

Cleci Teresinha Werner da Rosa

METACOGNIÇÃO NO

ENSINO DE FÍSICA

da concepção à aplicação



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

*José Carlos Carles de Souza*

Reitor

*Neusa Maria Henriques Rocha*

Vice-Reitora de Graduação

*Leonardo José Gil Barcellos*

Vice-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

*Bernadete Maria Dalmolin*

Vice-Reitora de Extensão e Assuntos Comunitários

*Agenor Dias de Meira Junior*

Vice-Reitor Administrativo

#### UPF Editora

*Cleci Teresinha Werner da Rosa*

Editora

#### CONSELHO EDITORIAL

*Alvaro Della Bona*

*Carme Regina Schons*

*Cleci Teresinha Werner da Rosa*

*Denize Grzybowski*

*Elci Lotar Dickel*

*Giovani Corralo*

*João Carlos Tedesco*

*Jurema Schons*

*Leonardo José Gil Barcellos*

*Luciane Maria Colla*

*Paulo Roberto Reichert*

*Rosimar Serena Siqueira Esquinsani*

*Telisa Furlanetto Graeff*

Corpo Funcional:

*Cinara Sabadin Dagneze*

Revisora-chefe

*Nathalia Sabino Ribas*

Revisora de textos

*Vanessa Becker*

Revisora de textos

*Sirlete Regina da Silva*

Designer gráfico

*Rubia Bedin Rizzi*

Diagramadora

*Carlos Gabriel Scheleder*

Auxiliar administrativo

Cleci Teresinha Werner da Rosa

METACOGNIÇÃO NO  
**ENSINO DE FÍSICA:**  
da concepção à aplicação

2014



*Copyright da autora*

Cinara Sabadin Dagneze

Nathalia Sabino Ribas

Vanessa Becker

Revisão de Textos e Revisão de Emendas

Sirlete Regina da Silva

Projeto Gráfico e Produção da Capa

Rubia Bedin Rizzi

Diagramação

Este livro, no todo ou em parte, conforme determinação legal, não pode ser reproduzido por qualquer meio sem autorização expressa e por escrito do(s) autor(es). A exatidão das informações e dos conceitos e opiniões emitidas, as imagens, as tabelas, os quadros e as figuras são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

R788m Rosa, Cleci Teresinha Werner da  
Metacognição no ensino de física : da concepção à aplicação /  
Cleci Teresinha Werner da Rosa. – Passo Fundo : Ed.  
Universidade de Passo Fundo, 2014.  
1,08 Mb ; PDF.

Modo de acesso gratuito: <[www.upf.br/editora](http://www.upf.br/editora)>.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7515-845-6

1. Física – Estudo e ensino. 2. Ciência – Estudo e ensino. 3.  
Aprendizagem por atividades. I. Título.

CDU: 372.853

---

Bibliotecária responsável Angela Saadi Machado - CRB 10/1857

**UPF EDITORA**

Campus I, BR 285 - Km 292 - Bairro São José

Fone/Fax: (54) 3316-8373

CEP 99052-900 - Passo Fundo - RS - Brasil

Home-page: [www.upf.br/editora](http://www.upf.br/editora)

E-mail: [editora@upf.br](mailto:editora@upf.br)

Editora UPF afiliada à



Associação Brasileira  
das Editoras Universitárias

# Sumário

---

Apresentação da obra.....	7
A obra.....	10

## Capítulo 1

Origem, definição e polissemia.....	15
Introdução.....	15
Processo histórico de construção do conceito .....	16
Polissemia do termo .....	42

## Capítulo 2

Fundamentos na psicologia cognitiva .....	45
Introdução.....	45
Esboços da metacognição em Piaget .....	49
Vygotsky: do social ao individual.....	54

## Capítulo 3

Aproximação construtivista .....	61
Introdução.....	61
Mudança conceitual.....	63
Construtivismo epistemológico e sociológico .....	70
Metacognição e afetividade.....	74

## Capítulo 4

Estratégias de aprendizagem metacognitivas .....	79
Introdução.....	79
Estratégias de aprendizagem cognitivas e metacognitivas.....	81
<i>Experts X novatos</i> .....	86
Ensino estratégico.....	87
Idade X aprendizagem de estratégias metacognitivas .....	92
Aprendizagem autorreguladora .....	95
Um novo contrato didático .....	97

## Capítulo 5

Ferramentas didáticas metacognitivas.....	103
Introdução.....	103
Mapas conceituais.....	104
Diagramas V .....	107
Estratégia POE.....	109
Questionamentos metacognitivos .....	112

## Capítulo 6

Ações didáticas orientadas pela metacognição .....	117
Introdução.....	117
Resolução de problemas .....	119
Leitura e interpretação de textos.....	125
Avaliação da aprendizagem .....	127
Atividades experimentais (laboratório didático).....	129

## Capítulo 7

Proposta de estruturação para as Atividades Experimentais	
Metacognitivas.....	134
Atividade de autonomia controlada .....	140
Atividade de autonomia vigiada.....	147
Atividade de autonomia avaliada .....	152
Quadro-resumo .....	153
Atividades Experimentais Metacognitivas .....	154
Operacionalização das Atividades Experimentais	
Metacognitivas .....	159
Proposições de Atividades Experimentais Metacognitivas.....	162
Referências .....	167

## Apresentação da obra

---

La investigación sobre educación científica, y sobre enseñanza de la física en particular, ha pasado por etapas en las que existía una creencia generalizada de que la mejora del aprendizaje de los alumnos vendría del uso de métodos y recursos instruccionales novedosos, o de la selección y estructuración de contenido de forma que reflejase más fielmente la naturaleza dinámica e investigadora de la ciencia. Se prestaba menos atención directa a la forma en que el alumno aprende, pese a recomendaciones como la sintetizada en el lema que abre la obra fundamental de Ausubel: “El factor individual más importante que afecta al aprendizaje es lo que ya sabe el que aprende. Averíguese esto y enséñese de acuerdo con ello”. Más adelante, al tiempo que se descubría el papel de las preconcepciones o concepciones espontáneas de los alumnos, se empezó a reconocer la importancia de variables cognitivas individuales en la mejora del aprendizaje de las ciencias.

Sin embargo, más allá de las variables de tipo cognitivo, hubo otra clase de variables que empezaron también a llamar la atención de los investigadores, fundamentalmente en el área de la psicología del desarrollo y del pensamien-

to: aquello que las personas saben sobre sus propios procesos cognitivos y la forma en que controlan y regulan esos procesos. Tal como se describe en los capítulos iniciales de este libro, el concepto de “metacognición” fué perfilándose gradualmente al tiempo que se reconocía progresivamente la importancia de su papel en los procesos de aprendizaje en las aulas. Ejemplo de esta importancia, son los hallazgos de un trabajo realizado en el año 1993 por los investigadores norteamericanos M. Wang, G. Haertel y H. Walberg. El ambicioso estudio consistía en identificar y evaluar las variables sociales, psicológicas y educativas que influyen positivamente en el aprendizaje escolar. Para ello, los investigadores utilizaron métodos basados en el análisis de las investigaciones sobre el tema, en puntuaciones de expertos sobre la importancia de las variables y, finalmente, en meta-análisis de la literatura relevante. Las variables de naturaleza metacognitiva aparecieron como las más influyentes en el aprendizaje escolar según dos de los métodos anteriores. De hecho, resultaron más importantes que las variables de tipo cognitivo, las motivacionales o de tipo afectivo, o incluso las relacionadas con la instrucción o la gestión de la clase.

Este libro responde inteligentemente a esta importancia que tiene la metacognición para la comprensión y la mejora de los procesos de aprendizaje escolar, centrándose en el papel que puede jugar en el área específica de la enseñanza de la física. Comienza proporcionando elementos útiles para comprender la génesis y significado del concepto de metacognición, y su relación con teorías psicológicas básicas como las de Piaget y Vygotsky. A continuación, como contribución central, el libro presenta herramientas



para potenciar la metacognición en las clases de física, e incluye el análisis de actividades instruccionales, como la lectura o el laboratorio, desde la perspectiva de los procesos metacognitivos que tienen lugar. Todo ello constituye un valioso recurso, en primer lugar, para los profesores de física interesados en nuevas vías de mejora de la enseñanza de esta materia. Pero también será útil para los investigadores en didáctica de la física, o de las ciencias en general, sensibles al papel determinante que juega la metacognición en la explicación de los éxitos y fracasos de los alumnos de ciencias.

Dr. Jose Otero G.  
Universidad de Alcalá, Spain

**D**entre as características importantes a serem consideradas na procura por novas perspectivas para a educação, está a de que os estudantes de hoje apresentam alto grau de autonomia, alcançado e regido pelos condicionantes da vida moderna. Essa autonomia permite-lhes desenvolver intensas e inusitadas atividades, especialmente fora da escola, e, se, por um lado, isso lhes trouxe benefícios notáveis, por outro, acarretou-lhes muitos problemas, sobretudo no ambiente escolar.

As capacidades do estudante de escolher, reger e autogerenciar suas atividades, proporcionadas no convívio social e no contexto familiar, acabaram entrando em conflito com a prática escolar, situação que vem causando desconforto tanto para quem aprende, por questões como a desmotivação, por exemplo, quanto para quem ensina. Em termos da legislação nacional, essa nova perspectiva de ensino, segundo a qual se deve promover situações favorecedoras da aprendizagem, pelo incentivo à autonomia e ao autogerenciamento, pode ser considerada presente, mesmo que de forma tímida. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9394/96) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o

Ensino Médio (PCNEM) destacam a necessidade de incentivar a capacidade de aprender dos estudantes, tendo em vista que esta é primordial ao desenvolvimento das competências para continuar aprendendo de maneira autônoma e crítica perante os níveis mais complexos de estudo. Entretanto, de concreto no contexto da sala de aula muito pouco se efetivou, pois se continua preso a um ensino voltado à memorização, à exposição verbal, ao quadro-negro e ao giz.

O desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico está entre os objetivos apregoados para o ensino médio, conforme destaca a legislação nacional, cuja pretensão é ultrapassar a fragmentação dos conteúdos e as técnicas de memorização dos conhecimentos presentes no ensino tradicional e conservador da escola. “O que se deseja é que os estudantes desenvolvam competências básicas que lhes permitam desenvolver a capacidade de continuar aprendendo” (Brasil, 1999, p. 14).

Apoiada no documento da UNESCO, elaborado pela Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI, a legislação pátria resgata a necessidade de a educação ser estruturada em quatro pilares: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser. No aprender a conhecer, encontra-se o aprender a aprender como condição asseguradora do aprender a conhecer, reforçando a tese anunciada anteriormente, pela qual a escola deve buscar um projeto pedagógico cuja finalidade seja um ensino que não apenas vise à aprendizagem dos conteúdos específicos das disciplinas, mas que também apresente a intenção de ensinar o estudante a aprender a aprender, assegurando-lhe a busca pelo conhecimento em condições diferentes das apresentadas pelo professor,

inclusive fora dos muros escolares. “Aprender a conhecer garante o aprender a aprender e constitui o passaporte para a educação permanente, na medida em que fornece as bases para continuar aprendendo ao longo da vida” (Brasil, 1999, p. 15).

Nesse contexto, a metacognição emerge como estratégia de aprendizagem, uma vez que assume como pressuposto que o estudante deve aprender a regular e a monitorar a busca pelo conhecimento, conseguindo ser autônomo e gerenciador de sua aprendizagem. Diferentemente das estratégias cognitivas de aprendizagem, que se referem ao comportamento e ao pensamento, e da influência dessas instâncias na eficiência da apropriação e do armazenamento das informações, as metacognitivas visam a procedimentos que os alunos utilizam para planejar, monitorar, regular e avaliar seu pensamento e suas ações, buscando a tomada de consciência dos mecanismos favorecedores da sua aprendizagem.

Além de oportunizar uma aprendizagem autônoma, a utilização de estratégias metacognitivas vem se apresentando como alternativa efetiva nas mais relevantes dificuldades de aprendizagem. Na leitura e interpretação de textos, na aquisição de uma língua estrangeira, na resolução de problemas, entre outros campos, a metacognição evidencia-se como uma importante ferramenta pedagógica de auxílio aos estudantes.

No caso específico da Física, as dificuldades na aprendizagem, apresentadas pela maioria dos estudantes de ensino médio, na apropriação dos conceitos e fenômenos físicos, bem como na resolução dos problemas e exercícios propostos, vêm sendo pesquisadas e debatidas pelos investigadores da didática das ciências, sendo as

causas apontadas as mais variadas possíveis e tendo o professor, o aluno, a escola e o currículo suas respectivas parcelas de responsabilidade.

Com intuito de fornecer subsídios teóricos aos professores e pesquisadores da área de ensino de Física, apresenta-se esta obra, que disserta sobre a possibilidade de utilização da metacognição como favorecedora da aprendizagem em Física. O livro foi organizado em sete capítulos, tendo como demarcação do território no primeiro capítulo a apresentação da definição, o relato histórico da construção do conceito e a polissemia do termo “metacognição”. Para isso, referencia-se nos estudos dos psicólogos John Flavell, Henry Wellman e Ann Brown, estabelecendo os elementos metacognitivos, considerados atributos essenciais na elaboração de propostas didáticas no ensino de Física.

O segundo capítulo trata dos fundamentos da metacognição na psicologia cognitiva, exemplificando que as teorias de aprendizagem apresentam vinculação com a metacognição. Para tanto, opta por relatar a presença da metacognição nas teorias de Piaget e Vygotsky.

O terceiro capítulo, ao vincular a metacognição à concepção construtivista, aborda, entre outros aspectos, a presença do pensamento metacognitivo na mudança conceitual. Além disso, evidencia a relação direta da metacognição com a afetividade.

O quarto capítulo, por sua vez, discute as estratégias de aprendizagem e apresenta aspectos da atuação docente que precisam ser levados em consideração em termos de um processo metacognitivo. A seção ilustra, ainda, a necessidade de utilizar um novo modelo de contrato didático, no qual o professor é visto como mediador do conhe-

cimento e compartilha com os estudantes a responsabilidade do ato de ensinar e aprender.

Na sequência, o quinto capítulo apresenta as ferramentas didáticas que favorecem esse tipo de estratégia de aprendizagem, demonstrando, com base na literatura da área, de que forma ocorre a sua associação com as ações didáticas. No sexto capítulo, ganham destaque a descrição das principais ações didáticas associadas no ensino de Física e o modo como as pesquisas as têm vinculado à metacognição.

No sétimo capítulo, procede-se a uma discussão referente à possibilidade de aplicação da metacognição em sala de aula. Mais especificamente, o capítulo aborda, na forma de proposta didático-metodológica, a utilização da metacognição nas aulas experimentais de Física.

Por fim, a presente obra, ao adentrar em uma área polêmica e obscura como a metacognição, respaldou-se em sólidos referenciais na busca por estabelecer uma aproximação com o ensino de Física. Ao “beber em outra fonte”, foi possível extrapolar os limites já investigados e fazer novas aproximações, aventurando-se por horizontes ainda não explorados, como no caso da pesquisa relacionada às atividades experimentais, apresentada no último capítulo. Essa aventura é, portanto, um convite ao leitor para propor novas alternativas didáticas.

Cleci Teresinha Werner da Rosa

# Capítulo 1

---

## Origem, definição e polissemia

### Introdução

O termo “metacognição” tem sido utilizado para designar um conjunto de operações, atividades e funções de natureza cognitiva, desenvolvidas por uma pessoa mediante o pensamento de como deverá proceder para conhecer, produzir e avaliar informações. O aspecto central está na potencialidade de cada sujeito e em sua capacidade de conhecer a si próprio, controlar e regular suas ações.

Entendida como tomada de consciência do sujeito sobre seus conhecimentos, sobre seu modo de pensar, a metacognição favorece a regulação das ações, possibilitando maior êxito nesse processo. No âmbito educacional, ela atua como estratégia de aprendizagem, permitindo que os estudantes executem ações a partir da identificação de seus conhecimentos. Representa potencialidade para a aprendizagem, na medida em que promove nos estudantes um pensar sobre seus conhecimentos, oferecendo-lhes condições de controlar a execução de suas ações, como se um supervisor monitorasse

seus pensamentos. Os estudantes, ao pensarem ativamente sobre o que estão fazendo, são capazes de exercer um controle sobre seus processos mentais e, assim, obter ganhos cognitivos. Em Física, isso leva à busca pelo conhecimento já existente na estrutura cognitiva, atuando como estímulo à construção dos novos conhecimentos.

Diante da potencialidade desse recurso estratégico para a aprendizagem, surge a questão relativa ao conceito de metacognição e às suas demarcações teóricas. A literatura mostra que a definição do termo “metacognição”, que parece simples inicialmente, tem se desvelado complexa, uma vez que vem sendo estudada de diferentes perspectivas, de acordo com cada área de investigação. Diante da necessidade de esclarecer o conceito, o presente texto ocupa-se de dissertar sobre a origem, a definição e a polissemia existente em torno do termo, descrevendo questões relacionadas ao processo histórico, de modo a elucidar o conceito na dimensão do ensino de Física.

## Processo histórico de construção do conceito

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

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



O processo de conceituação do termo “metacognição”, cuja origem está em Flavell, ocorreu de forma lenta e gradual, à medida que suas investigações avançaram e permitiram refinar seu entendimento, ao qual pesquisadores de diferentes áreas foram agregando novos elementos, o que resultou em variações ao conceito inicialmente estabelecido. Esse significado mais amplo aponta a necessidade de se esclarecer o conceito de metacognição, para o que se toma como referência o processo histórico de construção em Flavell, desde sua origem, em 1971, até o modelo de monitoração cognitiva de 1979. Aliado a isso e mais próximo do ensino de Física, amplia-se o conceito, amparando-se nos estudos de Ann Brown.

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

As questões relacionadas à memória sempre representaram a preocupação central das pesquisas de Flavell, nas quais mostrou que, com o avançar da idade, as crianças melhoram sua capacidade de realizar tarefas que envolvam a memória seletiva, por exemplo. À medida que crescem, os estudantes aperfeiçoam suas capacidades para estimar o tempo que levam para memorizar uma lista de palavras ou uma sequência de números. Os es-

tudos associados à capacidade inerente ao ser humano de selecionar seus próprios processos de memória permitem a Flavell introduzir o termo “metacognição” para designar o conhecimento que o sujeito tem quanto à sua cognição. Em outras palavras, constitui o pensar sobre o pensar, enfatizando a importância da tomada de consciência do indivíduo quando da realização de uma tarefa.

