

## **A Ação Didática Como Ativadora do Pensamento Metacognitivo: a análise de um episódio fictício no ensino de física**

(Teaching action as a drive for metacognitive thinking: analysis of a fictional episode in physics teaching)

**CLECI WERNER DA ROSA, LUIZ MARCELO DARROZ e ÁLVARO BECKER DA ROSA**

Curso de Física – Universidade de Passo Fundo/RS ([cwerner@upf.br](mailto:cwerner@upf.br), [ldarroz@upf.br](mailto:ldarroz@upf.br), [alvaro@upf.br](mailto:alvaro@upf.br))

**Resumo:** O presente texto refere-se a uma pesquisa de natureza teórico-reflexiva referente à importância da evocação do pensamento metacognitivo na aprendizagem em Física. O objetivo é descrever e analisar uma situação fictícia de sala de aula, a qual permitirá identificar momentos em que o professor pode fomentar o uso do pensamento metacognitivo de forma explícita nas aulas de Física. Como resultado, destaca-se a importância de que o professor organize suas ações didáticas de modo metacognitivo e que, ao desenvolvê-las em sala de aula, aja de maneira a permitir que os estudantes evoquem essa forma de pensamento. Além disso, o texto discute como a ação do professor poderá contribuir para provocar sentimentos que favorecem a aprendizagem.

**Abstract:** The present text refers to a theoretical-reflective research regarding the importance of metacognitive thought evocation on learning physics. The aim is to describe and analyze a fictional classroom situation, which allows identifying moments when the teacher may encourage the use of metacognitive thought explicitly in physics lessons. As a result, it is stressed the importance for teachers to organize their teaching actions in a metacognitive manner and that, by developing them in the classroom to allow the students to evoke this way of thinking. In addition, the text seeks to discuss how the effort of the teacher may contribute to produce feelings that favor learning.

**Palavras-chave:** Pensamento metacognitivo, ação didática, ensino de física

**Keywords:** Metacognitive thinking, teaching action, physics teaching

### **Introdução**

As transformações vivenciadas na sociedade de hoje, fruto de rápidos avanços nos meios e nos modos de produção, apontam para a necessidade de uma nova escola. O sistema educacional precisa se adaptar às novas exigências do mundo contemporâneo, assumindo seu papel nesse processo. Não cabe mais uma escola como as presentes no século XIX e que acabaram por se perpetuar no passado, no qual o ensino se centrava na reprodução dos conteúdos historicamente acumulados pela humanidade, primando pela memorização de fatos, fenômenos, datas, etc.

Nesse sentido, Demo menciona que

A produtividade econômica moderna baseia-se num trabalhador capaz de saber pensar, de participar de processos decisórios, de avaliar qualidade dos processos, formular raciocínio lógico-abstrato, discutir com conhecimento de causa e assim por diante. Está passado o tempo de valorização dos “treinamentos”, porque estes atrelam o trabalhador ao desempenho prático da máquina. Como esta, inapelavelmente, decai para sucata, leva com ele o trabalhador. Para evitar isto, o trabalhador precisa desde logo de sólida e

renovada formação básica, que lhe permite sempre reciclar-se, refazer-se e repensar-se. (DEMO, 1993, p. 218).

Esse modelo de escola obsoleto, mencionado pelo autor, pouco tem contribuído para a formação de sujeitos críticos e atuantes na sociedade, tampouco vem lhes conferindo condições para que busquem conhecimentos e informações de forma autônoma, como meio de se manter em sintonia com as mudanças científicas e tecnológicas da atualidade. Hoje, as escolas necessitam ensinar seus estudantes a buscar conhecimento, a localizar informações, evidenciando a importância de que participem de sua aprendizagem e a gerenciem, julgando e avaliando as informações. Assim, esse novo século aponta para uma nova escola, cujo papel fundamental passa a ser o de desenvolver mecanismos favorecedores da aprendizagem, do aprender a aprender e de fazê-lo com autonomia.

Nesse contexto, a metacognição, como estratégia de ensino e de aprendizagem destinada a conduzir o estudante a buscar o conhecimento, a aprender a aprender, vem ganhando espaços cada vez mais significativos no sistema educacional. Mesmo que não se trate de um conceito recente, pois emana da década de 1970, vem sendo associada, aos poucos, ao ensino e se confirmando como uma importante alternativa para conduzir o processo de aprendizagem. Além disso, vem se mostrando eficiente no auxílio a estudantes com dificuldades de aprendizagem, uma vez que passa a considerar questões como a motivação e a autoestima.

Em termos educacionais, a metacognição tem sido justificada sob duas perspectivas: uma atrelada à formação de cidadãos aptos a aprender a aprender, conferindo uma autonomia crescente a esses estudantes, de modo a permitir uma aprendizagem contínua ao longo de sua vida; e outra, não desvinculada da anterior, vem a considerando na promoção de estratégias de aprendizagem, que, conforme Veiga Simões (2005), representa a tomada de consciência, intencionalidade e controle cognitivo nas situações de aprendizagem. Assim, cabe ressaltar que essas duas perspectivas estão em sintonia e se complementam, uma vez que a primeira enfatiza a importância da formação de cidadãos capazes de enfrentar situações desafiadoras, de propor soluções para os diferentes problemas, enquanto a segunda agrega à anterior a necessidade de o estudante utilizar tais estratégias desde as questões vinculadas as suas dificuldades de aprendizagem no ambiente escolar.

