propostas e seus fundamentos teóricos. Novamente para isso foi utilizado o *power point* e, ao final, cada aluno recebeu material com questões para serem resolvidas utilizando as duas propostas em discussão.

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

Já nesse momento eles começaram a ter que resgatar seus conhecimentos acerca de si mesmos e sobre o tipo da tarefa, segunda variável presente na componente conhecimento do conhecimento. “O conhecimento das variáveis da tarefa está relacionado às suas demandas, representadas pela abrangência, extensão

e exigências envolvidas na sua realização. É a identificação pelos sujeitos das características da tarefa em pauta, tanto em termos do que ela é, como do que envolve” (ROSA, 2014, p. 27, destaque da autora).

Dessa forma, a oportunidade de escolher parceiros a partir de características pessoais e da tarefa a ser executada oportuniza a tomada de consciência sobre seus próprios conhecimentos e impulsiona a ação executiva que nesse caso será realizada em parceria. O aluno *expert*, ao compartilhar com o novato, faz com que ambos experienciem essas etapas ao longo da resolução do problema. O *expert* se desenvolve ao resgatar seus pensamentos e ações, paralelamente, o novato internaliza novos conhecimentos de conteúdo e também ligados aos processos autorregulatórios.

A segunda proposta de resolução de problemas metacognitiva a ser trabalhada nesse encontro e a quarta do estudo apontaram para a importância de elaborar hipóteses antes de iniciar a atividade. As atividades que envolvem elaboração de hipóteses ou previsões, segundo Rosa (2011, p. 142), têm a possibilidade de mobilizar, construir e reconstruir de forma progressiva os conhecimentos disponíveis na estrutura cognitiva dos estudantes.

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

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

O quarto encontro iniciou pelas discussões sobre a forma como haviam sido realizadas as situações-problema apresentadas no material entregue no encontro anterior.

Após as reflexões de cada estudante frente às propostas abordadas no curso e as situações-problemas apresentadas, passou-se a debater sobre a viabilidade delas em termos de aplicação na escola. A seguir, foi discutido sobre o uso das quatro propostas didáticas, de modo individual.

Para finalizar as discussões, foi solicitado aos estudantes que falassem sobre uma visão geral a respeito das quatro propostas e como eles as utilizariam em suas atividades docentes.

Reflexões finais

As propostas apresentadas representam alternativas para os professores. A seleção de qual proposta irão utilizar pode ser feita mediante o tipo de problema a ser realizado ou mesmo diante das características da turma/estudante. Assim, pressupõe-se que o professor ou o aluno poderá guiar suas escolhas frente ao conteúdo ou o tipo de problema que se apresenta. Não há, portanto, uma proposta específica para cada tipo de problema ou conteúdo, mas sim a orientação de que a escolha seja acompanhada da identificação de características do problema, do sujeito ou da turma.

Tal orientação encontra-se apoiada na própria metacognição, em que a primeira componente apresenta a necessidade de que os sujeitos identifiquem seus conhecimentos e possam, a partir deles, proceder às suas escolhas. É uma tomada de consciência sobre o que eu sei sobre mim e sobre a tarefa a ser executada, e essa identificação regula minha ação executiva. Evidentemente que, em um contexto de sala de aula, muitas vezes, as decisões precisam ser coletivas e, nesse caso, o professor poderá tomar a decisão e indicar a proposta que ele deseja que os alunos devam utilizar.

Contudo, o ideal é que os alunos conheçam as quatro propostas e procedam às suas escolhas.

Para que isso ocorra, vale lembrar o mencionado por Monereo (2001), de que para os professores aplicarem estratégias metacognitivas é necessário que também tenham se servido delas em suas próprias aprendizagens. Portanto, a estrutura de oficina apresentada nesta obra possibilita um momento de aproximação de professores em formação inicial com o tema da metacognição e as propostas de resolução de problemas, contribuindo com a oportunidade de aprender, analisar e discutir novas alternativas didáticas.

A realização de uma oficina pedagógica relacionada à metacognição, na qual foram abordadas propostas para a resolução de problemas, com orientação metacognitiva, revelou-se uma oportunidade de inserir práticas pedagógicas voltadas a qualificar o processo de aprendizagem em Física e contribuir para a instituição de um novo modo de pensamento. Sobre isso, ainda, destaca-se que o curso oferecido, bem como este texto de apoio, apresentam um potencial em termos de oportunizar subsídios teóricos para ações docentes futuras, bem como propostas práticas de como os professores podem utilizar a evocação do pensamento metacognitivo durante as atividades de resolução de problemas em Física.

Referências bibliográficas

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

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

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

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

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

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

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

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

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

DUNLOSKY, John et al. Improving students' learning with effective learning techniques: promising directions from Cognitive and educational psychology, *Psychological Science in the Public Interest*, v. 14, n. 1, p. 4-58, 2013.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

POZO, Juan Ignacio. Estrategias de aprendizaje. In: PALACIOS, Jesus; MARCHESI ULLASTRES, Álvaro; COLL SALVADOR, César. *Desarrollo psicológico y educación*. v. 2, 1990. p. 199-221.

_____; POSTIGO, Yolanda. *Los procedimientos como contenidos escolares: uso estratégico de la información*. 2000.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: reflexão e crítica*. 2003.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da. Laboratório didático de Física da Universidade de Passo Fundo: concepções teórico-metodológicas. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2001.

_____; ROSA, Álvaro Becker. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, 2005.

_____; PINHO-ALVES, Jose. A dimensão metacognitiva na aprendizagem em Física: relato das pesquisas brasileiras. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 3, p. 1117-1139, 2009.

_____. *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

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

_____; ROSA, Álvaro B. Ensino de Física por estratégias metacognitivas: análise da prática docente. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 11, n. 1, 2016.

_____; DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Álvaro Becker da. A ação didática como ativadora do pensamento metacognitivo: a análise de um episódio fictício no ensino de Física. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 1, p. 3-22, 2014.

_____; SANTOS, Ana Cláudia; RIBEIRO, Cássia. Pensamento metacognitivo em estudantes do ensino médio: elaboração, validação e aplicação de um instrumento. CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 4, Santo Ângelo, 2017. (no prelo).

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

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

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

Sobre as autoras

Caroline Maria Ghiggi – Professora da rede privada de ensino no município de Passo Fundo, RS. Graduação em Física pela Universidade de Passo Fundo, Especialização em Física para a Educação Básica e mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade de Passo Fundo.

Cleci Teresinha Werner da Rosa – Professora do Curso de Física na Universidade de Passo Fundo, RS e docente Permanente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e no Programa de Pós-Graduação em Educação ambos na Universidade de Passo Fundo. Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina, SC. Autora da obra *Metacognição no Ensino de Física: da concepção à aplicação*, publicado pela UPF Editora e de diversos artigos envolvendo o tema “metacognição”.