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

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

Exemplificando esse primeiro momento do conceito, tem-se sua relação com as manifestações dos estudantes, de forma positiva ou negativa, diante de proposta de ativi-

dades feita pelo professor, identificando em sua memória experiências passadas: “sei fazer”, “entendo bem este assunto”, “gosto de Física”, ou, ao contrário, “sou um desastre em Física”, “na última aula não entendi nada”, “não sei resolver exercícios”, etc. O sentimento produzido por experiências anteriores é fundamental para que os estudantes ativem em seus pensamentos os conhecimentos necessários à atividade proposta, que, conseqüentemente, tornam-se essenciais ao êxito de sua execução. Essas experiências metacognitivas estão, na acepção de Flavell, relacionadas ao conhecimento metacognitivo, que, por sua vez, é entendido como o responsável pela tomada de consciência do estudante sobre o que sabe. São conhecimentos e crenças que ele acumulou por meio de experiências e que armazenou na memória em longo prazo.

Desse modo, inferir que sabe algo, ou que julga ser bom em um determinado conceito ou ação, por exemplo, representa uma evocação de pensamento metacognitivo, pois são manifestações decorrentes de experiências do conhecimento metacognitivo que o estudante expressa a partir de sua vivência. Em termos de benefícios para a aprendizagem, Flavell infere que, no caso da ativação da memória, a identificação do que o estudante já conhece e o sentimento que ele tem em relação a si próprio são mecanismos essenciais, pois mobilizam toda a estrutura de pensamento. A identificação de que tem dificuldades num determinado assunto pode levá-lo a prestar mais atenção nas explicações do professor, a buscar o conteúdo em livros didáticos ou, mesmo, levá-lo a se aproximar de outros estudantes com mais facilidade de domínio do tema.

Entretanto, a possibilidade de que esses conhecimentos metacognitivos sejam ativados no sujeito, atuando na

melhoria da capacidade de memória ou, extensivamente, na melhoria da aprendizagem, leva Flavell a inferir que eles precisam ser ativados por mecanismos que os impulsionem, referindo-se às exigências da tarefa. Mais especificamente, ao investigar a dificuldade que os estudantes apresentam para generalizar e transferir o que aprendem a novas situações, diferentes daquelas que originaram suas aprendizagens, o psicólogo formulou a hipótese de que os recursos cognitivos dos sujeitos não são espontâneos, mas surgem junto com a necessidade de solucionar tarefas ou problemas concretos, selecionando as estratégias pertinentes a cada situação. Dessa maneira, deduz que, para o sujeito recorrer a seus conhecimentos como forma de obter êxito em sua aprendizagem (ou recuperação da memória), é necessário que a situação o exija, acrescentando ao entendimento anterior a ação a ser executada e a capacidade do sujeito de regular essa ação.

Para Flavell, o processo de ativar o pensamento é proporcionado pelo “desafio” de uma atividade a ser desenvolvida e por aquilo que conduzirá o estudante à sua execução. Com base no exposto pelo autor, pode-se compreender que o objetivo de uma atividade em sala de aula, por exemplo, pode atuar como estímulo à evocação do conhecimento, à identificação pelo estudante do que ele sabe ou julga saber de si mesmo em relação ao conteúdo ou à execução da atividade, assim como pode incitar seus sentimentos em relação à tarefa. Logo, o objetivo cognitivo pode ser o ativador do pensamento metacognitivo em uma atividade experimental.

Como decorrência da constatação da necessidade de agregar ao conceito de metacognição questões relacionadas à ativação desses mecanismos (estímulo do profes-

sor, uma tarefa desafiadora, uma atividade que deverá ser desenvolvida, etc.), em 1976, Flavell ampliou a sua definição, incluindo, explicitamente, a autorregulação. Nesse novo entendimento, ele acrescenta a necessidade de que o sujeito recorra à sua estrutura cognitiva para monitorar e supervisionar seus próprios conhecimentos, não apenas para identificá-los. Amplia-se, assim, o termo “metacognição”, conforme explicitado no artigo “Metacognitive aspects of problem solving”:

“Metacognição” se refere ao conhecimento que se tem dos próprios processos e produtos cognitivos ou de qualquer outro assunto relacionado a eles, por exemplo, as propriedades relevantes para a aprendizagem de informações ou dados. Por exemplo, eu estou praticando a metacognição (metamemória, meta-aprendizagem, meta-atenção, metalinguagem, ou outros), se me dou conta de que tenho mais dificuldade para aprender A do que B; se compreendo que devo verificar C antes de aceitá-lo como verdade (fato); quando me ocorre que eu teria de examinar melhor todas e cada uma das alternativas em algum tipo de teste de múltipla escolha, antes de decidir qual é a melhor; se eu estiver consciente de que não estou seguro que o experimentador realmente quer que eu faça; se eu perceber que seria melhor tomar nota de D porque posso esquecê-lo; se eu pensar em perguntar a alguém sobre E, para ver se está correto. Esses exemplos podem se multiplicar indefinidamente. Em qualquer tipo de transação cognitiva com o meio ambiente humano ou não humano, uma variedade de atividades que processam informações pode surgir. A metacognição se refere, entre outras coisas, à avaliação ativa e consequente regulação e orquestração desses processos em função dos objetivos e dados cognitivos sobre o que se quer e, normalmente, a serviço de alguma meta ou objetivo concreto (Flavell, 1976, p. 232, tradução nossa).

Com a nova definição, a metacognição passa a englobar dois aspectos: o conhecimento do próprio conhecimento e o controle executivo e autorregulador das ações. O primeiro vincula-se aos conhecimentos que os indivíduos possuem sobre seus recursos cognitivos e à relação entre eles. O segundo relaciona-se ao controle e à regula-

ção dos processos cognitivos, ou seja, à capacidade que os indivíduos apresentam de planejar estratégias de ação a fim de atingir um determinado objetivo, bem como dos ajustamentos necessários para que isso se concretize.

O detalhamento de como o conhecimento metacognitivo pode atuar como favorecedor da ativação da memória é inferido por Flavell no artigo publicado em 1977, em colaboração com Wellman, intitulado “Metamemory”. Nesse texto, os autores identificam dois aspectos básicos que interferem na execução de uma atividade (recuperação da memória): a sensibilidade e o conhecimento de três variáveis – pessoa, tarefa e estratégia. Conforme as palavras dos autores:

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

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

deverá contemplar aspectos relacionados às variáveis do conhecimento metacognitivo que precisam estar presentes para atingir o objetivo pretendido.

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

O conhecimento da variável **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 suas crenças, mitos e conhecimentos, assim como pela identificação dessas características no outro. Segundo Flavell e Wellman (1977), uma das tarefas do sujeito consiste em desenvolver o autoconceito mnemônico”, o “ autoconceito cognitivo”, o que, com o tempo, deverá ser cada vez mais elaborado. Isso significa que, num processo evolutivo, o sujeito deverá ser capaz, cada vez mais, de entender suas capacidades e suas limitações, pondo-as em prática, a fim de realizar suas tarefas com êxito.

Esse conhecimento sobre si mesmo pode ser de três tipos: universal, intraindividual e interindividual. Os conhecimentos universais estão relacionados aos conhecimentos que os indivíduos apresentam sobre como é ou como julgam ser a sua mente. Segundo Flavell, Miller e

Miller (1999), esse é o mais interessante dos três tipos, pois permite reconhecer características presentes no sujeito e no outro e que fazem parte da mente humana de modo geral. Por exemplo, reconhecer que as pessoas podem não recordar um fato num primeiro momento, mas que talvez consigam recordá-lo futuramente, é um exemplo de conhecimento universal, pois essa característica pertence a todos os indivíduos, inclusive ao próprio estudante.

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

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



O conhecimento da variável **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, em termos tanto do que esta é, como do que envolve. Nas pesquisas sobre memória, Flavell e Wellman (1977) mostram que há tarefas mais fáceis de serem lembradas que outras e que algumas demandam mais tempo e mais elementos, sendo, por isso, tidas como mais difíceis. Além disso, o tipo e a estrutura do material envolvido também influenciam nesse processo de recordar.

Flavell, Miller e Miller (1999) assinalam que a variável tarefa encontra-se subdividida em duas: uma tem a ver com a natureza da informação que o sujeito encontra e processa em qualquer atividade cognitiva – por exemplo, o estudante sabe que, tendo informações escassas sobre uma tarefa, terá maiores chances de compreendê-la equivocadamente –; o outro tipo vincula-se à natureza da exigência da tarefa – por exemplo, o estudante saber que é mais fácil recordar a ideia geral de uma história do que suas palavras exatas.

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, sentindo-se capaz e motivado para a tarefa. Todo esse movimento é um pensar metacognitivo, que poderá levá-lo a lograr êxito na tarefa. Por isso a importância de o professor não propor tarefas demasiadamente distantes da capacidade de seus alunos, pois poderá provocar sentimentos de

incapacidade de realizar e aprender, os quais, apesar de decorrentes de seu pensamento metacognitivo, poderão não contribuir para a aprendizagem.

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

No processo de ensino-aprendizagem, a identificação da estratégia representa o reconhecimento pelo estudante dos caminhos para aprender, bem como a identificação de por que escolher esse caminho. Por exemplo, ao organizar-se para estudar Física, ele percebe que precisa estruturar-se de forma diferente do que quando vai estudar História; ou, na identificação pessoal, ele nota que, para aprender a resolver os problemas de Física, a melhor estratégia é iniciar pela leitura atenta do problema, identificando o conhecimento envolvido para, somente após, iniciar o processo de solução. O reconhecimento, pelos estudantes, da necessidade de adotar estratégias – e das mais adequadas para cada atividade experimental – reflete-se na tomada de consciência sobre seus conhecimentos, remetendo-os a pensamentos metacognitivos. Entretanto, nem sempre a identificação de uma estratégia resulta de um pensamento metacognitivo, pois pode

estar relacionada apenas aos caminhos a serem executados, sem a identificação das razões que os levam a escolher tais caminhos; ou seja, pode resultar, por exemplo, de um processo mecânico, no qual se sabe que é assim, mas sem se saber por quê. A estratégia referida aqui envolve não apenas traçar passos, mas também saber por que são os escolhidos.

Flavell (1979) lembra que o conhecimento metacognitivo resulta da integração dessas variáveis, que, por sua vez, não são independentes, mas compõem um conjunto no qual estão interligadas, constituindo o conhecimento do conhecimento que o sujeito precisa ter para desenvolver suas atividades (atingir objetivos) de forma mais eficaz. Ribeiro (2003) esclarece que as variáveis interagem entre si, de modo que faz sentido dizer, por exemplo, que o aprendiz X, porém não o Y, utiliza a estratégia A mais do que 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). Continuam, em sua exemplificação, informando que, quando alguém precisa memorizar um número de telefone e tem dificuldades para isso, utiliza uma estratégia de associação a datas de aniversário, por exemplo. Nesse caso, a variável pessoa está no reconhecimento das dificuldades que o sujeito apresenta para a memorização de números, a variável tarefa apresenta-se na necessidade de memorizar números e a variável estratégia fica por conta da associação do número a datas relevantes em sua memória.

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

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

Mesmo que essas variáveis tenham sido estudadas, inicialmente, para questões vinculadas ao armazenamento e à recuperação da memória, sua pertinência às atividades experimentais é evidente, porque tais ativi-

dades podem ser potencializadas pela ativação do conhecimento metacognitivo, inclusive abrangendo o fator de ativação desse conhecimento (objetivo cognitivo).

O reconhecimento das experiências anteriores e a identificação do conhecimento existente na estrutura cognitiva do estudante são mecanismos internos de origem metacognitiva que influenciam na construção dos novos saberes, fornecendo condições para que o estudante identifique como está procedendo para construí-los. Essa ativação interna, seja das experiências, seja do conhecimento, é impulsionada pelos objetivos e pelas ações de âmbito cognitivo, cujo conjunto suscita a evocação do pensamento metacognitivo que foi denominado por Flavell (1979) como “modelo de monitoração cognitiva”.

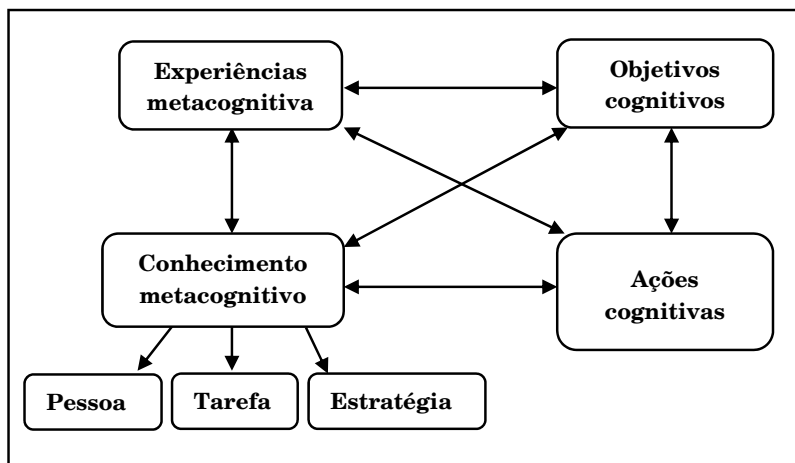
Flavell, em 1979, no artigo “Metacognition e cognitive monitoring: a new area of cognitive – developmental inquiry”, propôs, de forma mais geral, que a regulação do pensamento metacognitivo ocorre pela ação e interação de quatro aspectos: conhecimento metacognitivo, experiências metacognitivas, objetivos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

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

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

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

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



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

Por **conhecimento metacognitivo**, Flavell reitera sua compreensão inicial: é o conhecimento que o sujeito tem sobre si próprio no que se refere às variáveis pessoa,

tarefa e estratégia e, também, à maneira como estas interferem no resultado da cognição. Portanto, a indicação “sou bom em Física, e ele é melhor em Português” é um exemplo do conhecimento metacognitivo. Flavell indica que esse conhecimento metacognitivo consiste, antes de tudo, no conhecimento ou na opinião sobre que fatores ou variáveis agem e interagem e de que maneira afetam o curso e o resultado cognitivo.

Quanto às **experiências metacognitivas**, Flavell destaca que as impressões ou percepções conscientes podem ocorrer antes, durante ou após a realização de uma tarefa, sempre que o sujeito vivenciar alguma dificuldade ou falta de compreensão de algo de grande importância para si. Pode-se, então, chegar aos meios de sua superação. As experiências metacognitivas são conscientes, cognitivas e afetivas; podem ser breves ou longas, simples ou complexas, em termos de conteúdos; também podem servir para uma variedade de funções úteis nas iniciativas cognitivas. Como exemplo, menciona-se o fato de proceder a ações adaptativas no momento em que se percebe que não se está entendendo o que se lê (reler, repensar o que já estava ou julgava que estivesse entendido, etc.) (Flavell; Miller; Miller, 1999).

Para Flavell (1979), o conhecimento metacognitivo e as experiências metacognitivas estão interligados, fazendo parte de um conjunto interdependente, na medida em que permitem interpretar tais experiências e agir sobre elas. É o que, na definição de 1976, ele identifica como “o conhecimento do conhecimento”. Já no que diz respeito aos **objetivos cognitivos**, o autor designa os implícitos ou explícitos, que impulsionam e ativam as estruturas cognitivas. No âmbito da sala de aula, podem ser impostos pelo professor ou selecionados pelo próprio aprendiz.

Como exemplo, tem-se que os objetivos presentes, por exemplo, nas atividades experimentais, e normalmente definidos pelo professor, seriam o mecanismo ativador das estruturas cognitivas dos estudantes, os quais impulsionam e movem a execução da ação.

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

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

Martí resume o pensamento de Flavell, destacando:



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

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

Ainda para Flavell (1987), o desenvolvimento da metacognição apresenta-se limitado caso o estudante não detenha conhecimentos específicos. Isso permite inferir que a associação da metacognição com questões específicas de ensino precisa estar apoiada em conteúdos, sem os quais não há como – nem por que – ativar o pensamento metacognitivo.

Por fim, Flavell atribui ao processo metacognitivo uma capacidade autorreguladora que age sobre o sistema cognitivo. Essa autorregulação decorre da identificação pelo sujeito dos seus conhecimentos, tanto em termos do conteúdo específico, como de sua capacidade para adquiri-lo, recuperá-lo e manipulá-lo.

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

Os estudos de Brown enfatizam a metacognição como a consciência do próprio conhecimento ou a compreensão desse conhecimento, concebendo que o sujeito, ao compreender esse conhecimento, poderá utilizá-lo adequadamente na realização das atividades. Para a autora (1977), a metacognição envolve autoconsciência, ou seja, implica a tomada de consciência sobre se efetivamente se sabe algo, o que se sabe e o que não se sabe. A distinção em relação aos estudos de Flavell é que, segundo Brown, o controle executivo da tarefa representa um mecanismo autorregulatório constituído por operações vinculadas aos mecanismos de ação do sujeito, e não simplesmente um mecanismo de monitoração do próprio conhecimento, como defende o primeiro. Portanto, no entender de Brown, deve-se associar metacognição, num primeiro momento, ao conhecimento sobre os recursos e as estratégias mais adequadas à efetivação de determinada tarefa – o conhecimento do conhecimen-

to; em outro, ao controle executivo, que abrange mecanismos autorregulatórios quando da realização da tarefa, como a planificação, a monitoração e a avaliação das realizações cognitivas. Ambos estão inter-relacionados, cada um alimentando o outro, embora possam ser facilmente identificáveis.

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

Ao direcionar seus estudos para a leitura e interpretação de textos, Brown (1978) menciona a importância de serem identificados no texto o objetivo e seus aspectos relevantes, de se concentrar a atenção nos tópicos principais, de se avaliar a qualidade da compreensão efetivada, de se verificar se os objetivos estão sendo alcançados, de promover as devidas correções quando existirem falhas na compreensão, de observar o andamento da leitura e corrigi-la quando houver distração, divagações ou interrupções. Tais aspectos pertencem ao mecanismo de controle executivo e autorregulador e podem ser sintetizados pelas operações de planificação, monitoração e avaliação.

A **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) explica 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 tomada por ele durante a planificação das ações permite-lhe interagir com os dados disponíveis, podendo influenciar ou ser influenciado por estes. Brown (1987, p. 87) afirma que um bom planejador faz planos e toma decisões com base nesses planejamentos, que são influenciados por seus conhecimentos de mundo.

Em termos da aprendizagem escolar, essa operação pode ser identificada com a organização de materiais para estudar ou a elaboração de um questionário referente ao tema em estudo com o objetivo de guiar o estudante. O que em Flavell estaria incluso no conhecimento metacognitivo, mais especificamente nas estratégias a serem adotadas para lograr êxito na tarefa, em Brown, por se referir à etapa de execução da ação, pressupõe traçar estratégias específicas da ação. Na aprendizagem em Física, essa planificação é observada no momento em que o estudante decide sobre a forma de executar a tarefa, os meios e materiais necessários para tal, tudo de acordo com os conhecimentos já identificados em sua estrutura

cognitiva e de acordo com o objetivo a ser atingido. Trata-se da identificação do que deverá ser realizado, do ponto onde deve ser iniciado, da previsão das etapas a serem percorridas para atingir o objetivo almejado, relacionando as escolhas feitas em termos estratégicos.