A partir da importância da metacognição como meio favorecedor da aprendizagem, surge a questão referente à sua utilização em sala de aula. Mais especificamente, indaga-se: de que forma o professor pode proporcionar situações que levem os estudantes a recorrer ao pensamento metacognitivo? E de que modo esse tipo de pensamento favorece a aprendizagem dos conteúdos abordados em Física?

Estudos como os desenvolvidos por Chi e colaboradores (1982, 1989) mostram que a evocação do pensamento metacognitivo é um dos diferenciais entre os estudantes com algum sucesso em Física e os que apresentam dificuldades na compreensão dessa ciência. Intencionalmente ou não, os estudantes considerados *experts* em tal disciplina recorrem a essa forma de pensamento metacognitivo, o que não é observado nos estudantes considerados novatos.

Como exemplo, menciona-se a pesquisa desenvolvida por Chi et al. (1982) que descreve a diferença de atitude observada entre os dois tipos de estudantes mencionados, no momento em que realizam uma atividade experimental envolvendo o estudo do plano inclinado. Os novatos buscam apenas identificar tópicos específicos de descrição da queda dos corpos no plano, limitando seus conhecimentos a questões de procedimento, ao passo que os *experts* procuram identificar a queda dos corpos em termos dos princípios fundamentais da mecânica newtoniana.

Larkin (1983), por sua vez, evidenciou que o comportamento dos *experts*, na busca pela solução de um problema, é distinto do dos novatos. Segundo o autor, somente após terem estabelecido uma representação mental da situação física referente ao problema, recorrendo a aspectos de identificação com estruturas já existentes em seu pensamento, é que os *experts* partem para a solução algébrica (aplicação da fórmula). Esse tipo de comportamento caracteriza um procedimento em que o pensamento metacognitivo está presente e guiando a aprendizagem.

A partir desses estudos e imbuído do desejo de potencializar essa forma de pensamento no contexto escolar, o presente estudo tem por objetivo descrever e analisar uma situação fictícia de sala de aula, a qual permitirá identificar momentos em que o professor pode fomentar o uso do pensamento metacognitivo de forma explícita nas aulas de Física.

Tendo como pressupostos os estudos desenvolvidos por Rosa e Pinho-Alves, (2008, 2009) e Rosa (2011), o presente texto estabelece como recorte a descrição de uma amostra de como os professores podem ativar esse pensamento desde o momento

em que apresentam os conteúdos de estudo no contexto escolar. Para isso, expõe-se, inicialmente, o conceito de metacognição a ser assumido aqui e que decorre de estudos anteriores; na continuidade, busca-se aproximar esse conceito do ensino de Física (Ciências); na sequência, descreve-se uma situação física fictícia referente a uma aula da disciplina, fornecendo e analisando os elementos que potencializam a evocação dessa forma de pensamento por parte dos estudantes.

## **Metacognição**

O termo “metacognição” apresenta uma variedade de definições na literatura, conforme evidenciado por Rosa (2011). Contudo, mesmo diante da diversidade de definições, observa-se, claramente, que em termos pedagógicos existe um núcleo comum, que se mantém fixo, relativo ao controle cognitivo exercido por um conjunto capacitado de mecanismos internos que permitem armazenar, produzir e avaliar informações, assim como controlar e autorregular o próprio funcionamento intelectual. Essa compreensão mais geral permite que distintas áreas se aproximem do termo, ocasionando a difusão e a diversificação encontradas na literatura para o conceito.

A definição assumida por Rosa (2011) e adotada neste estudo é a clássica de Flavell (1976, 1979), na qual a *metacognição é o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somada ao controle e à orquestração desses mecanismos*. Nesse sentido, o conceito compreende duas componentes: o *conhecimento do conhecimento* e o *controle executivo e autorregulador*.

Para a componente conhecimento do conhecimento, estão sendo consideradas as variáveis apresentadas por Flavell e Wellman (1977) em seus estudos sobre memória (pessoa, tarefa e estratégia), ao passo que, para o controle executivo e autorregulador, consideram-se as operações executivas decorrentes do detalhamento de Brown (1978, 1987) nos estudos sobre leitura e interpretação de textos (planificação, monitoração e avaliação).

Detalhando-se as variáveis e as operações mencionadas, tem-se que as variáveis da pessoa, da tarefa e da estratégia, assim como de suas relações, resultam das crenças do indivíduo como ser cognitivo; é o conhecimento que as pessoas têm sobre elas mesmas, o qual afeta o seu rendimento na realização de suas tarefas (aprendizagem). É

estabelecido por meio da tomada de consciência das próprias variáveis mencionadas, bem como pelo modo como interagem e influenciam no alcance do objetivo cognitivo.

O conhecimento das variáveis da pessoa (ou pessoais) é representado pelas convicções que os indivíduos apresentam sobre si mesmos e em comparação com os outros. É o momento em que identificam como funciona seu pensamento, como se processam as informações que lhes são fornecidas, caracterizando-se pela identificação de crenças, mitos e conhecimentos em si e no outro. O conhecimento das variáveis da tarefa está relacionado às suas demandas, representadas pela abrangência, pela extensão e pelas 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 ela envolve. Os conhecimentos das variáveis relacionadas à estratégia vinculam-se ao “quando”, “onde”, “como” e “por que” aplicar determinadas estratégias. É o momento em que o sujeito se questiona sobre o que precisa ser feito e quais os caminhos a serem seguidos para atingir o objetivo.