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 monitorar-se 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 esse exercício de forma mais abrangente, incluindo momentos de planejamento e de avaliação, vinculando-os a eventos cognitivos, como a recuperação da memória, por exemplo.

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

A **avaliação** identifica-se com os resultados atingidos em face do fim pretendido, podendo, eventualmente, ser definida pelos critérios específicos de avaliação. No

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

Os estudantes estão agindo de forma a permitir a evocação de seus pensamentos metacognitivos quando, ao chegarem ao final de uma atividade, percebem, por exemplo, a coerência entre os resultados e o objetivo. Também quando se dão conta de que devem rever o executado para identificar possíveis falhas na execução da atividade ou na interpretação de um determinado conhecimento. A percepção de um equívoco ou defasagem conceitual também representa um momento propício a essa evocação.

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

Esse automatismo leva a outro aspecto discutido na literatura e igualmente destacado por Brown: a metacognição encontra-se no plano da consciência ou no inconsciente do sujeito? Mesmo sem ser esse o foco deste

texto, menciona-se, sucintamente, como forma de ilustrar a polêmica existente, que, em artigo de 1980, ela assume que a metacognição se refere ao controle consciente e deliberado das próprias ações cognitivas, distinguindo-a, assim, da cognição, que é inconsciente e automática. Posteriormente, a autora e colaboradores (1981) reconheceriam a existência de processos cognitivos mais inferiores da consciência e que se caracterizam por rapidez e automatismo, sem, por isso, deixarem de ser processos inteligentes, relacionando-os à metacognição. No artigo de 1987, Brown permanece com a definição de metacognição como algo relacionado ao plano da consciência, mas adverte que se trata de tema complexo e difícil de ser esclarecido.

Flavell (1984), à frente desse debate, manifesta-se no sentido de que é excessivamente limitado considerar a metacognição apenas em termos dos processos e conhecimentos estritamente conscientes. Entretanto, sua definição sobre metacognição (1976, 1979, 1999) continua a referir-se a um processo que envolve consciência do pensamento e regulação de tais processos.

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

Autores como Sternberg (2000) relacionam esse nível de consciência mais baixo a uma pré-consciência, explicando que se pode processar ativamente a informação no nível pré-consciente, sem que se esteja consciente do que se está fazendo. O autor chama a atenção para a distinção entre um processamento controlado e um automático quando da execução de uma tarefa. Por controlados entendem-se os de natureza sequencial, voluntários e sob controle consciente; por automáticos, os relativamente rápidos, de natureza paralela e, na sua maior parte, fora do controle consciente (Sternberg, 2000, p. 106). Aqui se apresenta uma questão para a qual se tem buscado respostas na literatura, mas que permanece dúvida: considerar que a metacognição pode ser automatizada seria considerá-la fora do plano da consciência?

Na medida em que a questão não tem resposta unânime na literatura, infere-se que, em termos de processos de intervenção didática, é preciso pensar a metacognição como algo presente no plano da consciência, uma vez que o desejo é provocar uma reflexão nos estudantes sobre seus conhecimentos, remetendo-os a uma ação pautada na identificação consciente dos passos executados. Lafortune e Saint-Pierre (1996) propõem que os processos metacognitivos, quando se trata de aprendizes novatos, estariam mais no nível da consciência e, no caso dos *experts*, no inconsciente. Nestes últimos, a metacognição voltaria ao plano da consciência à medida que novos acontecimentos surgissem e exigissem ações não previstas por esses estudantes. Todavia, os autores chamam a atenção para o fato de que, no contexto educacional, é pertinente salientar que o interesse fica por conta da metacognição no plano da consciência.

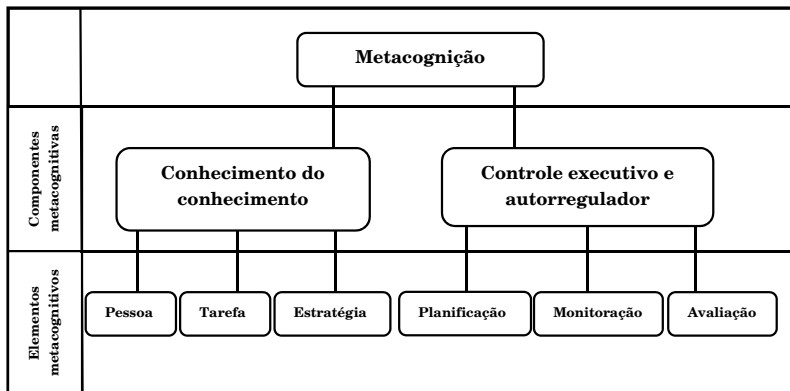


As questões levantadas e a descrição do processo constitutivo do conceito em Flavell e Brown possibilitam inferir o entendimento de metacognição na perspectiva do ensino de Física. Dessa forma, apreende-se a metacognição como pertencente ao plano da consciência, em razão da intencionalidade do processo de ensino e aprendizagem, podendo assim ser expressa: *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*.

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

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

Quadro 2: Componentes e elementos metacognitivos



Fonte: dados da pesquisa, 2007.

## Polissemia do termo

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

Noël (1991) atribui três etapas à metacognição: tomada de consciência, julgamento e regulação dos mecanismos cognitivos. A primeira está relacionada à identificação pelo sujeito de suas capacidades cognitivas; a segunda caracteriza-se pelo julgamento explícito ou não de suas capacidades para realizar a atividade cognitiva; a terceira refere-se à decisão que o sujeito pode tomar, ou não, de modificar seus conhecimentos em razão do julgamento estabelecido anteriormente (julgamento metacognitivo). A proposição de Noël não se afasta, de forma significativa, do entendimento de Flavell, a não ser pelo fato de que a autora define que a metacognição se refere a três etapas, distinguindo o julgamento da tomada de decisão do conhecimento sobre o próprio conhecimento e não apresentando esses dois elementos como integrantes de uma mesma componente. A implicação é que a metacognição pode se limitar a cada uma das etapas e não constituir as demais; porém, mesmo assim, o processo estaria caracterizado como metacognitivo, diferentemente do que entende Flavell, que julga haver um processo metacognitivo quando esse pensamento se faz presente em toda a componente.

O entendimento de Mayor, Suengas e González Marqués (1995) agrega à definição proposta por Flavell a autopoiese, identificando-a com o processo de adaptação dos seres vivos diante das experiências vividas, conforme proposto por Maturana e Varela (1980) e mencionado pelos autores acima citados. Para eles, a metacognição é entendida como uma atividade caracterizada pela tomada de consciência e pelo controle executivo, acrescido da componente autopoiese. Esta se encontra associada à capacidade autoconstrutiva e auto-organizada dos sujeitos, emergente das construções estruturais e funcionais pro-

porcionadas pela interação do indivíduo com o ambiente. Logo, aquilo que acontece com o ser humano numa dada ocasião depende de sua estrutura momentânea, das percepções que essas estruturas permitem capturar. As construções efetuadas pelos e nos sujeitos são de âmbito cognitivo e, no entender de Mayor, Suengas e González Marqués, decorrem de um mecanismo metacognitivo. Assim, o conceito de metacognição englobaria o de autopoiese.

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

A despeito da diversidade de definições para o termo “metacognição”, observa-se, claramente, que um núcleo em torno desse conceito mantém-se fixo, sendo 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, o que remete sua compreensão às especificidades da psicologia cognitiva, conforme será abordado no próximo capítulo.

# Capítulo 2

---

## Fundamentos na psicologia cognitiva

### Introdução

**E**ntre as grandes questões para as quais a humanidade busca resposta ao longo dos séculos está a natureza da mente humana. Compreender como se processam o pensamento e a aprendizagem constitui o objetivo de pesquisadores de diferentes campos, que vêm dedicando grande parte de seus estudos ao tema. São pedagogos, filósofos, sociólogos, antropólogos, psicólogos, médicos e outros profissionais empenhados em entender os múltiplos processos envolvidos com o funcionamento do cérebro e o modo como aprendemos. Nos últimos cinquenta anos, os trabalhos científicos produzidos nesta área têm trazido avanços consideráveis na busca pelas respostas que perturbam os pesquisadores, porém, muito ainda se mantém como incógnita. A cada pesquisa, uma nova descoberta, aumentando a mitificação da genialidade do homem, aguçando a necessidade de entender como ocorrem as relações

neurais, físicas e químicas que permitem aos sujeitos o fenômeno de aprender.

A psicologia cognitiva é o campo do saber que tem se ocupado do modo como as pessoas percebem, aprendem, recordam e pensam a informação, sendo considerada uma grande aliada dos profissionais da educação, principalmente dos que investigam a dinâmica da aprendizagem. As relações entre desenvolvimento humano e aprendizagem, mesmo em suas diferentes concepções teóricas, mostram a estreita ligação que existe entre dois grandes campos do saber: psicologia e educação. Altet, comentando sobre essa interdependência, apoia-se em Not, para mencionar que “o ensino define-se como uma resposta às necessidades da aprendizagem” (1997, p. 20).

Logo, falar no processo de ensino-aprendizagem requer discutir questões como consciência, memória, linguagem, pensamento, conexões sinápticas, registro e aquisição de informações, além de muitos outros termos que até há bem pouco tempo eram específicos da psicologia, mas que hoje vêm se mostrando a porta aberta quando da emergência de uma visão mais polissêmica do “ato de aprender”. Nessa perspectiva, a aprendizagem envolve um conjunto de funções orgânicas, mas, ao mesmo tempo, é um processo de interação entre o conhecimento novo e o já existente, na estrutura cognitiva do sujeito, bem como na interação entre o sujeito e o meio que o circunda. O aprendizado envolve a cabeça, os pés e o coração, como destacou no início do século XIX o pedagogo suíço Johann Henrich Pestalozzi, em sua obra *Como Gertrudes ensina suas crianças (Wie Gertrude Ihre Kinder Lehrt)*.

O conhecimento não é algo pronto e acabado, que por algum mecanismo é introduzido na estrutura cognitiva do estudante e ali permanece até o momento em que é solicitado. Ao contrário, conhecimento é algo em permanente transformação e adaptação, dentro de um processo evolutivo gerado a partir das interações do sujeito. A aquisição do conhecimento, por sua vez, deve permitir-lhe ir além do conhecimento factual, avançando em direção ao desenvolvimento de uma capacidade de pensar sobre os próprios pensamentos, ou, em outras palavras, de pensar sobre o pensar, o que, na literatura, está associado com metacognição.

A metacognição, enquanto elemento do processo de ensino-aprendizagem, aponta para a necessidade de que os estudantes sejam responsáveis por esse processo de transformação e adaptação de informações a que se denomina de “aprendizagem”. Isso denota uma concepção construtivista, na qual a aprendizagem é construída dentro de um processo de interação entre o conhecimento já existente, na estrutura cognitiva do aprendiz, e o novo conhecimento. Porém, todo processo só passa a ter sentido se o estudante sentir necessidade de aprender, se sentir pronto a interagir, seja com o seu conhecimento, seja com o meio no qual está inserido. Isso, sem dúvida, é resultado de como o estudante vê o conhecimento, ou seja, depende da sua epistemologia pessoal, algo que determina como ou em que grau a aprendizagem ocorrerá, antecedendo até mesmo os processos de execução das atividades. Aqui se destaca o papel da metacognição, já que é o pensamento metacognitivo que atuará como mecanismo proporcionador da reflexão sobre o que se sabe e o como se sabe.

O sujeito é quem determina o ritmo de sua aprendizagem. Entretanto, a metacognição vai além da aprendizagem do conhecimento específico, apresentando-se como uma forma de entendimento de vida, mostrando que o sujeito deve ser capaz de saber ouvir, tolerar, compartilhar, entender diferentes pontos de vista, aceitar o outro. Aprender a conviver em sociedade denota muitos outros conhecimentos que vão além dos específicos das disciplinas escolares, pois necessita que os indivíduos estejam preparados para interpretar os eventos, fazer leituras de mundo, dialogar consigo e com o outro, buscar argumentos para suas ações, evidenciando a relação da metacognição com a filosofia hermenêutica.

Frente a esse entendimento da metacognição como vinculada ao pensamento e à reflexão sobre o próprio pensamento, bem como à identificação dos mecanismos que possibilitam ao sujeito perceber como se compreende determinado conhecimento, tem-se sua identificação com a psicologia de orientação cognitivista. Com relação a isso, pode-se entender que metacognição remete às diferentes teorias que concorrem para explicar os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem. De modo a exemplificar tal presença, o presente texto seleciona aspectos concernentes aos estudos de Piaget e Vygotsky. A opção por tais autores decorre de expressiva associação entre eles e as questões pedagógicas relacionadas à aprendizagem em Física. Evidentemente, outros autores da psicologia cognitiva poderiam ser selecionados e estar presentes neste estudo, como é o caso de Ausubel e Rogers, contudo, por limitações textuais, opta-se pelos mais difundidos entre os professores da referida área.



## Esboços da metacognição em Piaget

Piaget afirma que a aprendizagem decorre do desenvolvimento cognitivo do sujeito e que tem início a partir do individual, das estruturas cognitivas de cada indivíduo, indo em direção ao social. Ao investigar o desenvolvimento dessas estruturas mentais (cognitivas) do sujeito, Piaget voltou-se para sua compreensão como aquele que busca o conhecimento, ou seja, o sujeito epistêmico. A questão central encontra-se em explicar o desenvolvimento da inteligência humana, ou seja, como se passa de um nível de conhecimento menor para um nível de conhecimento maior. Nessa busca, quatro conceitos são considerados básicos (esquemas, assimilação, adaptação e equilíbrio) e, juntamente com os períodos ou estágios do desenvolvimento cognitivo, fundamentam sua posição.

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

O segundo conceito, e vinculado ao de esquemas, é o de assimilação, definido por Piaget como “uma integração a estruturas prévias, que podem permanecer invariáveis ou são mais ou menos modificadas por esta própria integração, mas sem descontinuidade com o estado precedente, isto é, sem serem destruídas, mas simplesmente acomodando-se à nova situação” (1996, p. 13). Em outras palavras, a assimilação representa a iniciativa da interação do sujeito com o objeto, sendo entendida como a aplicação do que já sabe proveniente dos seus esque-

mas. Ao entrar em contato com o objeto do conhecimento, a pessoa abstrai informações que são interpretadas ou assimiladas. Por isso, o processo de assimilação pode ser dito contínuo, representando o processo pelo qual o sujeito cognitivamente se adapta ao meio e o organiza.

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

Entre a assimilação e a acomodação, encontra-se o quarto conceito selecionado, a equilíbrio, que representa a adaptação à nova situação. O desenvolvimento das estruturas mentais do sujeito ocorre em uma constante busca por equilíbrio, ou seja, adaptação dos esquemas derivados do mundo exterior.

O processo de desenvolvimento das estruturas mentais é entendido como algo que se reconstrói ao longo do desenvolvimento do próprio sujeito, por meio da sucessão de diferentes estágios ou períodos, a saber: (1) período sensório-motor, que vai do nascimento aos dois anos, no qual se inicia o processo de construção de esquemas para tentar assimilar mentalmente o que ocorre em sua volta; (2) período pré-operatório, dos dois aos sete anos, concebido como fase de preparação para as operações

concretas; (3) período operatório concreto, dos sete aos onze anos, representando o momento em que as crianças adquirem operações, as quais são sistemas de ações mentais internas que fundamentam o pensamento lógico; (4) período operatório-formal, que vai dos onze aos quinze anos, no qual as operações mentais vão do concreto ao abstrato, podendo o indivíduo entender conceitos altamente abstratos e resolver seus próprios problemas.

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

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

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

A **abstração** a que Doly se refere também pode ser identificada com o pensamento metacognitivo. Sendo entendida como o resultado da assimilação do conhecimento, a abstração permite ao indivíduo extrair determinadas propriedades do objeto (abstração empírica) e das próprias ações (abstração reflexionante). É o último dos quatro estágios de desenvolvimento cognitivo, correspon-

dendo à adolescência (onze a quinze anos) e tem como característica a possibilidade de que a análise de situações problema possa ser considerada a partir de diferentes perspectivas. Segundo Piaget, esse é o momento em que o sujeito apresenta condições de passar do pensamento proposicional para o formal, percebido como o pensamento sobre o pensamento.

Para Flavell, Miller e Miller (1999), nessa etapa, o adolescente possui uma capacidade extra para selecionar estratégias de solução de problemas, regular suas atividades, assim como monitorar sua eficácia para outras atividades vitais de gerenciamento. Portanto, a abstração encontra-se vinculada ao pensamento metacognitivo enquanto capacidade de reflexão sobre o pensamento e regulação da ação. Conforme os autores, “[...] pode-se dizer que o pensamento operatório formal piagetiano é de natureza metacognitiva porque envolve pensar sobre proposições, hipóteses e possibilidades imaginadas – todos objetos cognitivos” (1999, p. 126).

A **autorregulação** é o terceiro aspecto a ser identificado com o pensamento metacognitivo, que, na acepção piagetiana, encontra-se situado entre a assimilação de um dado estímulo e a acomodação deste, ou seja, para Piaget, a equilíbrio é um processo autorregulador, presente em todos os períodos do desenvolvimento cognitivo. É entendida como as compensações ativas do sujeito diante de perturbações cognitivas, as quais dependem da ação desse sujeito sobre as perturbações externas e das ações provocadas por esses distúrbios no sujeito. Nessa acepção, a autorregulação representa o processo de reflexão do sujeito na construção do conhecimento, por isso entendido como metacognitivo.

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

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

Na concepção piagetiana, a metacognição atua como elemento favorecedor da aprendizagem, destacando a importância do papel ativo do estudante na construção dos conhecimentos e com isso a necessidade de propor situações didáticas que exercitem tais estruturas de pensamento que estão disponíveis e emergentes nos estudantes. Entretanto, ainda considerando a linha cognitivista, há outras possibilidades de entender a metacognição como vinculada e referenciada no cognitivismo, como é o caso presente na teoria proposta por Vygotsky.

## Vygotsky: do social ao individual

Vygotsky, ao investigar o desenvolvimento cognitivo, relatou que este resulta da interação mútua entre o sujeito e o meio sociocultural com que mantém contatos sociais

regulares. Para ele, a aprendizagem é iniciada em um plano social, a partir do qual chega ao plano individual. É importante destacar que Vygotsky, ao mesmo tempo em que reconhece o ser humano como ser social, também o faz na perspectiva biológica.<sup>1</sup>

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

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

Diferentemente de Piaget, Vygotsky volta-se mais à questão da aprendizagem, a qual identifica como sendo de

---

<sup>1</sup> Na perspectiva de Vygotsky, o ser humano, assim como os demais animais, nasce com funções psicológicas elementares (memória, percepção e atenção involuntária) que são instintivas e fazem parte do aparato biológico. Com a mediação cultural, o ser humano vai realizando aprendizagens que o levam à constituição das funções psicológicas superiores (funções psíquicas superiores ou processos mentais superiores), tais como atenção voluntária, memória lógica, percepção, abstração, raciocínio lógico, capacidade de planejamento, formação dos conceitos, etc., que são específicas do ser humano, diferenciando-o dos demais seres.

influência mútua ao desenvolvimento, não como decorrência dele, como o primeiro o fez. Nesse processo, Vygotsky elenca aspectos que influenciam na aprendizagem e que podem ser identificados como metacognitivos. É válido ressaltar que o autor não menciona de forma explícita o termo, contudo, reporta-se a ele em diferentes momentos de sua teoria, cujos pontos estão expostos a seguir.

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

A interação social, na perspectiva vygotskyana, é enfatizada a partir da dialética estabelecida entre indivíduo e sociedade, por meio da linguagem e da cultura, sendo, pois, fundamental para a interiorização do conhecimento, ou para a transformação dos conceitos espontâneos (cotidianos) em científicos<sup>2</sup> – pelo processo de tornar intrapessoal o que antes era interpessoal. Em Vygotsky, a interação permeia todos os seus conceitos, de tal modo que atividades consideradas como componentes do mundo interior do homem passam a ter caráter social e cultural; os processos intrapessoais são, antes, obrigatoriamente interpessoais, ou seja, adquiridos pela interação social.

---

<sup>2</sup> Para Vigotski (1999b), conhecimento *espontâneo* (cotidiano) é aquele adquirido no dia a dia, fora do ambiente escolar, de forma não sistematizada, e conhecimento *científico*, aquele adquirido de maneira sistematizada e intencional, por metodologias específicas no ambiente escolar.



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

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

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

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

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

Vigotski (1999a) mostra que a existência de zonas de desenvolvimento proximal favorece o aparecimento de funções que ainda não estão completamente desenvolvidas no sujeito, como é o caso das funções psíquicas superiores. O funcionamento do cérebro humano fundamenta-se na proposição dessas funções psíquicas superiores, sendo constituído, ao longo da história social do sujeito, na sua relação com o mundo, mediada por instrumentos e signos<sup>3</sup>.

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

---

<sup>3</sup> Por instrumentos, Vygotsky entende o instrumento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando possibilidades de transformação da natureza. Os signos são entendidos como instrumentos psicológicos que agem no controle de ações psicológicas, seja do próprio indivíduo, seja de outras pessoas (Oliveira, 1999). Os instrumentos são ferramentas que servem para transformar os objetos, e os signos são as ferramentas que provocam transformações no sujeito (Santos, 2003).

**cognitivas e de autorregulação** e também saberes, isto é, uma cultura” (Doly, 1999, p. 32, grifo nosso).

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

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

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

cimento. Essa reflexão o conduz a ativar os mecanismos autorregulatórios, pondo em ação a metacognição.

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

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

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

Por fim, a exposição sobre Piaget e Vygotsky mostrou que, para o primeiro, a metacognição (autorregulação) vincula-se ao desenvolvimento cognitivo, ao passo que, para o segundo, refere-se aos acontecimentos simbólicos que mediam essa aprendizagem, voltando-se mais aos aspectos sociais. Entretanto, seja pela compreensão de Piaget, seja pela de Vygotsky, ou dos cognitivistas em geral, o indivíduo é entendido como um ser epistêmico e cognoscente, isto é, um sujeito que pensa e que é capaz de se estruturar (e reestruturar) pela própria ação. Essa capacidade é regida pela tomada de consciência do sujeito sobre seus conhecimentos e a posterior regulação de suas ações. Portanto, a metacognição, em um olhar mais amplo, encontra-se associada à concepção construtivista, conforme será relatado no próximo capítulo.

# Capítulo 3

---

## Aproximação construtivista

### Introdução

**A** questão epistemológica que vem permeando a humanidade diz respeito à forma como o conhecimento é construído. O construtivismo é um posicionamento filosófico que busca dar resposta a essa pergunta. Segundo essa concepção, o conhecimento é um processo de interação entre sujeito e objeto. Essa interação decorre do princípio de que o conhecimento não é passivamente recebido pelo sujeito, mas é ativamente construído por ele, enquanto sujeito cognoscente.

No campo da psicologia cognitiva, o construtivismo denominado de “construtivismo educacional” vai ocupar-se de discutir como ocorre a aprendizagem no contexto da sala de aula e como as ações pedagógicas poderão ser orientadas por esses estudos. Para o construtivismo, conforme Coll et al. (2004), a aprendizagem é a capacidade de elaborar representações pessoais sobre um determinado objeto da realidade ou de um conteúdo que se busca aprender. Tal elaboração implica uma aproximação do objeto ou

conteúdo com a finalidade de aprendê-lo; não se trata de uma aproximação vazia, a partir do nada, mas constituída das experiências, dos interesses e conhecimentos prévios que, presumidamente, possam dar conta da novidade.

A aprendizagem entendida com base nesse viés mostra, no mínimo, duas possibilidades em que poderá ocorrer no âmbito educacional: ser um processo iniciado a partir do individual, indo em direção ao social, no qual as estruturas cognitivas de cada indivíduo são o ponto de partida da aprendizagem; ou, em sentido contrário, a aprendizagem é iniciada no discurso social (sala de aula ou grupo social) para depois ocorrer no plano da individualização, da mudança na estrutura cognitiva do sujeito. Diante dessas duas possibilidades, Carretero (1997) aponta a necessidade de uma terceira interpretação construtivista para o ato de aprender: numa perspectiva que considere a importância tanto das construções no plano individual como no plano social.

Simplificando, o autor destaca que a aprendizagem na orientação construtivista apresenta três concepções: aprendizagem é um empreendimento individual; só é possível aprender com os outros; com os outros se aprende melhor. Em termos metacognitivos, tais concepções encontram-se fundamentadas na importância de que a aprendizagem seja autorreguladora, de que todo processo seja acompanhado de uma reflexão e de que o aprendiz seja capaz de fazer escolhas sobre as estratégias de aprendizagem que melhor lhe convêm. Além disso, pode-se acrescentar a importância de que o processo contemple as operações de planificação, monitoração e avaliação.

Analisando as concepções anunciadas por Carretero, verifica-se que a metacognição encontra-se presente em cada uma delas. Aliás, a primeira e a segunda já

foram objeto de análise anteriormente, uma vez que se encontram fundamentadas, respectivamente, nos trabalhos de Piaget e Vygotsky. Em virtude disso, analisa-se na sequência a terceira concepção.

O ato de aprender está relacionado com aspectos sociais, porém, esse não é o único fator a ser considerado, haja vista que a aprendizagem também é um empreendimento individual, no qual o sujeito tem uma valorização significativa. Nessa posição, encontra-se a aprendizagem por mudança conceitual, a qual representa conflitos cognitivos que provocam uma mudança nos conceitos do aprendiz: “[...] neste enfoque se estuda o efeito da interação e do contexto social sobre o mecanismo de mudança e aprendizagem individual” (Carretero, 1997).

Nessa perspectiva construtivista, a aprendizagem não decorre apenas de uma interiorização do meio, muito menos do resultado do desenvolvimento de disposições inatas do sujeito; ela é resultado da intervenção do meio, desde um processo de assimilação, acomodação e equilíbrio constante. Tudo isso deverá provocar no sujeito um conflito cognitivo, que resultará na mudança conceitual, tema sobre o qual versa o próximo item.

## Mudança conceitual

A concepção construtivista no ensino de Ciências apontou para a importância de considerar, no processo de apropriação do conhecimento, as ideias prévias dos estudantes, quando a aprendizagem passa a ser entendida como resultado da interação do sujeito com o objeto em estudo, tendo como elemento primordial suas experiências cotidianas. Esse entendimento levou ao mo-

vimento das concepções alternativas, que resultou de uma “febre” no meio acadêmico, introduzida pelos trabalhos de Rosalind Driver na Inglaterra, no início dos anos 1970, e de Laurence Viennot, na França, no final da mesma década. Pioneiras nas pesquisas envolvendo a questão, ambas autoras constataam, em suas investigações relacionadas ao ensino de Ciências, a existência de concepções alternativas nos estudantes, mostrando que estes apresentam conhecimentos prévios, ou seja, ideias alternativas, quando chegam à escola; logo, é importante considerá-las na construção dos novos conhecimentos. Essas ideias são percebidas por Driver e Viennot como pessoais e influenciadas pelo contexto, mas também bastante estáveis e resistentes a mudanças, tanto que é possível encontrá-las até mesmo entre estudantes universitários.

Osborne e Wittrock (1985) resumem em três as características identificadas por essas pesquisadoras com relação ao ensino de Ciências: os estudantes chegam à escola apresentando uma variedade de concepções sobre Ciências; tais concepções são frequentemente diferentes das concepções dos cientistas; e, ainda, as concepções desses estudantes podem não ser modificadas pelo ensino de Ciências.

Com base nas pesquisas em concepções alternativas, estabeleceu-se um modelo de ensino com o objetivo de lidar com tais concepções dos estudantes e transformá-las em conhecimento científico. Esse modelo, denominado de “mudança conceitual”, buscou identificar as condições objetivas que estimulassem os estudantes a, voluntariamente, substituírem suas concepções alternativas pelo conhecimento científico, atuando no sentido de



descrever, conforme destacado por Posner et al., “as dimensões substantivas do processo pelo qual os conceitos centrais e organizadores das pessoas mudam de um conjunto de conceitos a outro, incompatível com o primeiro” (1982, p. 211). Dito de outro modo, para um sujeito mudar de ideia, é preciso inicialmente que ele experimente alguma insatisfação em relação às ideias iniciais (correntes) e que a nova concepção seja (i) inteligível, isto é, acompanhada de representações coerentes na forma de proposições e/ou imagens; (ii) plausível, isto é, capaz de resolver as anomalias conhecidas, e consistente com outros conhecimentos do aluno; (iii) fértil, isto é, capaz de resolver os problemas do aluno e conduzir a novas descobertas. Nessa perspectiva, pode-se afirmar que o processo de mudança conceitual se desenvolve no cenário dos conceitos já existentes para o indivíduo. Este, denominado de “ecologia conceitual”, acaba influenciando a seleção de novos conceitos ou teorias, determinando a direção da acomodação, condicionando a aprendizagem significativa para o sujeito (Villani, 2001).

Assim, o modelo de mudança conceitual pressupõe que a aprendizagem significativa ocorre à medida que os estudantes tomam consciência da inadequação de suas concepções, renunciando-as em favor dos conceitos científicos. Tal modelo inspirou a elaboração de várias estratégias de ensino, que, de forma geral, podem ser divididas em três linhas: a primeira associada às estratégias baseadas no conflito cognitivo, no qual a intervenção pedagógica deve ser dirigida para as concepções alternativas, diminuindo seu *status* e promovendo a troca conceitual, reconciliando com outras concepções e facilitando a captura conceitual. Entretanto, uma das dificuldades dessa

estratégia é que tomar consciência e explorar o conflito entre ideias alternativas e científicas, na maioria dos casos, tem significado muito limitado para o aluno, pois a existência de tais ideias não lhe parece evidente (Villani; Orquiza, 1995, p. 49; Hewson, 1989).

A esse respeito, Moreira e Greca mencionam que:

É uma ilusão pensar que um conflito cognitivo e/ou uma nova concepção plausível, inteligível e frutífera conduzirá à substituição de uma concepção alternativa significativa. Quando as estratégias de mudança conceitual são bem-sucedidas, em termos de aprendizagem significativa, o que fazem é agregar novos significados às concepções já existentes, sem apagar o respaldo dos significados que já tinham. Ou seja, a concepção torna-se mais elaborada, ou mais rica, em termos de significado que lhe é agregado, evoluindo sem perder sua identidade (2003, p. 305, tradução nossa).

Outra opção estratégica para lidar com a mudança conceitual em sala de aula é o emprego de analogias por parte do professor, na busca de “estender” as ideias alternativas dos estudantes, ampliando-as em seu alcance e procedendo à generalização do seu significado na direção do conhecimento científico. De acordo com Duit (1991), as analogias serviriam de pontes entre o que os estudantes já sabem e o novo conhecimento científico.

Uma terceira linha identificada como possibilidade de mudança conceitual e menos explorada que as anteriores, sendo de particular interesse para este estudo, é a utilização da metacognição. Essa ligação decorre da possibilidade de, por meio do pensamento metacognitivo, tornar os estudantes mais conscientes de sua própria aprendizagem e das estratégias de aprendizagem que lhes são favoráveis. Utilizar a metacognição significa fornecer instrumentos que permitam ao aluno a seleção do conhecimento necessário para sua aprendizagem.

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 permite-lhe observar o grau de inteligibilidade do conhecimento adquirido, promovendo perguntas referentes ao seu convencimento acerca de tal conhecimento. Reif e Larkin (1991), por sua vez, discutem que a mudança conceitual implica uma transformação das ideias gerais sobre o conhecimento (crenças epistemológicas), que, mediadas pela metacognição, revertem em uma reestruturação ou redescrição das concepções específicas em dado domínio.

Mesmo que, na atualidade, o movimento da mudança conceitual tenha recebido críticas da comunidade especializada, mostrando as dificuldades para que o sujeito mude e assuma novos conceitos, a metacognição constitui-se como elemento coadjuvante nesse processo, facilitando sua efetivação. A possibilidade de o estudante explicitar suas ideias prévias, de verificar os problemas nelas existentes, confrontando-as como o novo, caracteriza-se como metacognitiva, uma vez que cada momento exige que as habilidades e os conhecimentos metacognitivos do aprendiz sejam postos em prática.

A abordagem por mudança conceitual liga a metacognição ao construtivismo, na medida em que aponta a necessidade de que os sujeitos tornem-se conscientes da própria aprendizagem – à qual é dada extrema importância tanto num processo como em outro – e das estratégias que a constituem. Associado a isso, tem-se que, de acordo com a compreensão construtivista, a aprendizagem é um processo autorregulador pelo qual o sujei-

to realiza buscas em sua estrutura cognitiva, devendo, pois, ser um processo autogerenciado da aprendizagem por meio do constante ir e vir, um conhecimento sobre si mesmo e sobre os melhores métodos para aprender.

Assim, a aproximação da metacognição com o movimento de mudança conceitual decorre da possibilidade de 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 a aprendizagem em Ciências. Villani identifica a aproximação da metacognição com a mudança conceitual, relatando que a ideia de desenvolver a primeira como forma indireta de enfrentar a segunda tem sido igualmente explorada. Nas palavras do autor:

O aluno tem concepções sobre ensino e aprendizagem, tem percepções sobre a finalidade das atividades desenvolvidas e toma decisões durante sua realização. Favorecer o desenvolvimento do processo metacognitivo significa fornecer instrumentos e promover ocasiões para refinamento do conhecimento, da percepção e do controle que o aluno tem sobre sua aprendizagem. (2001, p. 174).

Nessa direção, ao analisarem o trabalho de David Schuster, intitulado “From ‘misconceptions’ to ‘richconceptions’” e apresentado no “Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics”, na Cornell University, em 1993, Moreira e Grega (2003) relatam que o autor cha-

ma a atenção para o emprego da metacognição como um meio para provocar mudança conceitual. Segundo Schuster, uma estratégia instrucional alternativa para a mudança conceitual seria enriquecer a compreensão conceitual, juntamente com a metacognição. Ele 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 permanece obscura na literatura, carecendo-se de estudos mais profundos e de mais dados empíricos para a verificação de sua validade.

A falta de dados empíricos, bem como de um referencial apropriado é igualmente mencionada por Ogborn (1994), que, ao criticar a validade de algumas das proposições construtivistas no ensino de Ciências, destaca as vinculadas ao pensamento metacognitivo. Dentre as questões tratadas pelo autor, estão: 1) A partir de que idade o estudante estaria capacitado a recorrer a essa forma de pensamento? 2) Esse pensamento seria sempre benéfico à aprendizagem? 3) Em que termo se dá a distinção entre conhecer e regular a cognição (conhecimento ou pensamento)? Quanto a esses questionamentos, cabe ressaltar que a literatura segue carente de respostas, mostrando que a metacognição, apesar de permear a literatura há quarenta anos, continua sendo um campo frutífero para as investigações, sobretudo quanto à sua aproximação com o ensino de Ciências.

A metacognição apresenta-se fundamentada nas bases construtivistas em termos de sua utilização no processo de ensino-aprendizagem, evidenciando que todo conhecimento é construído, não sendo algo pronto e acabado, imposto ao pensamento. Proporcionar condições para que o aprendiz reflita sobre seus conhecimentos de modo a reconstruí-los, ou, mesmo, de modo a construir novos conhecimentos sobre os anteriores, significa dar-lhe condições de fazer uma reflexão de caráter epistemológico. Ao mesmo tempo, a análise que esse sujeito faz das condições nas quais esse conhecimento fora produzido, dos mecanismos sociais e culturais e, portanto, coletivos que favoreceram o seu desenvolvimento e a sua concretização, é construtivista de cunho sociológico. Tais características denotam que a metacognição não se restringe ao plano educacional, estando-se igualmente vinculada aos campos epistemológico e sociológico, tema abordado na sequência.

## Construtivismo epistemológico e sociológico

No campo epistemológico, o construtivismo enfatiza que o sujeito é o agente de uma construção que corresponde à sua própria estrutura cognitiva. Nessa perspectiva, ele tem a capacidade criativa de interpretar e representar o mundo, e não somente de responder a ele. Em sua concepção epistemológica, o construtivismo pressupõe que o conhecimento não é cópia da realidade, mas uma construção do ser humano, realizada, fundamentalmente, com seus próprios esquemas cognitivos, decorrentes da relação do que ele já sabe com o meio no qual se encontra inserido.

Kuhn (1989 apud Flavell et al., 1999) mostra que a essência do processo de construção do pensamento científico pelos cientistas, por exemplo, encontra-se na coordenação entre teoria e evidência, em que a última confirma ou refuta a primeira e esta, por sua vez, organiza e interpreta a outra. Nesse mecanismo, a metacognição aparece como fundamental para que os cientistas tomem consciência dos seus pensamentos antes de obterem o controle sobre as interações entre as duas instâncias. Assim, as pessoas (cientistas) devem pensar sobre suas teorias, e não somente pensar com elas (Kuhn, 1989). Continua a autora:

Se as pessoas não estiverem conscientes de que suas teorias são apenas teorias, elas provavelmente não vão monitorar com cuidado o grau em que estas teorias são confirmadas por evidências. Para o raciocínio científico, é necessário desenvolver um entendimento metacognitivo da natureza lógica e de seus limites, de porque algumas estratégias mentais são melhores do que outras e qual a sua gama de aplicações. Em outras palavras, os pensadores científicos compreendem, monitoram e direcionam seu próprio raciocínio de ordem superior (apud Flavell et al., 1999, p. 137).

Diante do exposto, a metacognição apresenta-se vinculada à consciência do sujeito sobre o seu pensamento, ao mesmo tempo em que ele pensa o mundo. Consciência é entendida como sua capacidade de refletir sobre si, como um ser epistemológico, construtor de conhecimento e que garante a sua verdade. Nessa concepção, a metacognição deve situar o sujeito numa relação epistemológica, em que os saberes o tornam um construtor, não um consumidor de conhecimentos, o que acaba lhe conferindo certa autonomia em relação ao seu próprio progresso cognitivo.