Flavell (1979) lembra que o conhecimento metacognitivo resulta da integração dessas variáveis, que, por sua vez, não são independentes, mas compõem um conjunto no qual estão interligadas, constituindo o conhecimento do conhecimento que o sujeito precisa ter para desenvolver suas atividades (atingir objetivos) de forma mais eficaz. Ribeiro (2003) esclarece que as variáveis interagem entre si, de modo que faz sentido dizer, por exemplo, que o aprendiz X, porém não o Y, utiliza a estratégia A mais do que a B, porque em tal tarefa é mais adequada a ele do que ao outro. Flavell, Miller e Miller exemplificam essa mesma combinação entre as variáveis, assinalando: “[...] você sem dúvida selecionaria uma estratégia de preparação diferente se tivesse que fazer uma palestra sobre algum tópico do que se somente precisasse assistir a uma palestra dada por outra pessoa.” (1999, p. 127).

O mecanismo de controle executivo e autorregulador, por seu turno, caracteriza as operações necessárias para ativação do pensamento de natureza metacognitiva e pode ser sintetizado por 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. Brown (1987) menciona que o planejamento somente poderá ocorrer à medida que o sujeito conhecer o problema em sua forma global e iniciar a busca pela solução. O planejamento inicial é relativamente completo, hierárquico e sujeito a refinamentos em seus níveis mais

baixos. Entretanto, em qualquer ponto do planejamento, as decisões do sujeito oferecem oportunidades para o desenvolvimento do plano, consistindo em ações independentes e decorrentes de decisões influenciadas pelo conhecimento do sujeito. A decisão que ele toma durante a planificação das ações permite-lhe interagir com os dados disponíveis, podendo influenciá-los ou ser por eles influenciado. Brown (1987, p. 87) afirma que um bom planejador faz planos e toma decisões com base nesses planejamentos, que são influenciados por seus conhecimentos de mundo.

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

A avaliação identifica-se com os resultados atingidos em face do fim visado, podendo, eventualmente, ser definida pelos critérios específicos que a envolvem. No âmbito escolar, esse é o ponto 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 decorrer.

Resumindo o exposto, considera-se a metacognição na perspectiva de Flavell, assumindo que suas componentes estão interpretadas à luz de distintos referenciais de pesquisa presentes na literatura. Assim, para a componente conhecimento do conhecimento, estão sendo consideradas as variáveis apresentadas por Flavell e Wellman em seus estudos sobre memória (pessoa, tarefa e estratégia), ao passo que, para o controle executivo e autorregulador, consideram-se as operações executivas decorrentes do detalhamento de Brown nos estudos sobre leitura e interpretação de textos (planificação, monitoração e avaliação).

## Ensino de Ciências (Física)

No campo educacional, os estudos de Coll (1986), Brown (1978, 1987, 1997), Pozo (1990, 1999), Silva e Sá (1993), Mayor et al. (1995), Monereo e Castelló (1997), Monereo (2001), entre outros, evidenciam que a metacognição se faz presente por meio de estratégias de aprendizagem. Campanario e Otero corroboram tais evidências, destacando que, no ensino de ciências, “a dimensão ativa da metacognição se manifestaria, pois, no uso de *estratégias*”. (2000, p. 163, destaque dos autores, tradução nossa).

O uso de estratégias tem sido apontado como favorecedor de uma aprendizagem significativa ao provocar desafios e oportunidades nas quais o estudante mediado pelo professor é levado a construir e reconstruir seu próprio conhecimento. Particularmente, o processo torna-se mais rico quando tais estratégias de aprendizagem contemplam, além das metas cognitivas (atingir um objetivo), as de âmbito metacognitivo (compreender como atingir o objetivo), pois levam os estudantes a entender não apenas os conhecimentos específicos, mas também os mecanismos internos que lhe permitiram a construção desses conhecimentos.

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

Pesquisadores como Campanario e Otero enfatizam que as estratégias de aprendizagem metacognitivas têm sido apontadas como relevantes quando aproximadas ao ensino de Física (Ciências), destacando que podem atuar como mecanismos que

detectam falhas de compreensão nos estudantes. Essa situação, entendem os autores, proporciona a identificação do porquê dos estudantes não compreenderem, levando-os a buscar alternativas de solução. Salientam, ainda, que as dificuldades de aprendizagem podem estar relacionadas a concepções errôneas, cuja identificação via metacognição pode ser mais frutífera e proveitosa, pois atua no plano da tomada de consciência, o que favorece seu reconhecimento, abrindo caminho para a construção do novo conhecimento. (CAMPANARIO e OTERO, 2000).

Outro aspecto vinculado à aprendizagem em Física (Ciências) é a presença da metacognição na mudança conceitual. Tema polêmico e de vasta bibliografia, a mudança conceitual pressupõe que a aprendizagem significativa ocorre à medida que os estudantes tomam consciência da inadequação de suas concepções, renunciando a elas em favor dos conceitos científicos. Tal modelo inspirou a elaboração de várias estratégias de ensino, dentre as quais a que envolve a metacognição. Essa aproximação decorre da possibilidade de, por meio da metacognição, os estudantes tornarem-se mais conscientes de sua própria aprendizagem e das estratégias que lhes são favoráveis. A utilização do pensamento metacognitivo significa fornecer instrumentos que permitam ao estudante a seleção do conhecimento necessário para sua aprendizagem. Esse pensamento pode atuar, ainda, como um agente transformador que promova a reestruturação dos conhecimentos decorrentes das crenças epistemológicas, tidas como obstáculo para aprendizagem em Ciências.