O construtivismo sociológico centra-se nas conjunturas sociais que determinam as crenças e os valores dos sujeitos, considerando questões fora do seu domínio psi-

cológico, isto é, extraindividuais. Como mostra Matthews (1994, 2000), as formas extremas dessa vertente construtivista apontam que a ciência nada mais é do que uma construção humana de âmbito intelectual, comparável à construção literária ou artística, deixando de apresentar um caráter de verdade. As mudanças evolutivas da ciência e de suas teorias e seus acordos filosóficos acabam sendo validadas conforme ocorrem as mudanças das condições e dos interesses da sociedade; ou seja, a produção do conhecimento científico é entendida como uma prática social, não atrelada à natureza (Laburú; Carvalho; Batista, 2001).

Em termos da construção do conhecimento e, mais especificamente, da aprendizagem, a visão marxista de Vygotsky é um exemplo da relação existente entre o social e o individual em termos de apropriação do saber. Mais que construções individuais, a aprendizagem é vista como um processo no qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por membros mais especializados, conforme destacaram Driver et al. (1994). Nesse sentido, o construtivismo defendido por Vygotsky, além de reconhecer a existência de potenciais inatos de conhecimento e cognição no ser humano, aponta a vertente histórica e social como fundamentais na apropriação do saber. Segundo o teórico, um indivíduo criado em completo isolamento da cultura e de sociedades humanas não desenvolve capacidades cognitivas básicas típicas do homem, precisando estar inserido num meio sociocultural para aprender. Com efeito, é no processo de interação com a cultura e com a sociedade que as funções psíquicas superiores se desenvolvem, tornando possível a aprendizagem, seja no ambiente escolar ou fora dele.



Ainda com respeito ao construtivismo social, Glasersfeld enfatiza que as realidades que o sujeito vem a saber refletem os modos pelos quais ele vem a conhecê-las: “A experimentação consciente em criar estrutura no fluxo da experiência; e esta estrutura é o que os organismos cognitivos conscientes experimentam como ‘realidade’” (1989 apud Hacker, 1998, p. 11, tradução nossa).

Em termos metacognitivos, a aprendizagem corrobora essa visão construtivista, enfatizando que todo conhecimento é construído com base na realidade vivida, decorrendo do modo como se vê a própria realidade. Todo esse processo é uma negociação de âmbito social, no qual os aprendizes compartilham significados e símbolos entre si e com os demais. Mesmo que, num processo metacognitivo, o elemento central vise a que cada indivíduo chegue às suas próprias conclusões, é preciso considerar que a negociação envolve linguagem, cujo compartilhamento se dá num contexto sociocultural.

Os referenciais e fundamentos aqui apresentados para a metacognição mostram exatamente isto; que se trata de um processo individual, mas, ao mesmo tempo, decorrente de uma mediação dada pelos entornos sociais e culturais presentes na construção do conhecimento, o que leva ao entendimento da necessidade de o sujeito autoconhecer-se e, a partir disso, determinar suas escolhas. Frente a isso, tem-se que, ao proceder a escolhas, o sujeito considera aspectos que estão além do cognitivo, atingindo domínios afetivos que, por sua vez, também se encontram associados a aspectos de natureza metacognitiva.

## Metacognição e afetividade

A aproximação entre metacognição e afetividade é tamanha que a literatura diverge se ambas constituem um mesmo domínio ou se integram domínios distintos. Entretanto, em termos educacionais, as pesquisas têm buscado tratar cada uma de forma distinta, salientando a sua proximidade, sem, na maioria das vezes, explorar as duas temáticas simultaneamente. As razões disso centram-se nas limitações das pesquisas, que julgam complexo abordar afetividade e metacognição em uma mesma investigação.

Pinheiro (2003) menciona a existência dessa dificuldade e divergência entre os pesquisadores em tal delimitação, ao assinalar o que pertence a cada domínio:

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

Lafortune e Saint-Pierre (1996), por exemplo, refletindo sobre modelos de intervenção em aulas de Matemática, apontam aspectos de ordem afetiva e metacognitiva como importantes no sucesso dos estudantes, considerando que, embora geralmente sejam tratados de maneira distinta, é difícil afastá-los na prática. Em termos metacognitivos, as

autoras mencionam a importância do conhecimento sobre as pessoas, sobre as tarefas a executar e sobre as estratégias, sem, contudo, deixar de ressaltar a estreita ligação que deve haver entre os conhecimentos específicos da disciplina e os de ordem metacognitivas, destacando que um não existe sem o outro e que, além desses, há os de ordem afetiva subsidiando todo o processo.

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

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

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

Ugartetxea (2001) lembra que o ato de aprender é um ato social, no qual estão envolvidos sentimentos e emoções, de modo que o desempenho intelectual dos estudantes não pode depender, única e exclusivamente, de aspectos cognitivos, mas envolve, também, elementos de ordem afetiva. O autor centra suas investigações na componente motivação, entendida como “[...] a causa pela qual o indivíduo aborda a tarefa, e a mantém como uma atividade cognitiva ampla, à qual destina recursos e um querer definido” (2001, tradução nossa). Em seus trabalhos, ele enumera três aspectos nos quais identifica a relação entre motivação e aprendizagem: a) a atribuição que o estudante dá à atividade e sua influência nos resultados da aprendizagem; b) as expectativas de êxito estabelecidas desde início da atividade; c) o tipo de motivação que conduz o estudante no processo de aprendizagem.

Mayor, Suengas e González Marqués (1995) mostram que as perspectivas atuais sobre aprendizagem

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

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

Independentemente de se tratar de forma conjunta ou distinta, o mais significativo é contemplar ambos os domínios no contexto educacional. A percepção de que o professor necessita ampliar seus objetivos, habitualmente limitados aos de natureza cognitiva, é evidenciada por pesquisadores da linha da psicologia cognitiva, de modo mais específico os que tratam das dificuldades de aprendizagem em Física. Autores como Chi et al. (1989) e Bransford, Brown e Cocking (1999), entre outros, apontam a necessidade de que sua inserção no processo educacional seja feita na forma de estratégias de aprendizagem e que estas se deem explicitamente, não deixando sob a responsabilidade do aprendiz a efetivação desse processo, porque poderá não ocorrer. Assim,

se o desejo é que os estudantes recorram ao pensamento metacognitivo, faz-se necessário ativá-lo, o que aponta para a importância de se desenvolver alternativas didáticas como meio de subsidiar a ação do professor, principalmente em termos de oportunizar o uso de estratégias de aprendizagem.

# Capítulo 4

---

## Estratégias de aprendizagem metacognitivas

### Introdução

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

O foco sobre os aspectos teóricos da metacognição, os quais dominaram muito da pesquisa metacognitiva desde os anos 1960, tem recentemente produzido um foco igual na aplicação educacional. Muitos pesquisadores, convencidos da relevância educacional que a teoria metacognitiva tem para professores e estudantes, estão mudando sua atenção de teórica para prática, do laboratório para a sala de aula (1998, p. 19, tradução nossa).

Particularmente, a despeito da metacognição na sala de aula, autores como Coll (1986), Brown (1978, 1987, 1997), Pozo (1990, 1999), Silva e Sá (1993), Mayor, Suengas e González Marqués (1995), Monereo e Castelló

(1997), Monereo (2001), entre outros, apontam que sua presença no processo de ensino-aprendizagem dá-se por meio de estratégias de aprendizagem. A esse respeito e mais próximos do ensino de Física, Campanario e Otero destacam que “a dimensão ativa da metacognição se manifestaria, pois, no uso de *estratégias*” (2000, p. 163, grifo dos autores, tradução nossa).

As estratégias têm sido apontadas como favorecedoras de uma aprendizagem significativa, ao provocarem desafios e oportunidades a partir das 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, igualmente, as de âmbito metacognitivo, pois conduzem os aprendizes a entender não apenas os conhecimentos específicos, mas também os mecanismos internos que lhes permitiram a construção desses conhecimentos.

Com base no entendimento de que a metacognição no contexto escolar associa-se às estratégias de aprendizagem, o presente capítulo apresenta, inicialmente, o entendimento de estratégias de aprendizagem para, a partir delas, localizar as de âmbito metacognitivo. Nesse sentido, relata-se a existência de uma variedade de definições para a expressão “estratégias de aprendizagem”, decorrentes de diferentes interpretações, fato que implica ilustrar algumas das definições como forma de relatar a sua associação com momentos de evocação do pensamento metacognitivo.



## Estratégias de aprendizagem cognitivas e metacognitivas

Para Weinstein e Mayer (1986), as estratégias de aprendizagem referem-se a comportamentos e pensamentos que o estudante utiliza, durante a aprendizagem, com o objetivo de influenciar o seu processo de codificação para conceituá-las. Monereo e Castelló (1997), por sua vez, relatam que elas representam um processo de tomada de decisões consciente e intencional acerca de quais conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais colocar em funcionamento para conseguir alcançar um objetivo de aprendizagem num contexto definido por condições específicas.

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

Sintetizando, ao mencionar a dificuldade para se encontrar um conceito capaz de dar conta do tema, Figueira reporta-se àquilo que se apresenta de forma mais geral entre os pesquisadores, definindo estratégias de aprendizagem como

comportamentos e pensamentos que o sujeito pode utilizar no decurso da aprendizagem e que influenciam a forma como processa a informação, através da ativação, controle e regulação dos processos cognitivos [...] são ações e meios a que o sujeito recorre e que auxiliam e influenciam a aquisição, a retenção e a utilização de conhecimentos, isto é, a aprendizagem (2006, p. 7).

Independentemente da definição, percebe-se que as estratégias de aprendizagem realçam, em maior ou menor grau, a presença da cognição e da metacognição, possibilitando sua classificação em, no mínimo, dois tipos: estratégias de aprendizagem cognitivas, voltadas a ajudar o estudante a organizar-se (elaborar tópicos, sublinhar, estabelecer redes de conceitos, etc.), e as estratégias de aprendizagem metacognitivas, envolvendo o planejamento, a monitoração e a regulação do próprio pensamento.

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

Flavell (1979, 1985, 1987) e Flavell, Miller e Miller (1999) afirmam que na prática não é fácil diferenciar as estratégias de aprendizagem cognitivas das metacognitivas, tendo em vista que o próprio limite entre o que é integrante da cognição e o que pertence à metacognição não está claro para muitos autores. No artigo de 1979, Flavell infere que, muitas vezes, ao utilizar uma estratégia cognitiva, fazendo perguntas para si mesmo sobre um determinado conteúdo a fim de avaliar seus conheci-

mentos, por exemplo, o sujeito pode verificar o quão bom é no assunto, o que o levará a experiências metacognitivas. Assim, o que era uma estratégia cognitiva poderá tornar-se um conhecimento metacognitivo e uma estratégia metacognitiva. Entretanto, o autor observa que é possível, em alguns casos, que a mesma estratégia seja evocada para atender a uma ou a outra finalidade (cognitiva ou metacognitiva), ou não atingir nenhum dos objetivos. Por fim, menciona que, nos sujeitos, o “estoque de conhecimentos metacognitivos é capaz de conter o conhecimento das estratégias metacognitivas bem como os aspectos cognitivos” (1979, p. 909, tradução nossa).

De maneira resumida, Flavell, Miller e Miller definem:

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

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

veitamento do tempo, à organização do ambiente, à administração do esforço e à busca de apoio a terceiros.

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

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

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

Por sua vez, as de âmbito metacognitivo encontram-se presentes quando, por exemplo, os estudantes reto-

mam atividades experimentais anteriores, observando as diferenças em relação à proposta; identificam características pessoais diante da atividade proposta, buscando agir de acordo com elas, ou, mesmo, buscando alternativas para superar possíveis limitações; quando planejam, monitoram e avaliam suas ações de modo a discutir o caminho percorrido, etc.

Na resolução de problemas em Física, o uso de estratégias cognitivas pode ser observado quando um estudante lê o enunciado destacando as palavras-chave e acrescentando-lhes seu significado físico. O mesmo ocorre quando ele retira do enunciado os dados matemáticos referentes às grandezas físicas e as escreve no início da resolução, evidenciando seu desejo de chamar a atenção para questões vinculadas ao conhecimento específico envolvido. Assim, caracteriza o uso de estratégias metacognitivas o momento em que o estudante lê o problema e esboça um desenho para representar a situação física, considerando que isso lhe possibilitará visualizar o problema anunciado, ou, mesmo, quando busca em seu pensamento retomar o modo pelo qual o professor resolvia os exercícios durante a aula. Esses são alguns exemplos de como as estratégias de aprendizagem cognitivas e metacognitivas podem estar presentes no ensino de Física. Evidentemente, muitas outras possibilidades de ações igualmente se enquadram nessas estratégias.

Particularmente com relação às estratégias de aprendizagem metacognitivas, destaca-se que sua importância reside no fato de representarem processos mentais que buscam capacitar os estudantes a identificar seus conhecimentos e controlar suas ações, permitindo-lhes realizar

tarefas de forma a obter maior êxito. Pesquisadores como Campanario e Otero enfatizam que as estratégias de aprendizagem metacognitivas têm sido apontadas como relevantes quando aproximadas do ensino de Física, na medida em que podem atuar como mecanismos que detectam falhas de compreensão nos estudantes. Essa situação, no entender dos autores, permite verificar por que os estudantes não compreenderam, levando-os a buscar alternativas de solução. Eles salientam, ainda, que as dificuldades de aprendizagem podem estar relacionadas a concepções errôneas, cuja identificação via metacognição pode ser mais frutífera e proveitosa, pois atua no plano da tomada de consciência, o que favorece seu reconhecimento, abrindo caminho para a construção do novo conhecimento (Campanario; Otero, 2000).

## *Experts X novatos*

Com relação à utilização da metacognição associada ao ensino de Física, relata-se a existência de um número significativo de estudos evidenciando que os estudantes considerados *experts* em Física recorrem, de forma intencional ou não, ao pensamento metacognitivo, o que tem sido apontado como o seu diferencial em relação aos novatos. Dentre os estudos, menciona-se o de Chi, Glaser e Rees (1982), que descrevem a diferença entre esses dois tipos de estudantes, no momento em que realizam uma atividade experimental envolvendo o estudo do plano inclinado. Os novatos buscam apenas identificar questões específicas de descrição da queda dos corpos no plano, limitando seus conhecimentos a questões de procedimen-

to, ao passo que os *experts* procuram identificar a queda dos corpos em termos dos princípios fundamentais da mecânica newtoniana.

Ainda quanto à diferença entre os comportamentos de novatos e *experts*, Larkin (1983) afirma que os últimos partem para a solução do problema somente após terem estabelecido uma representação mental da situação física a que este se refere, recorrendo a aspectos de identificação com estruturas já existentes em seu pensamento, uma forma metacognitiva de proceder.

Essas pesquisas, a exemplo de outras que serão relatadas posteriormente, revelam que há estudantes que, mesmo sem perceber, recorrem às estratégias de aprendizagem metacognitivas para realizar suas tarefas (aprendizagem), assim como há os que necessitam ser instruídos para tal. Portanto, infere-se que a evocação do pensamento metacognitivo, para muitos estudantes, é resultante da adoção de estratégias, o que implica conhecimento a seu respeito e a respeito dos benefícios que estas trarão à sua aprendizagem.

## Ensino estratégico

Atualmente, são apontadas duas possibilidades de ações capazes de levar os estudantes a aprender como utilizar estratégias de aprendizagem metacognitivas: programas de treinamento específico (autoinstrutivo) e adoção em sala de aula desse tipo de estratégia pelo professor.

A primeira possibilidade refere-se aos programas de treinamento paralelos às disciplinas escolares, centrados em desenvolver estratégias de caráter geral, visando,

principalmente, à autoinstrução, ao autocontrole e à autoavaliação. São manuais orientativos que descrevem passos a serem seguidos para treinar os estudantes a pensarem sobre seus conhecimentos e a traçarem estratégias de ação diante das situações de aprendizagem. Esses programas têm recebido várias críticas por parte dos pesquisadores e professores, mostrando o seu distanciamento diante dos conteúdos curriculares, cujo processo de transposição é legado ao estudante, que, na maioria das vezes, apresenta dificuldades para tal. Outra crítica é que muitas vezes deixam a desejar por serem genéricos e não considerarem variáveis individuais, como idade, nível de desenvolvimento mental, linguagem, etc.

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

Essa conexão leva à segunda possibilidade, a qual direciona à inclusão das estratégias em consonância com os conteúdos de aprendizagem em que são explicitadas, apoiando o processo de construção dos conhecimentos específicos. Nesse processo, destaca-se o papel do professor, que deve atuar como um mediador, estabelecendo os meios que favorecerão a evocação desse pensamento. Nesse caso, as estratégias de aprendiza-



gem passam a ser de ensino, pois serão incorporadas ao processo didático do professor, que recorre a um ensino estratégico metacognitivo com o objetivo de que seus estudantes ativem, em suas estruturas mentais, o pensamento metacognitivo, promovendo meios para o uso de estratégias dessa natureza.

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

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

O segundo aspecto vincula-se à identificação, por parte dos professores, no momento em que estão planejando suas aulas, de quais conteúdos são mais significativos e de quais dificuldades de aprendizagem seus estudantes poderão apresentar. Tal etapa possibilita que os professores antecipem-se e proponham alternativas para os estudantes, levando a que percebam que o planejamento e a seleção de estratégias e tarefas fizeram parte, também, 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, seja em termos de motivação, de confiança, de habilidade de comunicação, seja ao estabelecerem, explicitamente, relações substanciais e significativas entre os conhecimentos que explicam e a metodologia que utilizam para fazê-lo.

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

- explicitar aos alunos o sentido, a utilidade e o valor da estratégia que pretende ensinar, bem como a razão pela qual, diante de uma tarefa complexa, é necessário planificar, regular e avaliar a própria atuação;
- mostrar-lhes que a estratégia se aplica à aprendizagem de diferentes conhecimentos (até mesmo disciplinas), permitindo que o aprendiz pratique, de forma suficiente e em situações variadas, tais procedimentos;
- insistir que os estudantes utilizem tais estratégias, pois é com a frequência em diferentes situações de aprendizagem que o estudante tomará

consciência da sua importância e se acostumará, gradativamente, a tornar-se reflexivo;

- fazer com que as atividades propostas e os métodos utilizados sejam, gradual e progressivamente, transferidos para a responsabilidade dos estudantes, delegando o controle sobre a aprendizagem do professor para o aluno;
- inicialmente, optar por situações-problemas, exercícios simples e, à medida que os estudantes aprendam a controlar e utilizar a estratégia de aprendizagem, ir progressivamente passando a inserir problemas abertos e que envolvam maiores demandas cognitivas;
- criar espaços para que os estudantes apresentem e discutam as estratégias utilizadas para resolver os problemas, podendo, assim, debater sobre e avaliar as metodologias utilizadas, ou mesmo o modo de proceder na realização da tarefa;
- avaliar explicitamente o esforço que o aprendiz realiza quando planifica e regula sua ação, analisando as condições da situação de aprendizagem, ou quando utiliza, de forma coerente e ajustada, um procedimento para aprender.

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

Diante dessa explanação, duas questões aparecem como inerentes ao ensino nessa perspectiva: a identificação da idade em que os estudantes estariam mais aptos a recorrer à utilização de estratégias metacognitivas e a distinção entre uma aprendizagem baseada em estratégias metacognitivas e uma aprendizagem autorreguladora.

## Idade X aprendizagem de estratégias metacognitivas

A idade em que os estudantes estariam mais propensos a utilizar estratégias de aprendizagem metacognitivas nas atividades escolares tem se apresentado um tema difuso na literatura. A questão central é: crianças no início do processo escolar (séries iniciais, por exemplo) teriam ou não capacidade de ativar seus recursos metacognitivos e utilizá-los na aprendizagem?

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

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

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

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

No processo de ensino-aprendizagem, Flavell, Miller e Miller (1999) relatam que os estudantes mais velhos utilizam, constantemente, seus recursos de pensamento

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

Por fim, salienta-se que o tema mostra-se controverso, pois autores como Sutherland (1996), referindo-se ao ensino primário, dizem-se não convencidos de que seja compensado o tempo que o professor perde para tornar conscientes da sua aprendizagem crianças nessa fase escolar. “As crianças são principiantes universais porque não possuem eficácia metacognitiva. Não conseguem verificar e controlar as atividades em curso e são incapazes de efetuar análises das suas próprias tarefas” (Sutherland, 1996, p. 144).

Contraopondo os aspectos divergentes, há os consensuais, como a evidência de que estudantes já na fase operatória formal, como os que frequentam o ensino médio, apresentam-se capazes de operar seus pensamentos de forma metacognitiva. Por conseguinte, ao assumir-se que para esses aprendizes a metacognição pode ser utilizada como recurso didático, emana a questão relacionada à distinção entre um ensino centrado em estratégia

de aprendizagem e uma aprendizagem autorreguladora. Esta, por seu turno, é entendida, muitas vezes, como sinônimo da primeira; contudo, ambas guardam diferenças entre si, como mostra Zimmerman (2001).

## Aprendizagem autorreguladora

Zimmerman (2001) descreve a aprendizagem autorreguladora como aquela que ativa os processos mentais do estudante, favorecendo a aquisição do conhecimento por meio de mecanismos de conduta do pensamento, isto é, por meio das representações mentais internas e externas decorrentes da interação entre o conhecimento novo e o já existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Tais mecanismos podem ser utilizados de forma mais livre pelos estudantes ou estar vinculados às estratégias de aprendizagem metacognitivas. Assim, a aprendizagem autorreguladora no ensino deve obedecer a uma lógica de desenvolvimento, na qual, inicialmente, tem-se um contexto e, depois, é ofertada aos estudantes uma diversidade de opções de estratégias com base nas quais eles podem fazer suas escolhas, de modo a adequar a estratégia à realização da tarefa e ao seu estilo de aprendizagem. Entre tais escolhas, pode estar a estratégia de aprendizagem metacognitiva. Nessa medida, um ensino fundamentado na aprendizagem autorreguladora permite aos estudantes a escolha de estratégias e métodos que melhor se adaptem para que se alcance o objetivo almejado, oportunizando uma flexibilização quanto à identificação do sujeito com uma ou outra estratégia, ao passo que a utilização de estratégias metacognitivas se apresenta como uma escolha já estabelecida de antemão.

Ainda considerando a opção pela metacognição em sala de aula como estratégia de aprendizagem, relata-se a necessidade de que o professor estabeleça novos contratos didáticos com os alunos para efetivar um novo modelo de ensino. Tal necessidade decorre do entendimento de que a metacognição atribui ao professor o papel de mediador da aprendizagem, modificando sua função dentro do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que ele passa a ter como tarefa escolher e oferecer situações de aprendizagem que renunciem a transmissão de conhecimentos e busquem as que se adaptam ao percurso intelectual dos estudantes.

Conforme destacado por Bouffard-Bouchard (apud Doly, 1999), o professor deve estar atento ao funcionamento cognitivo dos estudantes e, para isso, deve centrar-se no próprio processo de aprendizagem, e não na aquisição das boas respostas. O erro, o ir e vir passam a ser permitidos na aprendizagem, deixando de ser elementos indesejáveis no processo.

O professor precisa entender que o sucesso não está nas “respostas corretas” dos alunos, mas sim na sua construção e no percurso que os leva à apropriação do saber. Por sua vez, ao estudante compete tomar ciência de seu novo papel nesse contrato didático. A ele é destinada a tarefa da busca pelo saber, da avaliação constante de sua aprendizagem, da importância do erro na construção do conhecimento, sabendo que é detentor de metacognições úteis para a sua aprendizagem; ou seja, cabe-lhe construir o conceito de aprendiz, tomando consciência de suas competências e de que é capaz de autogerenciar e autocontrolar sua aprendizagem.



Assim sendo, uma metodologia que busque atribuir ao estudante um papel social relevante e único na construção do seu próprio conhecimento aponta para a necessidade de implementar contratos didáticos inovadores, que modifiquem os papéis e as expectativas de cada um dos membros desse processo (professor e aluno).

## Um novo contrato didático

Por contrato didático entende-se o conjunto de comportamentos específicos do professor que são esperados pelos alunos e o conjunto de comportamentos dos alunos que são esperados pelo professor e que regulam o funcionamento do ambiente escolar (sala de aula). A introdução do termo “contrato didático” é atribuída na literatura a Brousseau (1986), que o entende como a regra de um jogo, uma relação que determina, explicitamente por uma parte e implicitamente por outra, o que é de responsabilidade de cada um dos membros (professor e aluno). Ou seja, o contrato didático rege as relações entre o professor, o aluno e o saber.

Brousseau (1986) lembra que, ao atribuir as funções de cada participante do jogo, o contrato didático acaba promovendo uma situação paradoxal nas relações didáticas: de um lado, o professor precisa auxiliar o estudante no seu processo de aprendizagem e, de outro, não deve explicitar todos os mecanismos de construção do conhecimento, pois poderá estar arriscando as potencialidades do aprendiz à medida que fornecer as pistas de como uma determinada situação-problema poderá ser resolvida, provocando uma ilusão de que houve aprendizado. Nessa tarefa, outros paradoxos poderão existir;

entretanto, é preciso lembrar que o contrato didático tem o objetivo de organizar as responsabilidades entre o estudante e o professor, as quais somente poderão ser concretizadas sob determinadas regras que irão reger as relações didáticas. Para concretizar o ensino, é necessário que se construa um espaço comum de significações entre o professor e os alunos. Esse espaço, porém, não poderá ser verdadeiramente comum, o que representa outro paradoxo, uma vez que o professor é quem detém o saber, o motor da própria relação didática.

Nesse sentido, é preciso compreender que, mesmo dentro de uma perspectiva de educação construtivista, a qual prima pelas interações entre sujeito e objeto, sendo mediada pelo professor, a estrutura das relações mantidas entre o os polos do chamado “triângulo didático” – professor-aluno-saber – guardam proporções distintas nas relações que estabelecem entre si. Professor e estudante não ocupam posições simétricas na relação com o saber. O professor não somente domina com maior profundidade o conhecimento como também tem a responsabilidade de organizar as situações de ensino consideradas favoráveis para as aprendizagens. Tratar a eventual estrutura comum dessas situações sem perder de vista a diversidade, as características individuais, os alcances e as limitações subsequentes que as envolvem requer uma decisiva clareza dos atos didáticos (Joshua; Dupin, 1993, p. 249). O contrato didático reúne, portanto, três instâncias: o aluno, o professor e o saber. Não há a alternativa de aceitá-lo ou recusá-lo; o contrato está posto no momento em que os alunos e o professor encontram-se em torno do conhecimento ensinado. "Os contratantes, eles mesmos, não pré-existem ao contrato. É o contrato que os cria" (Chevallard, 1988, p. 11).

Com relação ao paradoxo existente nas relações didáticas estabelecidas pela tríade professor-aluno-saber, destaca-se o processo de avaliação, conforme mencionam Chevallard e Feldmann (1986). Os autores lembram que o objetivo do processo de avaliação é colocado pelos professores e profissionais da educação naquilo que deve ser, no que o aluno deve atingir, ou seja, no produto da aprendizagem, e não no processo, chamando a atenção para a ideia subjacente de que existe uma verdade única a ser atingida pelos alunos e de que a nota atribuída às provas indica em que medida o aluno se aproximou dessa verdade. Com base nesse discurso, Chevallard, na mesma obra, amplia o conceito inicial de contrato didático, destacando que a pilotagem do processo didático encontra-se mediada pelo modelo que fixa a exigência de um progresso no saber. Para o autor, é o contrato quem deve impor o progresso e gerar os conteúdos e as modalidades que o constituem. Dito de outro modo, o contrato é quem define o conjunto das exigências do que parece legítimo impor aos alunos, num dado instante do processo didático, a respeito do elemento de saber considerado: tipos de exercícios, quantidade de questões, etc. O contrato seria, nessa perspectiva, uma negociação num clima de oposição de interesses entre professores e estudantes. “Os alunos tentam, se não de maneira constante, pelo menos de maneira sistemática e regular (nos dois sentidos da palavra), diminuir as exigências do professor sobre os tipos de competência a adquirir a propósito dos elementos em questão [...]” (Chevallard; Feldmann, 1986, p. 105).

Nessas situações de divergência de interesse entre os contratantes (professores e alunos), emergem as rupturas e negociações do contrato, conforme assinala Brou-

sseau (1986). O contrato didático surge como possibilidade de uma (re)negociação e de tornar explícito o que, muitas vezes, está implícito em sala de aula. Ou seja, as regras explícitas do contrato didático, muitas vezes, chocam-se com as de cunho implícito, promovendo-se uma situação de conflito.

Na ânsia de propor alternativas didáticas que facilitem a aquisição do conhecimento pelos alunos, os professores acabam por sacrificar conteúdos e objetivos de aprendizagem, atitudes que conduzem a rupturas de contrato. Brousseau (1986) destaca que a exigência das rupturas – que ocorrem no sentido de buscar alternativas para a compreensão do conhecimento – produz efeitos observáveis na aprendizagem. Entre os efeitos mais comuns, destacam-se quatro: Pigmaleão, Topaze, Jourdain e Papy (ou deslocamento metacognitivo).

O efeito Pigmaleão ocorre quando há uma espécie de acordo entre o aluno e o professor, ou seja, o primeiro limita-se a aprender o que o segundo exige e este, por sua vez, limita-se a cobrar aquilo que julga que aquele poderá apresentar. Já o efeito Topaze decorre das abundantes estratégias de aprendizagem que o professor proporciona ao estudante, como forma de antecipar suas possíveis respostas, uma vez que é ele quem escolhe e dirige as atividades a serem desenvolvidas. Uma das variantes do efeito Topaze consiste no efeito Jourdain, o qual é observado em estratégias de ensino em que o professor busca no comportamento consensual dos estudantes uma manifestação de que o conhecimento está sendo compreendido. Por fim, o efeito Papy, ou deslocamento metacognitivo, é aquele em que, em situação de desespero, o professor utiliza explicações e formas de entendimento pessoais

para tentar atingir o estudante. Tais explicações, muitas vezes, constituem métodos heurísticos e pouco têm a ver com o conhecimento em si. Como exemplo desse efeito, pode-se mencionar o uso das flechas no ensino de Matemática ou para representar vetores em Física.

Mas, em um ensino metacognitivo, qual seria o papel do contrato didático? Por que a sua ruptura e (re)negociação são consideradas fundamentais para o sucesso da aprendizagem? Talvez a resposta não seja tão simples e evidente quanto parece ser, pois a metacognição exige reflexão, autonomia, motivação para aprender e confiança em si mesmo e nos outros, com os quais serão compartilhadas as situações de aprendizagem. Ao professor é legado o papel de mediador da aquisição do conhecimento, de competências metacognitivas, para dar suporte aos estudantes, assim como retirá-lo quando pertinente. É preciso que o professor entenda essa sua função, o que requer que ele defina tanto os objetivos metacognitivos quanto os de cunho cognitivo. Mais do que selecionar conteúdos, é preciso buscar alternativas que favoreçam a apropriação desse saber dentro de um processo que não se limite aos efeitos didáticos mencionados por Brousseau, mas que permita apresentar ao aluno o aprender a aprender.

Segundo Bruner (1987), para que a aprendizagem seja bem-sucedida, é preciso que o professor saiba ouvir, observar, promover avaliações formativas, considerando o erro dentro de uma perspectiva de construção – e não de falta – do conhecimento. O professor precisa dominar a didática correspondente a cada situação de aprendizagem que propõe, além de ter uma boa compreensão do conceito de metacognição e de suas condições de funcionamento em sala de aula. As situações propostas devem, ao mesmo

tempo, permitir que os estudantes reflitam sobre suas tarefas e, conseqüentemente, sobre sua aprendizagem, proporcionando, ainda, que reflitam coletivamente, pois compartilhar ideias também é uma forma de construir conhecimento, como ressalta Ann Brown em suas pesquisas.

O contrato didático, nas situações de aprendizagem metacognitiva, passa a ser explícito, pois cada um tem consciência de sua função no processo: o aluno sabe como proceder e o que deve fazer para aprender; o professor sabe até onde ir e como fazer para que o aluno avance nos seus conhecimentos. Pelo menos é isso que se espera de um processo de ensino-aprendizagem centrado na perspectiva metacognitivista, a qual busca elevar o aluno à condição de promotor de mecanismos favoráveis da sua aprendizagem e o professor ao papel de orientador das atividades. Uma das formas de o aluno regular a sua aprendizagem é por meio de questionamentos. A tomada da consciência do seu pensamento poderá ser norteadada por perguntas tácitas ou não ao ato de aprendizagem. Assim, o estudante poderá tanto ser guiado pelo professor para que o questionamento esteja presente durante a realização das atividades, quanto utilizar-se desse recurso por iniciativa própria.

Levar a metacognição para a sala de aula pressupõe novos entendimentos da ação didática, como relatado neste capítulo, mas também, e por conta disso, leva à elaboração e seleção de novas ferramentas didáticas. Tais ferramentas devem estar de acordo com o estabelecimento desse novo modo de pensar e desenvolver o ensino, favorecendo que os estudantes recorram à evocação de seus pensamentos metacognitivos como favorecedores da aprendizagem em Física.

# Capítulo 5

---

## Ferramentas didáticas metacognitivas

### Introdução

**T**alim menciona que “O professor deve assumir a responsabilidade pela aprendizagem de seus alunos. Eles estão na sala de aula para aprender Física e cabe ao professor dar o máximo de si para que isso aconteça” (2002, p. 25). Com base nessa compreensão e na identificação da metacognição como mecanismo favorecedor da aprendizagem, questiona-se quais as ferramentas didáticas mais adequadas e que favorecem a evocação desse modo de pensamento.

Para responder a esse questionamento, o capítulo apresenta um conjunto de ferramentas consideradas de natureza metacognitiva, selecionadas a partir de investigações em pesquisas da área de ensino de Ciências e que se mostraram favoráveis à evocação do pensamento metacognitivo. Tem, ainda, o objetivo de apresentar ferramentas didáticas que possibilitem ao professor a contemplação, no contexto escolar, de um ensino voltado à evocação desse pensamento. Sua im-

portância reside no fato de que, para o estudante aprender a linguagem da Ciência, é preciso ter compreensão do seu discurso e, para tanto, é necessário que tenha compreendido as estratégias de apropriação desse conhecimento (Colley, 1987). Além disso, é necessário que o estudante saiba transferir tais conhecimentos às novas aprendizagens, podendo, inclusive, tornar-se estratégico e autônomo nas aprendizagens futuras. Ou seja, aprender conhecimento científico requer aprender como e por que aprender.

As ferramentas didáticas representam a operacionalização das estratégias de aprendizagem. Portanto, ensinar essas estratégias demanda a utilização de ferramentas de mesma natureza, que possibilitem aos estudantes serem estratégicos e conhecerem seus recursos cognitivos, utilizando-os em prol da aprendizagem. As ferramentas, por sua vez, são entendidas como instrumentos a que os professores recorrem, em sua ação didática, a fim de auxiliar os estudantes na construção do conhecimento específico. Numa concepção de ensino e aprendizagem construtivista, a literatura especializada relata a existência de uma variedade de ferramentas didáticas, dentre as quais, destacam-se quatro a serem apresentadas neste capítulo.

## Mapas conceituais

Os mapas conceituais são entendidos como representações gráficas utilizadas para destacar as relações entre os conceitos, ligados por palavras; ou seja, consistem em um diagrama hierárquico de conceitos e das relações que estes estabelecem, sendo representados por uma estrutura que envolve desde os mais abrangentes até os me-



nos inclusivos. A prioridade, em sua construção, está em abordar a estrutura que subsidia determinado conceito, e não na sua amplitude. Sua construção requer uma trajetória de passos que envolvem desde a identificação do conceito central, a organização hierárquica dos conceitos, a identificação das palavras que permitam ligá-los entre si, formando as proposições que lhes outorgam significado, até a busca por pontes de ligações indiretas, além de constante avaliação e ajustes na estrutura do mapa.

Os mapas conceituais são utilizados, no processo de ensino-aprendizagem, como ferramenta estratégica para facilitar a aprendizagem (significativa) e, também, como instrumentos que servem para sua avaliação. Além disso, pesquisadores e professores vêm se servindo dos mapas conceituais como ferramenta didática metacognitiva, uma vez que a sua construção requer dos estudantes conhecimentos que decorrem da identificação daquilo que já sabem e, também, da regulação desse conhecimento no momento da realização das atividades, ou seja, da evocação e utilização do pensamento metacognitivo.

Como exemplo da utilização dos mapas conceituais no ensino de Ciências associados à metacognição, apresenta-se o estudo desenvolvido por Parolo, Barbieri e Chrobak (2004). Nessa investigação, foi proposto a estudantes universitários na disciplina de Química que construíssem mapas conceituais sobre o tema “soluções”, enfocando seus conhecimentos sobre o assunto. Após construir os mapas individualmente, os acadêmicos foram entrevistados, a fim de descreverem o modo de pensamento utilizado para a elaboração dos mapas. Tais entrevistas possibilitaram identificar as relações conceituais estabelecidas pelos estudantes investigados, suas con-

cepções alternativas sobre o conteúdo, permitindo, ainda, que refletissem sobre seus conhecimentos. Na sequência, os pesquisadores discutiram o conteúdo com a classe e solicitaram, novamente, que os estudantes construíssem mapas conceituais. Dessa vez, os mapas apresentaram melhor estrutura, contendo maior número de conceitos e maior riqueza de detalhes. Tal situação é entendida pelos autores como decorrente da proposta didática que possibilitou aos acadêmicos tomarem consciência do que sabiam (mapas iniciais) e como sabiam (entrevistas). O resultado da investigação aponta para a importância de se permitir que os estudantes reflitam sobre o que sabem antes de iniciar a discussão de um tópico, destacando a validade de ensiná-los a utilizar estratégias no processo de aprendizagem. Todavia, Parolo, Barbieri e Chrobak destacam que o ensino das estratégias não pode ser o objetivo principal, mencionando que a finalidade é que os alunos aprendam a trabalhar estrategicamente.