Hewson e Thorley (1989) mostram que o monitoramento proporcionado pela utilização do pensamento metacognitivo leva o estudante a identificar o *status* das próprias concepções. O questionamento sobre o que sabe lhe proporciona a identificação do grau de inteligibilidade do conhecimento adquirido, por meio de perguntas referentes ao seu convencimento do novo conhecimento.

Moreira e Grega (2003), ao analisar o trabalho de David Schuster intitulado “From ‘misconceptions’ to ‘richconceptions’”, apresentado no “Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics”, na Cornell University, em 1993, relatam que o autor chama a atenção para a utilização da metacognição como um meio de provocar mudança conceitual. Para Schuster, uma estratégia instrucional alternativa para a mudança conceitual seria enriquecer a compreensão conceitual, juntamente com a metacognição. Considera, para isso, as situações de forma global, contextual, nas quais são postos em jogo os múltiplos

conceitos e terminologias relacionados aos modos de pensamento não claros do aprendiz, incluindo as noções de seu uso cotidiano, acompanhados de uma discriminação (ênfase agregada) conceitual consciente. Entretanto, Moreira e Grega (2003) alertam que essa consideração de Schuster ainda permanece obscura na literatura, carecendo-se de estudos mais profundos e de mais dados empíricos para a verificação de sua validade.

A utilização da metacognição no ensino pode ser verificada em diferentes ações didáticas empregadas no ensino de Física, tais como: leitura e interpretação de textos, resolução de problemas, atividades experimentais, dentre outras. Nessas ações, o importante é fazer que os estudantes recorram aos seus pensamentos metacognitivos enquanto recurso de aprendizagem. Para isso, alertam os estudos de Chi e colaboradores, é necessário que este se faça de forma explícita, seja pelo professor, seja pelo livro didático. Advertem os teóricos que os exemplos resolvidos nesses livros não oferecem recurso metacognitivo como meio de os estudantes recorrerem a essa forma de pensamento, a fim de transpor o exemplo resolvido à nova situação proposta pelos autores. Além disso, o estudo mostra que os estudantes que conseguem entender as explicações contidas nos exemplos e, com base nelas, resolver os novos problemas são os que operam a capacidade de generalização pela utilização do pensamento metacognitivo, mesmo que implicitamente. Chi et al. inferem: “[...] sugerimos que um bom estudante ‘entende’ uma solução de exemplo e consegue generalizar por que ele ou ela faz um esforço consciente para verificar as condições de aplicação das etapas de solução, além do que é mencionado explicitamente”. (1989, p. 149, destaque dos autores, tradução nossa).

Ao lado da necessidade de explicitar, os autores reforçam que toda instrução também necessita dar as condições da evocação, o que significa deixar claro as condições para que isso ocorra, mostrando quando e como devem ser utilizadas pelo estudante. Rosa (2011) destaca que, se o desejo é que os estudantes recorram ao seu pensamento metacognitivo, faz-se necessário ativá-lo, o que aponta para a importância de se desenvolverem alternativas didáticas como meio de subsidiar a ação do professor.

Nessa perspectiva, Vieira (2001) mostra que uma das formas de trazer para a sala de aula ações pautadas na exploração do pensamento metacognitivo dos estudantes está na proposição de atividades que possibilitem o uso dessas estratégias, como a resolução de problemas, por exemplo. De modo mais abrangente, Monereo e Castello

(1997) destacam o papel fundamental do professor nesse processo, afirmando ser necessário que este evidencie para os estudantes a importância da metacognição na aprendizagem, ressaltando três aspectos que precisam estar presentes na ação docente.

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

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

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

Lafortune e Saint-Pierre (1996), ao discutir modelos de intervenção em aulas de matemáticas, destacam aspectos de ordem afetiva e metacognitiva como importantes no sucesso dos estudantes. Em termos metacognitivos, as autoras mencionam a importância do conhecimento sobre as pessoas, sobre as tarefas a executar e sobre as estratégias. Nesse sentido, observam que, em matemática, professores e alunos têm conhecimentos, convicções ou intuições relativas às pessoas (algumas são fortes em álgebra, enquanto outras calculam mentalmente com exatidão e rapidez, ou, ainda, algumas não dispõem de noções prévias para abordar um novo curso); detêm

conhecimentos sobre as tarefas (é mais fácil resolver um exercício cujo modelo já está resolvido, do que um problema novo); e, ainda, apresentam conhecimentos relativos às estratégias (que o desenho de um gráfico, por exemplo, poderá ajudar a solucionar um problema geométrico). Assim, as autoras chamam a atenção para este fato: “Os conhecimentos metacognitivos não são exatos. Mas, verdadeiros ou falsos, eles influenciam grandemente a eficácia da gestão dos processos mentais” (LAFORTUNE e SAINT-PIERRE, 1996, p. 23). Continuam as autoras: “A gestão da atividade mental consiste numa série de reflexões que acompanham a atividade cognitiva, bem como uma sequência de decisões visando, seja prosseguir a atividade, seja modificá-la.” (LAFORTUNE e SAINT-PIERRE, 1996, p. 24).