Outro estudo que ilustra a utilização de mapas conceituais, agora envolvendo conceitos físicos, é o de Georghiades (2004). A investigação foi desenvolvida com sessenta estudantes do 5º ano (onze anos), com o objetivo de verificar se o uso da metacognição contribui para que os conhecimentos de corrente elétrica permaneçam retidos por um tempo maior na estrutura cognitiva desses sujeitos. Os instrumentos metacognitivos selecionados para o estudo foram desenhos com anotações, diários de classe e mapas conceituais. Particularmente com relação a estes últimos, o estudo revelou que tais recursos levaram ao uso da metacognição, baseando-se no fato de que as crianças, no momento em que os produziam, conseguiam, gradualmente, representar numerosos concei-

tos e identificar relações e conexões entre eles, algo que, provavelmente, segundo o autor, não poderia ser alcançado sem que tivessem exibido reflexões sobre os conhecimentos construídos.

## Diagramas V

O “diagrama V”<sup>4</sup>, criado por D. B. Gowin para análise do processo de produção do conhecimento, constitui-se de duas partes distintas, o domínio conceitual e o domínio metodológico, que interagem entre si, com a questão-foco que se encontra no seu centro e, ainda, com os eventos estudados, situados em sua base. No lado esquerdo do Vê, denominado de “lado do pensar”, encontram-se elementos que se referem ao domínio conceitual, tais como conceitos, leis, princípios e teorias com filosofias adjacentes. No lado direito, está o domínio metodológico, relativo ao “fazer”, onde se escrevem os registros necessários para a realização da atividade ou para a produção do conhecimento (no caso dos conteúdos de Física em uma aula de laboratório, poderiam ser registrados os parâmetros, índices, coeficientes, tabelas, tudo o que foi necessário para a atividade em desenvolvimento).

O diagrama V é utilizado como instrumento na instrução, na aprendizagem e na avaliação do ensino. Segundo Moreira (1996), também é útil na meta-aprendizagem, entendida como aprender a aprender, percebendo de que forma se aprende e usando esse conhecimento para facilitar novas aprendizagens. Assim, o estudante que utiliza essa ferramenta, além de ter facilitada a apropriação do

---

<sup>4</sup> “Vê epistemológico de Gowin”.

conhecimento, é favorecido pela aprendizagem de como este foi construído, percebendo que não só o conhecimento humano é fruto de uma construção, como também o seu próprio. Desse entendimento de aprendizagem resulta a análise da estrutura do conhecimento, que, em essência, remete à importância e à utilidade do Vê. “O Vê é um instrumento heurístico para desempacotar, analisar, desvelar a estrutura de um corpo de conhecimentos e de seu processo de produção” (Moreira, 1996, p. 19).

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

em que possibilitou a tomada de consciência dos estudantes sobre seus recursos estratégicos, a proposta didática favoreceu-lhes a planificação e o monitoramento de suas ações, características de um processo metacognitivo.

## Estratégia POE

A sigla POE representa a tríade Predizer-Observar-Explicar e foi definida como ferramenta estratégica metacognitiva por Richard T. White e Richard F. Gunstone em 1992. Segundo os autores, essa ferramenta adota como referência o modelo clássico de pesquisa, no qual uma hipótese é enunciada e as possíveis causas sobre por que a situação pode ocorrer são produzidas e testadas, obtendo-se, assim, os dados. Tais resultados são discutidos, confirmando-se ou não a hipótese inicialmente prevista.

Essa estratégia apresenta-se como uma ferramenta metacognitiva, na medida em que permite ao estudante, pela criação de uma situação-problema, resgatar suas concepções e propor alternativas de solução antes mesmo de operar sobre o objeto do conhecimento. O questionamento possibilitado por essa estratégia leva-o a explicitar suas ideias, as relações entre essas ideias prévias e as teorias que lhe permitem explicar adequadamente o fenômeno em estudo. A estratégia tem sido associada às atividades desenvolvidas em laboratório didático no ensino de Ciências, conforme mostram os estudos de Gunstone e Northfield (1994) e de Campanario (2000), entre outros.

De acordo com esses autores, cada componente da tríade manifesta-se como favorecedor da evocação do pensamento metacognitivo, assim designados: predizer é entendido como a formulação de hipóteses, o que não sig-

nifica, como se costuma pensar, que estas sejam livres de pressupostos teóricos; ao contrário, são hipóteses muitas vezes construídas com base em discussões anteriores, ou mesmo decorrentes das concepções alternativas dos estudantes. O importante é permitir que os estudantes, individualmente ou em pequenos grupos, tenham a oportunidade de expressar suas hipóteses. Observar está voltado a questões de retomada de experiências vividas, seja uma reflexão individual, seja compartilhada com os demais colegas. Nas atividades experimentais, por exemplo, a capacidade de observação dos eventos é uma habilidade fundamental, pois o autocontrole diante do objeto de observação apresenta-se como indispensável para a aprendizagem. Outra característica que se faz presente neste momento é saber compartilhar com os colegas o que foi observado, saber ouvir, discutir, expor suas ideias e aceitar a dos outros. O trabalho em equipe é o espaço no qual cada membro é instigado a trazer suas contribuições pessoais e, assim, a elaborar um resultado compartilhado. Explicar refere-se à retomada das hipóteses iniciais e ao confronto com novos conhecimentos. Saber explicitar ideias e formas de pensamento é fundamental para a construção do conhecimento. Quando o trabalho é realizado em equipe, a capacidade de explicação possibilita construir relações de respeito, confiança, apoio mútuo, além de valorizar a autonomia e a autossuficiência. O fato de ter de explicar aos outros o seu pensamento e os mecanismos pelos quais chegou a determinada conclusão ou hipótese obriga à tomada de consciência de si mesmo e à sua verbalização. Esse confronto de ideias e sua permanente análise possibilitam aos estudantes o controle e a regulação dos seus processos cognitivos.

Essa ferramenta didática torna-se significativa quando se busca aprimorar o pensamento metacognitivo,

especialmente no desenvolvimento de atividades experimentais, haja vista que primam pela interação do aprendiz com o objeto do conhecimento, de modo que reflita sobre seu conhecimento e faça suposições, tomando consciência de seus próprios processos cognitivos. Campanario (2000) menciona que as atividades de pre-dizer-observar-explicar, além de permitirem o resgate das concepções prévias dos estudantes, fazendo-os tomar consciência de seu pensamento, podem lhes mostrar que a ciência é contraintuitiva e que a aprendizagem requer certo esforço de abstração. O autor acrescenta que essa estratégia de aprendizagem de orientação metacognitiva permite aos estudantes convencerem-se de que a ciência serve para entender situações e problemas cotidianos.

A pesquisa de Gunstone e Northfield (1994), referente ao desenvolvimento de aulas experimentais de Física em um curso de formação de professores, utilizou como ferramenta didática as estratégias POE. As atividades desenvolvidas nesse estudo consistiram de experimentos de Física com o objetivo de investigar a pertinência desse tipo de organização didática e as contribuições para a apropriação do saber. As atividades tiveram início com a formulação de hipóteses pelos estudantes (futuros professores e professores em exercício) acerca do fenômeno em estudo, destacando as razões que os levaram a ter essas suposições; na sequência, as atividades experimentais desenvolveram-se de modo que eles confrontassem o observado com suas predições; por último, foram solicitadas as explicações. Como resultados, os pesquisadores, além de enfatizar a importância metacognitiva desse tipo de estratégia de aprendizagem, relatam que essas atividades permitem chamar a atenção para o papel que a observação exerce no ensino de Ciências.

## Questionamentos metacognitivos

Os questionamentos metacognitivos estão centrados na utilização de perguntas, representando esquemas que permitem ao estudante a constante revisão de seu pensamento e o controle de suas ações. Segundo Giaconi,

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

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

Continua a autora, ressaltando que esse guia de perguntas pode ser de caráter autoquestionador ou explicitado pelo professor. O autoquestionamento é uma forma de promover atitudes de busca pelo conhecimento e de tomada de consciência do seu modo de pensar. Pode ser de diversos tipos e estar orientado a fomentar a utilização de estratégias de estudo, de aprendizagem, de compreensão ou, até mesmo, de desenvolvimento de metodologias adequadas ao controle da própria compreensão. O autoques-



tionamento é constituído de uma variedade significativa de questões de cunho interpretativo e orientador, devendo apresentar carácter contestador e avaliador para o estudante, uma vez que sua função é a reflexão sobre a ação. Numa perspectiva metacognitivista, as perguntas que compõem o autoquestionamento poderão ser utilizadas mesmo que não estejam ligadas à atividade do conteúdo, explicitamente; ou seja, as questões podem ser feitas pelo aprendiz, apesar de não serem sugeridas na atividade.

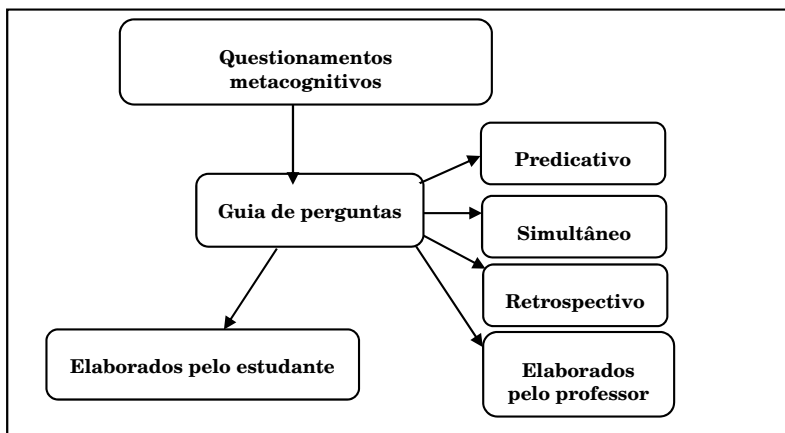
O guia de perguntas previamente organizado pelo professor tem por intuito orientar a aprendizagem e é uma estratégia que pode levar ao autoquestionamento, porém se distingue deste por apresentar o docente como elaborador das questões. As perguntas contidas nesse guia podem estar voltadas a estratégias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

Uma característica importante que diferencia o guia de perguntas formulado pelos estudantes daquele fornecido pelo professor é a possibilidade, neste último, de as estratégias metacognitivas serem ensinadas conjuntamente com os conteúdos escolares. King (1991) destaca, em suas pesquisas, que a utilização de estratégias de aprendizagem metacognitivas no processo de ensino-aprendizagem tem sido baseada, fundamentalmente, em questionamentos orientados à reflexão dos estudantes sobre suas ações, ou seja, metacognitivos. A utilização dessa ferramenta didática representa a oportunidade de os estudantes realizarem perguntas associadas aos conteúdos, atuando como mecanismo favorecedor da identificação de possíveis problemas de compreensão ou eventuais distorções na compreensão da atividade proposta, além de atuar como mecanismo de

controle das ações, uma vez que possibilita a monitoração da ação. É uma forma de verbalização escrita ou oral do pensamento, podendo ser de três tipos: predicativa, quando se refere à planificação para a realização das tarefas, ou, ainda, quando vinculada à explicitação das concepções prévias sobre o objeto do conhecimento; simultânea, quando ocorre paralelamente à realização da tarefa, de forma a relatar os passos adotados ou os mecanismos pelos quais está concebendo o conhecimento; retrospectiva, quando realizada após a atividade ou aquisição do conhecimento.

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

Quadro 3: Esquema representativo dos questionamentos metacognitivos



Fonte: Rosa, 2011.

Tomando-se por referência os estudos de Giaconi (2008), apresenta-se, na continuidade, um quadro com exemplos de questões que poderão constar no guia de perguntas. Tais exemplos foram organizados na proposição de guia elaborado pelo professor e que deverá ser respondido pelo estudante. A organização desse guia segue os seis elementos metacognitivos decorrentes do con-

**ceito de metacognição em Flavell e Wellman (1977) e em Brown (1987), conforme destacado no primeiro capítulo.**

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

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

Fonte: Rosa, 2011.

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

# Capítulo 6

---

## Ações didáticas orientadas pela metacognição

### Introdução

**A**s ações ou situações didáticas representam as atividades selecionadas para desenvolver os conteúdos escolares e caracterizam o ato de ensinar e aprender, podendo ser de diversas naturezas e estruturadas de acordo com diferentes concepções pedagógicas. No ensino de Física, as mais comuns são resolução de problemas, leitura e interpretação de textos e atividades experimentais, às quais se agrega a avaliação, por considerar-se que o ato de avaliar os conhecimentos dos estudantes representa uma situação de ensino e aprendizagem.

As ações didáticas, enquanto situações organizadas pelos professores para favorecer a compreensão dos conteúdos, podem ser elaboradas de modo a contemplar objetivos de distintas naturezas. Particularmente com relação aos objetivos metacognitivos, as ações didáticas podem estar orientadas para favo-

recer a evocação desse tipo de pensamento, recorrendo, para tanto, às ferramentas ou aos instrumentos didáticos associados a tal dimensão.

Com vistas a identificar as ações que vêm sendo exploradas no ensino de Física e o modo como isso vem ocorrendo, apresenta-se, na continuidade, o relato de pesquisas que associam a metacognição às situações didáticas. A identificação das pesquisas ocorreu junto à literatura especializada, sendo possível perceber dois grupos de investigações na área de ensino de Física: as que examinam o comportamento de estudantes durante uma situação de aprendizagem e as que relatam situações didáticas nas quais a metacognição está associada, de forma explícita, a um programa de instrução e, em alguns casos, demonstrando os resultados de sua validação *in loco*.

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

## Resolução de problemas

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

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

De acordo com Vieira (2001), uma das formas de proporcionar o desenvolvimento das estratégias metacognitivas no aluno está na proposição de atividades que possibilitem o uso dessas estratégias no contexto da sala de aula, como a resolução de problemas, por exem-

plo, chamando a atenção para a existência de quatro níveis de atividades mentais envolvidas na resolução de problemas: a percepção, a imagem, a simbolização e a conceitualização. A percepção proporciona a síntese da informação; a imagem, a reativação da memória; a simbolização, por sua vez, permite ao cérebro humano representar a realidade e as experiências; e a conceitualização ocorre como decorrência das experiências, admitindo a abstração necessária para a resolução de problemas.

Em Física, a resolução de problemas pode apresentar-se de diversas maneiras, indo desde a sua forma tradicional, os denominados problemas de lápis e papel, até as inovadoras metodologias baseadas em projetos, que não deixam de ser problemas, para os quais os estudantes devem propor soluções. Entretanto, as análises nas pesquisas envolvendo metacognição e ensino de Física apontam para a identificação da categoria “resolução de problemas” em dois casos distintos, assim denominados: “resolução de situações-problemas” e “problemas de lápis e papel”.

Com relação à primeira categoria, destacam-se os estudos de resolução de problemas, mas que não se enquadram na categoria “exercícios textuais de solução algébrica”. Esse é o caso da investigação desenvolvida por Davis, Nunes e Nunes (2005), ao descreverem um projeto no qual a metacognição é associada ao ensino de Física, apontando para a importância de utilizá-la para os processos de aprendizagem e para o sucesso escolar. Os autores sugerem ser relevante proporcionar, no ambiente escolar, situações que levem a uma cultura do pensamento por meio do uso da metacognição, relatando uma atividade desenvolvida com alunos do 1º ano do ensino médio na disciplina de Física. Nessa atividade, os estudantes são



desafiados pelo professor a propor situações-problemas e, por meio de uma sequência de passos criteriosamente seguidos, desenvolvem a sequência didática indicada. Ao final, os produtos obtidos pelos alunos são divulgados na internet, provocando-lhes o sentimento de capacidade e competência. Nas atividades, cujo objetivo é proporcionar o desenvolvimento das habilidades metacognitivas de modo associado à aprendizagem, a criatividade e a motivação para aprender são incentivadas.

No ensino de Física, o tempo destinado para a resolução de problemas na modalidade algoritmos matemáticos é extremamente significativo, uma vez que vem ocupando mais da metade da carga horária da disciplina. Tal situação confirmou-se na medida em que o maior número de pesquisas vinculando a metacognição ao ensino de Física enquadraram-se nessa categoria. Os estudos apontam a utilização da metacognição como alternativa para a aprendizagem em Física por meio da elaboração de sequências de passos que auxiliam a organização de pensamento e permitem ao estudante a busca pela solução do problema apresentado pelo professor ou pelo livro-texto.

Na segunda categoria de problemas, encaixam-se os tradicionais exercícios apresentados pelos livros-texto, nos quais os procedimentos adotados pelos estudantes para solucioná-los podem ser conscientes ou não. As pesquisas mostram que, muitas vezes, os aprendizes utilizam-se de estratégias metacognitivas para solucionar os problemas de Física e não estão conscientes de que as utilizam, como é o caso das pesquisas evidenciando a diferença entre *experts* e novatos na resolução de problemas nessa disciplina, assim como das pesquisas mostrando as diferenças entre as estratégias adotadas

por estudantes bem-sucedidos como contraponto aos que apresentam dificuldades nesses conteúdos.

Swanson (1990) pesquisou a utilização de estratégias metacognitivas para a resolução de problemas em Física por estudantes universitários que apresentavam bom e mau rendimento na disciplina. O estudo demonstrou que os acadêmicos que adotam estratégias metacognitivas (mesmo inconscientemente) resolvem problemas de forma mais eficiente que os que não as utilizam. Esse é, portanto, um exemplo da utilização das estratégias metacognitivas associadas aos benefícios da aprendizagem, as quais vêm sendo empregadas pelos estudantes, mesmo sem terem a consciência de sua utilização.