### **O episódio fictício**

Considerando a necessidade de propor alternativas para que os professores percebam como podem contribuir para a ativação do pensamento metacognitivo nos estudantes durante suas aulas, descreve-se na sequência um episódio fictício, vinculado a uma aula de Física no Ensino Médio. Nesse episódio, o professor busca, por meio de situações didáticas simples, ativar o pensamento metacognitivo dos estudantes.

A investigação está centrada, assim, na ação docente e na forma como o pensamento metacognitivo pode ser ativado no grupo. Para efeitos de estudo, seleciona-se um dos estudantes presentes à aula e que apresenta dificuldades na aprendizagem em Física, tomando-o, juntamente com o professor, como sujeito da pesquisa. O objetivo é trazer à discussão evidências de como ações didáticas simples podem ser ativadoras de uma forma de pensamento considerada favorecedora da aprendizagem, principalmente para estudantes que apresentam dificuldades de compreensão nessa área do conhecimento, conforme mostraram os estudos de Chi et al. (1989).

Durante a aula de Física em análise, o professor inicia os estudos referentes às Leis de Newton, apresentando, num primeiro momento, o princípio da inércia. O estudante, sujeito da pesquisa, mantém-se atento às explicações do professor, contudo, encontra dificuldades para compreender o princípio em pauta. Mesmo assim, se esforça, sabendo da importância desse conteúdo e devido ao seu desejo por boa nota na disciplina. Inicialmente, tenta buscar uma relação com o conteúdo anterior, estudo dos movimentos curvilíneos; logo após, verifica que não consegue estabelecer uma relação

imediate e então recorda que o termo “inércia” já lhe foi apresentado no ano anterior, porém pouca coisa lembra.

Diante da dificuldade em compreender, o estudante fica atento aos exemplos utilizados pelo professor para ilustrar o princípio e percebe que é necessário se esforçar mais e ficar ainda mais atento às explicações dadas, aumentando sua concentração. O professor, por sua vez, ao perceber a dificuldade desse e de outros estudantes, recorre a exemplos vinculados ao cotidiano, desvelando um processo que, mesmo sem intencionalidade, se revela de natureza metacognitiva. Entre os exemplos, ele relata o uso do cinto de segurança, e imediatamente o estudante se lembra de uma situação vivenciada durante uma viagem com sua família. Em seguida, percebe que está desviando sua atenção da aula e busca se concentrar nas explicações do professor. Ao mesmo tempo, a situação relatada no exemplo lhe traz boas recordações, mas, ainda assim, ele busca retomar sua atenção na aula.

Diante de uma situação que parecia de dificuldade, o professor procura ilustrar o fenômeno em estudo, realizando um experimento demonstrativo. O experimento consiste em colocar um cartão com uma moeda na parte superior do copo vazio. Ao puxar o cartão rapidamente, a moeda cai dentro do copo, evidenciando a tendência que os corpos têm em permanecer no estado em que se encontram. A realização da atividade experimental despertou o interesse dos estudantes, principalmente do aluno personagem desta história fictícia, que logo fez alusão a mágicas. Essas, por um lado, lhe provocaram curiosidade, mas, por outro, lhe trouxeram lembranças negativas de sua infância.

O professor, ao perceber que a situação está sendo convincente e importante para alguns, mas não para todos, sugere que os estudantes procedam a uma seleção da(s) situação(ões), dentre as descritas na aula, que mais lhe convenha(m) na busca por identificar e compreender o fenômeno em estudo. O registro deveria ser feito em papel e também transposto a novas situações não mencionadas na aula.

A atitude do professor levou a que o estudante observado identificasse, em seus pensamentos, a relação entre seus sentimentos e o aprendizado. Com base nisso, foi possível identificar que, ao experimentar uma sensação de repúdio, o aprendizado fica comprometido, uma vez que é difícil dissociar os sentimentos dos conteúdos. De forma análoga à experimentada por esse estudante, muitos outros vivenciam essa relação na

sala de aula e, por vezes, desviam suas atenções, por relacionarem o conhecimento a situações vivenciais frustrantes, o que prejudica a compreensão dos conteúdos escolares.

A história relatada é um exemplo típico de que os estudantes utilizam pensamentos metacognitivos durante sua aprendizagem, mesmo que de forma inconsciente. Ou seja, o estudante mencionado monitorou e regulou sua cognição, ao buscar aumentar sua concentração nas explicações do professor e ao estabelecer relações com situações por ele vivenciadas. Tomando por referência o modelo de monitoração cognitiva de Flavell, o conhecimento metacognitivo desse estudante aparece tanto na associação com os conhecimentos anteriores como na busca por entender o conteúdo através dos exemplos. Associadas a esse conhecimento metacognitivo estão as experiências metacognitivas. Estas aparecem no momento em que o estudante verifica ter dificuldades para compreender o conteúdo abordado pelo professor, no resgate de suas experiências pessoais por meio das lembranças vinculadas à sua família, e, ainda, no seu sentimento de repúdio, quando da relação com a mágica, uma vez que a situação também o remete a vivências anteriores, diante das quais já havia experimentado um resultado negativo.

Considerando, também, o modelo de monitoramento cognitivo de Flavell e o exemplo referenciado, percebe-se, claramente, que há um objetivo claro explicitado pelo estudante no desejo de compreender o conteúdo, seja para manter sua boa nota na disciplina ou por interesse no conteúdo. Esse objetivo é de ordem metacognitiva, pois envolve o alcance de algo que deseja. Para isso, o estudante traça uma estratégia metacognitiva: ao perceber que teria dificuldades para compreender o conteúdo, mantém-se atento aos exemplos dados e aumenta seu grau de concentração.

O exemplo ilustra que a metacognição envolve uma monitoração ativa e sua consequente regulação dos processos cognitivos para alcançar objetivos associados à aprendizagem. Tendo como base os estudos de Brown, complementares aos de Flavell pode-se dizer que essa monitoração ativa e sua regulação exigem a tomada de consciência, o conhecimento do conhecimento, mas também exigem a regulação desse conhecimento, que abrange mecanismos autorregulatórios quando da realização da tarefa, como a planificação, a revisão e a avaliação das realizações cognitivas. Ressalta-se que tais situações podem representar a necessidade de que o sujeito esteja consciente dos processos a serem utilizados na busca pela solução de uma tarefa, pelo menos inicialmente, podendo se tornar automatizados com o decorrer do tempo. Por exemplo,

o uso da estratégia simples do estudante para aumentar a concentração pode ter sido uma escolha consciente, mas também pode ter sido uma resposta automática não consciente desenvolvida em anos de aprendizado.

O exemplo em análise neste texto evidencia a utilização do pensamento metacognitivo, mesmo que o estudante não tenha total consciência de que o está utilizando. Contudo, mostra, também, aspectos em que o professor poderá explorar e favorecer a ativação desse pensamento em suas exposições de conteúdos, pois se sabe que nem todos os estudantes conseguem ativá-lo de forma espontânea.

A possibilidade de ofertar diferentes situações de aprendizagem, no momento da apresentação do conteúdo, evidencia a relevância do papel do professor como ativador do pensamento e de sentimentos nos estudantes. Nessa perspectiva, é importante ressaltar que, se, por um lado, um sentimento positivo pode ativar a aprendizagem e ser favorável a ela; por outro, um sentimento negativo poderá atuar negativamente na aprendizagem e prejudicar a identificação dos conhecimentos por parte dos estudantes, reduzindo sua capacidade de regulação da ação ou do pensamento. No caso do estudante personagem da descrição, é possível que tal atitude o leve a bloquear os sentimentos antes instaurados, principalmente os relacionados a aspectos positivos. Mesmo que ele tenha demonstrado utilizar estratégia metacognitiva no momento em que tomou consciência de que necessitava aumentar sua concentração para compreender o conteúdo, tais ferramentas poderão se tornar ineficazes na sua aplicação dos conteúdos em estudo, caso o professor não possibilite uma reflexão e um autoconhecimento.

### **O papel do professor no episódio**

A situação narrada e analisada permite que se identifique a necessidade de entender a escola como espaço de construção de mecanismos favorecedores da aprendizagem, e não como mera reprodução de conhecimentos. Os professores, por sua vez, são os mediadores da aprendizagem e devem possibilitar a emergência de planos pessoais ligados a essa apropriação. Brown (1987) reforça esse posicionamento, mencionando a importância do professor na preparação dos estudantes, não apenas para reter conhecimentos, mas também para planejar e monitorar suas próprias atividades que levaram a essa apropriação.

No episódio, percebe-se que o professor, mesmo sem ter consciência de que sua conduta favorece a evocação do pensamento metacognitivo, utiliza sua percepção

docente para possibilitar aos estudantes uma reflexão e uma retomada nas situações descritas, de modo a visualizar a que melhor lhes convém. A diversidade de possibilidades, de narrativas; a riquezas de exemplos; a oportunidade de ouvir e debater com os estudantes constituem um importante instrumento na busca por estabelecer conexões entre o que o já se sabe e o novo, mas também para estabelecer vínculos com os sentimentos e desses com os conhecimentos.

A questão que se apresenta é como o professor pode chegar a essa identificação, à percepção do que está sendo favorável e do que não está sendo favorável ao estudante. Nesse sentido é que a metacognição se mostra uma importante ferramenta, pois o estudante consciente, aquele que recorre ao pensamento de natureza metacognitiva, é capaz de selecionar o que melhor lhe convém e beneficia sua aprendizagem. Ele próprio se encarregará de selecionar as situações e os caminhos que lhe são favoráveis à aprendizagem.

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. Todo esse aprendizado poderá ser construído em sala de aula, desde que o professor se proponha a isso.

A importância dessa aprendizagem é resumida por Paris e Winograd (1990), ao reforçarem que oportunizar ao estudante a reflexão sobre os caminhos que estão traçando na construção de seus saberes reforça seu aprendizado, tornando-os “conscientes de seu próprio pensar [...]. Os professores podem promover essa consciência diretamente, informando os estudantes sobre estratégias de solução de problema eficazes e discutindo características de pensar cognitivas e motivacionais”. (1990, p. 15, tradução nossa).

Como possibilidade didática, Grangeat (1999), ao referir-se à importância de diversificar as ações estratégicas, destaca que o professor pode multiplicar os contextos abertos de investigação, por meio de situações didáticas, como as atividades de múltipla

escolha, por exemplo. Para o autor, facilitar ao estudante a escolha dentre várias alternativas, ou, mesmo, antecipar-lhe as consequências das escolhas são estratégias por meio das quais ele pode aprender como identificar seu modo de pensar e agir, promovendo a reflexão sobre suas próprias operações cognitivas. Nessa mesma direção, mas abrangendo o papel da escola, Cosme e Trindade (2001) a veem não só como espaço de difusão do conhecimento, mas também como um local que proporciona e possibilita estímulo para que os alunos possam se apropriar de conhecimentos e construí-los, compreendendo a forma como se adquire, gere, utiliza e alarga o seu campo de saberes.

Em termos de sala de aula, 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. Agindo assim, eles serão “capazes de aplicar e alterar conscientemente estratégias executivas, avaliando seu próprio processo de execução”. (COSTA apud VALENTE et al., 1996).

Sendo o centro do processo, como lembram Monereo e Castello (1997), o professor precisa se mostrar metacognitivo no momento em que planeja e organiza suas aulas. Afinal, para que os seus estudantes saibam evocar essa forma de pensamento, é preciso que ele também arquitete suas ações vinculadas a esse modelo.

## **Considerações finais**

Dentre os desafios propostos pelas Novas Diretrizes Nacionais para a Educação Básica está a de uma escola que busque formar indivíduos autônomos que, por sua vez, atuem de forma crítica e consciente na sociedade contemporânea. No conjunto das atitudes que favorecem isso está a de ensinar a *aprender a aprender*, na qual a evocação de pensamento metacognitivo se torna uma opção estratégica relevante.

Contudo, a inserção dessa forma de pensamento no sistema educacional, principalmente no contexto da sala de aula, ainda está muito aquém do desejado. É preciso que os estudos nesse campo avancem, sobretudo em se tratando da coleta de dados empíricos. Uma das prováveis causas para as pesquisas reduzidas na área de metacognição e ensino pode estar relacionada ao fato de os pesquisadores, em sua

maioria, estarem presos a pensamentos cartesianos, nos quais a mente e o cérebro são distintos, desconsiderando que sentimentos, emoções, autoestima, autoconfiança ou capacidade de autorregulação são aspectos que interferem na aprendizagem. Ou, talvez, a resposta esteja no elevado número de variáveis que tudo isso representa e na dificuldade de mensurá-las ou avaliá-las no ambiente escolar.

O episódio fictício narrado na situação didática posta à reflexão neste estudo mostra o conjunto de aspectos que implicados quando um estudante se senta e se dispõe a ouvir o professor. Se desse processo o objetivo for a aprendizagem, evidentemente que será preciso considerar esse estudante como ser humano com todas as suas intempéries e, portanto, submetido a todas as formas de sentimento.

Por certo que a sala de aula é palco de situações impossíveis de serem descritas e previstas em um estudo como o proposto neste texto, mas há de se considerar que os estudantes agem de acordo com suas percepções da situação, e isso precisa ser levado em conta pelo professor. Experimentar situações didáticas de repúdio poderá acarretar sentimentos que serão transferidos para o aprendizado, e, por certo, não é esse o desejo dos professores, na medida em que o objetivo principal de suas ações é o aprendizado dos estudantes. E é com eles e para eles que se pensa a escola e se buscam alternativas de qualificar a aprendizagem em Física.

Por fim, cabe mencionar que a motivação, apesar de não ser o foco do estudo, esteve presente na descrição e na análise do episódio. Assim, limita-se, aqui, a apontar o papel determinante que ela exerce em uma aprendizagem centrada no sujeito e na sua capacidade de tomar decisões, situação que é especialmente percebida diante de estudantes com dificuldades de aprendizagem, uma vez que proporciona um sentimento de autoeficácia, de competência para construir conhecimento.

Esse sentimento de ser capaz de aprender remete ao prazer em aprender, o que confere à utilização da metacognição em sala de aula a oportunidade de oferecer aos estudantes a conquista do estatuto de autônomo e livre na atribuição de significados e valores aos conhecimentos escolares. Doly traduz esse sentimento no trecho a seguir, com o qual se encerra este texto: “Sempre que um professor consegue dar a todos os seus alunos, sejam quais forem as suas dificuldades, o gosto pelo estudo e pela reflexão, o prazer de aprender e saber, ele faz percorrer aos alunos a maior parte do caminho que os conduz à sua cultura e à sua liberdade.” (1999, p. 56)

## Referências bibliográficas

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

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

\_\_\_\_\_. Transforming school into communities of thinking and learning about serious matters. *American Psychologist*, v. 52, p. 399-413, 1997.

CAMPANARIO, J. M.; OTERO, J. 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, M. T. et al. Expertise in problem solving. In: STERNBERG, R.J. (Ed.). *Advances in the psychology of human intelligence*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum, 1982. v. 1.

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

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

COSME, A.; TRINDADE, R. *Área de estudo acompanhado: o essencial para ensinar e aprender*. Porto: Asa, 2001.

DEMO, P. *Desafios modernos da educação*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1993.

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

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

\_\_\_\_\_. Développement métacognitif. In: BIDEAUD, J.; RICHELLE, M.(Eds.). *Psychologie développementale: problèmes et réalités*. Bruxelles: Pierre Mardaga, 1985. p. 29-41.

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

\_\_\_\_\_.; WELLMAN, H. M. Metamemory. In: KAIL, R.V.; HAGEN, J.W. (Eds.). *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1977. p. 3-33.

\_\_\_\_\_.; et al. *Desenvolvimento cognitivo*. Tradução de Cláudia Dornelles. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

GRANGEAT, M. (Coord.). *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos*. Trad. Teresa Maria Estrela. Porto, Portugal: Porto Editora, 1999.

HEWSON, P.W.; THORLEY, N. R. The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, v. 11, n. 5, p. 541-553, 1989.

LAFORTUNE, L.; SAINT-PIERRE, L. *A afectividade a metacogñição na sala de aula*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

LARKIN, J. H. The role of problem representation in physics. In: GENTNER, D.; STEVENS, A.L. (Eds.). *Mental models*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1983. p. 75-98.

MAYOR, J. et al. *Estratégias metacognitivas: aprender a aprender e aprender a pensar*. Madrid: Síntese, 1995.

MONEREO, C.; CASTELLÓ, M. *Las estrategias de aprendizaje: cómo incorporarlas a la práctica educativa*. Barcelona: Edebé, 1997.

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

MOREIRA, M.A.; GRECA, I.M. Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciências e Educação*, 2003. Disponível em: <<http://www.fc.unesp.br/pos/revista/pdf/revista9num2/a10r9v2.pdf> > Acesso em: 05 maio 2006.

PARIS, S. G.; WINOGRAD, P. How metacognition can promote academic learning and instruction. In: JONES, B.F.; IDOL, L. (Orgs.). *Dimensions of thinking and cognitive instruction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1990. p. 15-51.

POZO, J. I. Estrategias de aprendizaje. In: MARCHESI, Á.; COLL, C.; PALÁCIOS, J. (Orgs.). *Desarrollo psicológico y educación*. 2. ed. Madrid: Alianza Editorial, 1990. Tomo II. p. 199-221.

\_\_\_\_\_. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 3, p. 513-520, 1999.

RIBEIRO, Célia. Metacogñição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: reflexão e crítica*, v. 16, n. 1, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prc/v16n1/16802.pdf> > Acesso em: 12 maio 2006.

ROSA, C.T.W.; PINHO-ALVES, J. Ferramentas didáticas metacognitivas: alternativas para o ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11, 2008, Curitiba. *Atas...* São Paulo: SBF, 2008.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. A dimensão metacognitiva na aprendizagem em física: relato das pesquisas brasileiras. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 3, p. 1117-1139, 2009.

\_\_\_\_\_. *A metacogñição e as atividades experimentais no ensino de Física*. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SILVA, A. I; SÁ, I. *Saber estudar e estudar para saber*. Porto: Porto, 1993. (Coleção “Ciências da Educação”).

VALENTE, M. O. et al. O desenvolvimento da capacidade de pensar através do currículo escolar: utilização de estratégias metacognitivas. *Cadernos de Consulta Psicológica*. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-79721999000200008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79721999000200008) > Acesso em: 12 jun. 2006.

VEIGA SIMÕES, A.M. Conhecimento estratégico: uma exigência da educação do século XXI. In: MORRETTINI, M. T. *Psicologia e os desafios da prática educativa*. Campo Grande: Ed. UFMS, 2005.

VIEIRA, E. Representação mental: as dificuldades na atividade cognitiva e metacognitiva na resolução de problemas matemáticos. *Psicologia: reflexão e crítica*, v. 14, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prc/v14n2/7868.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2006.

**CLECI WERNER DA ROSA:** Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Matemática e Física pela Universidade de Passo Fundo (UPF), Mestrado em Educação pela UPF e Especialista em ensino de Física. Professora e pesquisadora da Área de Física na Universidade de Passo Fundo desde 1993. Desenvolve pesquisas relacionadas ao ensino de Física, tendo publicado 27 artigos em periódicos nacionais e internacionais. A área de investigação contempla os seguintes temas: Laboratório didático (atividades experimentais em Física) nos diferentes níveis de ensino; uso da metacognição como recurso estratégico para aprender e ensinar Física; ensino de Ciências (Física) nos anos iniciais do ensino fundamental; Robótica educacional. Integra o Núcleo de Ensino de Física na Universidade de Passo Fundo e participa do grupo de pesquisa em Ensino de Ciências. Coordena o Programa de Interinstitucional de Iniciação a Docência – PIBID/Capes – Área de Física.

**LUIZ MARCELO DARROZ:** Mestre em Ensino de Física pela UFRGS. Graduação em Matemática e Física pela Universidade de Passo Fundo (UPF). Professor na Universidade de Passo Fundo desde 2007 e atualmente é coordenador do Curso de Física – Licenciatura. Atua como professor no ensino médio e pesquisa o ensino de Física, com ênfase em Astronomia e Atividades experimentais. Participa do Núcleo de Ensino de Física na Universidade de Passo Fundo e do grupo de pesquisa em Ensino de Ciências, cadastro no CNPq.

**ÁLVARO BECKER DA ROSA:** Mestre em Ciências com área de concentração em Engenharia Biomédica pelo Centro de Educação Tecnológica do Paraná. Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade de Passo Fundo. Pesquisador e professor da Universidade de Passo Fundo desde 1997, atuando na área de Física Geral e Experimental, Termodinâmica, Mecânica Ondulatória e Física Acústica. Atualmente coordena o Núcleo de Ensino de Física na Universidade de Passo Fundo e participa do grupo de pesquisa em Ensino de Ciências e desenvolve pesquisas na área de ensino de Física, principalmente relacionada ao uso do laboratório didático de Física.

Recebido: 10 de janeiro de 2013

Revisado: 26 de junho de 2013

Aceito: 10 de outubro de 2013