Souza e Fávero (2002) investigaram a resolução de problemas em Física por meio de trocas verbais entre um especialista (*expert*) e um novato em situação de interação social, de modo a privilegiar as regulações cognitivas em relação a um campo conceitual particular. Nesse trabalho, foram criadas situações de interação que permitissem intervir nas operações de regulação cognitiva do sujeito, de tal forma que ele revisasse seu próprio processo de produção em Física, buscando uma (re)elaboração das ações e dos produtos no processo de resolução de problemas. A pesquisa foi desenvolvida em cinco sessões individuais com dois estudantes de curso pré-vestibular. A defesa das autoras está na introdução de um sistema autorregulador para a aprendizagem, ou seja, na recuperação da importância da autorregulação no funcionamento cognitivo de cada sujeito no contexto interacional (sociocognitivista). A metacognição é destacada não como referencial teórico para análise das categorias emergentes da pesquisa, que ficou por conta da

teoria dos campos conceituais de Vergnaud, mas como elemento subjacente à situação proposta, por sua proximidade com os mecanismos regulatórios, sendo, inclusive, enfatizada a concepção piagetiana nesse estudo. A análise da interação foi considerada por meio da fala dos estudantes durante a resolução de problemas e da sua tomada de consciência diante dos problemas propostos. Segundo as pesquisadoras, a tomada de consciência refere-se tanto à situação de intervenção como ao papel de cada sujeito (professor e estudante) na interação social. Elas destacam, ainda, a importância da tomada de consciência do próprio aprendiz em relação à sua cognição no processo de resolução de problema.

Neto e Valente (2001) apresentaram uma pesquisa na qual foi investigada a eficiência dos estudantes na resolução de problemas pela proposição de enunciados mais próximos das situações cotidianas e da utilização de estratégias de aprendizagem metacognitiva. O estudo verificou a potencialidade das atividades no desenvolvimento de experiências metacognitivas (comportamento, hábitos e atitudes) e o modo como podem contribuir para uma mudança positiva dos aprendizes na relação entre a Física e a resolução de problemas. A pesquisa foi desenvolvida por meio de intervenção com fichas de resolução metacognitivas de problemas em Física, dando aos estudantes a oportunidade de procederem à exposição dos processos de pensamento que subsidiaram as estratégias utilizadas. Além disso, essas fichas eram discutidas no grande grupo (toda a classe, em pequenos grupos ou mesmo individualmente), de modo a oportunizar a verbalização do pensamento. Foram acrescentadas a essa forma de coleta de dados as entrevistas realizadas com os sujeitos

sobre seus modos de pensar e resolver os problemas e, ainda, a análise do material escrito dos estudantes. Os resultados foram obtidos por comparação entre o grupo experimental e o de controle, apontando como promissora a pesquisa, principalmente em termos da capacidade de compreensão e entendimento da situação-problema por parte dos estudantes. Entretanto, os autores chamam a atenção para outros contingentes que necessitam ser alterados, como os de cunho estrutural e organizacional, apontando a necessidade de utilizar-se materiais didáticos coerentes com a proposta e de que os professores estejam preparados para a adoção de estratégias de aprendizagem de ordem metacognitiva, destacando que são eles os verdadeiros promotores da mudança no ensino.

A atividade requer a construção de situações que envolvam a compreensão dos conceitos da Física e seu emprego, bem como o planejamento da ação (desde a elaboração de estratégias de pensamento até o monitoramento do próprio processo de resolução da tarefa). Dois instrumentos guiam a atividade e servem de avaliação para o professor: a ata e a rubrica. A primeira tem a finalidade de fazer o acompanhamento do grupo, com a descrição de todas as ações; ou seja, toda participação e manifestação dos estudantes é registrada. A elaboração da ata, juntamente com o desenvolvimento do trabalho em equipe, obedece a uma definição de papéis que se alternam a cada aula (anotador, mediador, cronometrista, etc.). A rubrica, por sua vez, representa um instrumento de guia relativo aos passos dados pelo professor, ou seja, o planejamento do professor com seus objetivos, o que auxilia na definição de critérios de avaliação, os quais são anunciados para os estudantes.

Coleoni e Buteler (2008), ao realizarem uma investigação com universitários na Argentina, relatam que, em situações de resolução de problemas sobre magnetismo, estudantes, considerados novatos nesse tipo de problema, apresentam habilidades metacognitivas, destacando a necessidade de investir-se em instruções dessa natureza. Nesse estudo, foram propostos problemas de magnetismo a nove sujeitos, cujas narrativas foram registradas em áudio durante a resolução. A exposição verbal do modo como resolviam os problemas propostos permitiu verificar que se estabelecia relação entre o processo de resolução e a utilização dos recursos metacognitivos. Tais resultados demonstram que os estudantes, mesmo considerados novatos, dispõem de um conjunto de habilidades metacognitivas sobre as quais é plausível desenhar entornos instrucionais. Por fim, o estudo apontou que, ao se conhecer os recursos metacognitivos desses sujeitos, é possível estabelecer ações didáticas instrucionais orientadas a levá-los a evocar tal forma de pensamento. O caráter contextual da ativação desses recursos é essencial para entender como se pode modificar tal contexto, favorecendo a compreensão conceitual e epistêmica do conhecimento.

## Leitura e interpretação de textos

A aquisição de habilidades e conhecimentos em leituras e compreensão de textos não pode ser entendida como de responsabilidade apenas das disciplinas vinculadas ao estudo da linguagem, devendo constituir objeto de estudo de todas as disciplinas escolares. Saber

ler, interpretar, redigir textos, entre outras habilidades linguísticas, é fundamental para que os sujeitos vivam em sociedade e dela se sintam parte atuante. Paris, Wasik e Turner (1991), ao investigarem a leitura por meio de estratégias de aprendizagem metacognitiva, relatam que essas estratégias são importantes porque é o leitor quem decide pelo seu uso no momento em que percebe que sua compreensão do texto não está sendo alcançada. Tal atitude é o início de um processo de monitoração da compreensão que levará a outros igualmente significativos, o que permitirá uma leitura mais eficaz do texto.

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

Como exemplo de pesquisa que mostra essa interdependência entre os conhecimentos prévios e as estratégias de aprendizagem metacognitivas para a eficiência na compreensão do texto, apresenta-se a desenvolvida por Otero (1990), que investigou a leitura e interpretação de textos em Física, tendo como objetivo estudar os problemas apresentados por estudantes no que se refere aos processos de compreensão e aprendizagem de textos de natureza científica. O estudo mostrou que os estudantes criam esquemas cognitivos para aprendizagem e recorrem ao controle da própria compreensão ao processarem as informações contidas em textos dessa natureza.

Entretanto, tais recursos, sejam cognitivos (esquemas) ou metacognitivos (controle executivo), nem sempre oferecem ao estudante uma compreensão coerente do texto.

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

## Avaliação da aprendizagem

A avaliação constitui elemento sistemático para atingir um propósito e está presente nos diversos momentos de uma ação. No âmbito escolar, representa as informa-

ções de que o professor necessita para verificar a eficácia da aprendizagem. Por meio da avaliação, o docente vigia o estudante, o que lhe possibilita tomar decisões sobre as necessidades de cada um, buscando, assim, auxiliá-lo na superação das dificuldades encontradas para a apropriação do conhecimento.

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

É nessa medida que se menciona a importância de associar a metacognição no processo de avaliação da aprendizagem, porque permitirá ao estudante fazer suas escolhas e autoconhecer-se. No estudo desenvolvido por Borges, Coelho e Júlio (2005), estudantes foram estimulados a escolher, entre um conjunto de formas de avaliação, aquela que atendia as suas características pessoais de aprendizagem, atribuindo de antemão valores a cada uma dessas atividades. O objetivo da pesquisa estava centrado em propiciar ao estudante a oportunidade de



fazer escolhas, buscando contemplar as diferenças individuais quanto à preferência da modalidade de avaliação e à autoconsciência sobre o potencial de desempenho em cada atividade. A metacognição aparece como indicativo desse desempenho, de modo a analisar a capacidade de julgamento antecipado das escolhas feitas pelos estudantes, ou seja, como forma de avaliar a expectativa diante do desempenho em uma determinada tarefa. Como resultado dessa pesquisa, os autores mencionam que o tipo de avaliação realizada permite contemplar as habilidades e capacidades individuais nos estudantes, assim como os induz a realizar com maior empenho as atividades consideradas mais relevantes para seu pleno desenvolvimento. Segundo os autores, isso possibilitou estabelecer uma cultura de disciplina e estudo persistente, sem entrar em conflito com as preferências individuais dos estudantes.

## Atividades experimentais (laboratório didático)

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

A importância das atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem em Ciências (Física) sem-

pre foi mostrada na literatura especializada, diferenciando-se entre os autores, porém, todas associadas aos campos pedagógico, psicológico ou epistemológico, mostrando a existência de sólidos argumentos que a justificam no ensino médio. Para ilustrar tais justificativas, menciona-se o exposto por Hodson (1996), para quem, se utilizadas de modo adequado, essas atividades podem se tornar férteis cognitivamente, salientando que têm a potencialidade de motivar os estudantes, de promover a aprendizagem de conhecimento conceitual e de ensinar *skills* laboratoriais, isto é, metodologia e atitudes científicas.

Pinho-Alves (2000) aponta o construtivismo como alternativa para uma reorientação pedagógica e epistemológica do laboratório didático, mencionando que este precisa ser entendido como mediador do discurso construtivista do professor, atuando como objeto didático, e não como objeto a ensinar, como foi consolidado no início do século XXI. A esse novo modo de ver o laboratório didático, o autor atribui, especificamente, a expressão “atividades experimentais”, a fim de não limitar tais atividades ao espaço físico “laboratório”, destinado, via de regra, à realização dessas atividades no contexto escolar.

Sem estender essa discussão, por limitações textuais, acrescenta-se a necessidade de que tais atividades conduzam os estudantes à aprendizagem dos conceitos físicos e que, ao mesmo tempo, favoreçam o desenvolvimento das capacidades científicas indispensáveis à sua atuação crítica e eficaz na sociedade, independentemente de sua opção profissional.

Em termos das pesquisas associando metacognição às atividades experimentais, relata-se a existência de um número inexpressivo de estudos na literatura espe-

cializada. Dentre as pesquisas, estão as desenvolvidas por Gunstone e Northfield (1994) e por Kung e Linder (2007), nas quais ferramentas didáticas figuram como forma de evocar o pensamento metacognitivo. No relato a seguir, referente às pesquisas, acrescenta-se a de Zuliani e Ângelo (1999) no ensino de Química, por estar vinculada à utilização de uma ferramenta didática distinta das demais.

Gunstone e Northfield (1994) investigaram a utilização de estratégias de aprendizagem metacognitivas pelo uso da ferramenta didática POE junto a um curso de formação inicial e continuada de professores. As atividades desenvolvidas nesse estudo consistiram de experimentos de Física com o objetivo de verificar a pertinência desse tipo de organização didática e suas contribuições para a apropriação do saber. Seu início deu-se pela formulação de hipóteses pelos estudantes (futuros professores e professores em exercício) acerca do fenômeno em estudo, destacando as razões que os levaram a essas suposições; na sequência, as atividades experimentais desenvolveram-se de modo que eles confrontassem o observado com suas predições; por último, foram solicitadas as explicações. Como resultado, os pesquisadores enfatizam a importância metacognitiva desse tipo de estratégia de aprendizagem, relatando, ainda, que essas atividades ressaltam o papel que a observação exerce no ensino de Ciências.

O estudo realizado por Kung e Linder (2007) voltou-se à ação espontânea do pensamento metacognitivo nos estudantes durante realização de atividade em laboratório, com o objetivo de quantificar essa ação espontânea e verificar sua validade para esse tipo de atividade.

Foram gravadas as atividades desenvolvidas em oito grupos de trabalho envolvendo três tipos diferentes de introdução ao laboratório de Física. Como resultado, as autoras assinalam a existência de uma diferença entre os grupos por conta das declarações metacognitivas dos estudantes, ocorrendo mudanças no seu comportamento. Por exemplo, um grupo retomou os dados experimentais para discutir a forma de compreender determinado resultado obtido, depois que um deles fez comentários referentes a dados confusos.

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

Finalmente, o estudo desenvolvido por Zuliani e Ângelo (1999) teve por objetivo avaliar a aplicabilidade

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

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

As pesquisas apresentadas referem-se à associação de estratégias de aprendizagem metacognitivas com as atividades experimentais no ensino superior. Para o ensino médio, não foram encontrados estudos referentes a essa associação, o que leva à construção de uma proposta que será objeto do próximo capítulo.

# Capítulo 7

---

## Proposta de estruturação para as Atividades Experimentais Metacognitivas

**O**s capítulos anteriores dissertaram sobre a possibilidade de a metacognição atuar como mecanismo potencializador da aprendizagem em Física, tese que resultou da identificação de resultados promissores apontados pela literatura. Diferentes pesquisas, como as relatadas ao longo desta obra, evidenciaram que a evocação do pensamento metacognitivo oferece aos estudantes condições para que compreendam, concomitantemente, os conhecimentos específicos das disciplinas escolares e os meios que os levaram a entender esses conhecimentos.

Os estudos anteriores também revelaram que o mecanismo de envolver o pensamento metacognitivo na aprendizagem é apontado como o diferencial entre os estudantes considerados *experts* e os novatos em Física. A identificação, por parte dos estudantes, dos seus conhecimentos e, sobretudo, a tomada de cons-

ciência proporcionada pelo pensamento metacognitivo levam a que os tidos como bem-sucedidos dediquem mais tempo ao pensar antes de agir. De fato, as pesquisas em psicologia cognitiva têm revelado que os avaliados como *experts* dedicam um tempo maior à identificação do problema ou da atividade proposta, diante dos seus esquemas de pensamento e da seleção da estratégia e da planificação necessárias para sua realização, em comparação aos chamados novatos, supostamente com dificuldades de aprendizagem (Sternberg, 2000).

Em vista do exposto, e por considerar-se a metacognição como mecanismo diferencial de pensamento entre os estudantes, aventou-se a possibilidade de sua agregação às atividades experimentais. O estudo desenvolvido por Rosa (2011), na forma de tese de doutoramento, teve como referenciais os estudos de Flavell e Brown, estabelecendo os “elementos metacognitivos” (pessoa, tarefa, estratégia, planificação, monitoração e avaliação) a serem agregados às atividades experimentais. No referido estudo, o aspecto central consistiu na possibilidade de propor alternativas didático-metodológicas que envolvessem momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo.

O estudo ilustra a possibilidade da agregação da metacognição às situações didáticas, mencionando a necessidade de incluir ferramentas didáticas como suporte à evocação dessa forma de pensamento. Dentre o conjunto de ferramentas de natureza metacognitiva apresentadas anteriormente, a opção do estudo foi pelos questionamentos metacognitivos, os quais se apresentam como veículo de interlocução entre os estudantes e seus pensamentos. Chi et al. (1989), ao referirem-se à necessidade de inclusão de momentos explícitos e de que esses momentos estejam

associados às opções didáticas dos professores, destacam que é preciso dar condições de evocação desse pensamento. Para isso, continuam os autores, é preciso que o professor seja enfático e defina em que momento da atividade o aluno deverá recorrer ao pensamento metacognitivo.

Para ilustrar a possibilidade dessa agregação, apresenta-se, na continuidade, a proposta desenvolvida por Rosa (2011) referente à inserção de questionamentos de natureza metacognitiva nos roteiros-guia das atividades experimentais. Tais questionários constituíram, na proposta, uma espécie de guia de perguntas metacognitivas de cunho reflexivo e operacional, as quais, pela reincidência, acabam sendo assumidas pelo estudante de forma automática, como parte implícita da atividade experimental em desenvolvimento. Para a organização das perguntas que compunham os questionários, os elementos metacognitivos, apresentados no primeiro capítulo, foram tomados como referencial.

Dentre os aspectos que justificam a escolha dos questionários como ferramenta metacognitiva, destaca-se a sua facilidade de utilização pelo professor em diferentes atividades experimentais, não havendo a necessidade de elaborar a atividade de forma a contemplar perguntas específicas do conteúdo e que levem à evocação do pensamento metacognitivo, bastando acrescentar as questões reflexivas e operacionais previamente elaboradas (guia de perguntas metacognitivas). Há, ainda, outro aspecto que justifica essa opção: os questionamentos metacognitivos, estando divididos em blocos e sendo parte do roteiro-guia entregue aos alunos para a realização das atividades experimentais, proporcionam diferentes momentos de parada obrigatória e reflexão sobre o que sabem, por que e como estão fazendo algo.



Os três momentos de paradas são traduzidos nos roteiros-guia na forma de guias metacognitivos. Dessa forma, à medida que o estudante vai avançando na atividade em seu grupo de trabalho, é importante que este tenha momentos de parada e de reflexão, como forma de verificar o que sabe, como está fazendo, se tem clareza das opções feitas e do que é preciso fazer, etc.

Detalhando-se, pode-se dizer que a proposta é proporcionar três momentos de parada, os denominados *pit stops*, a fim de que os estudantes respondam aos questionamentos metacognitivos organizados dentro da programação da atividade experimental.

- Questionamento metacognitivo I (pessoa, tarefa, estratégia e planificação): relacionado à tomada de consciência do que os estudantes sabem com relação aos seus conhecimentos, à tarefa, à estratégia e ao planejamento para a atividade. É proposto logo ao final da fase pré-experimental, na qual se apresentam a contextualização do conhecimento, o objetivo da atividade, as hipóteses e o resgate dos conhecimentos necessários à atividade. Julga-se ser o momento propício para que os estudantes parem e reflitam se, de fato, estão cientes do que irão fazer, do que precisam e de como realizarão a atividade experimental.
- Questionamento metacognitivo II (monitoração): refere-se à operação de monitoramento das ações em execução. Tal questionamento tem o intuito de que os estudantes revisem suas ações de modo a verificar se estão agindo de forma a alcançar os objetivos propostos. Sugere-se que esse questionamento seja efetuado durante a execução do procedimento da atividade experimental (concomitante-

mente), como forma de contribuir para a identificação de possíveis distorções e desvios de medida.

- Questionamento metacognitivo III (avaliação): relacionado à operação de avaliação, é executado ao final da atividade, com o objetivo de verificar se os estudantes entenderam o realizado, os meios que o levaram a obter o resultado encontrado, se conseguem entender esse resultado e, ainda, se o resultado encontrado responde ao objetivo do estudo.

Exemplos de perguntas para compor os questionamentos metacognitivos, de acordo com os elementos elencados para o estudo, podem ser visualizados nos capítulos, na seção relativa às ferramentas metacognitivas, mais especificamente na abordagem dos questionamentos metacognitivos. No capítulo cinco, apresentou-se um quadro elaborado com base nos estudos de Giaconi (2008), contendo exemplos de perguntas de orientação metacognitiva e que serviram de referência para a proposta desenvolvida por Rosa (2011), a qual será relatada a seguir.

Com a seleção da ferramenta didática e a identificação da forma como foi utilizada, destaca-se que a elaboração da proposta didático-metodológica de organização dessas atividades apontou para uma situação importante: a falta de identificação dos estudantes com atividades que promovam reflexão e possibilidade de autonomia cognitiva. A respeito, percebe-se que as atividades experimentais, quando presentes no ensino, estão voltadas a verificações de fatos e princípios físicos estudados teoricamente, numa abordagem metodológica presa às denominadas “receitas de bolo” ou aos laboratórios *cook-book*, nos quais o papel do estudante é seguir o rol de instruções para chegar ao resultado experimental “planejado pelo professor”, sem

qualquer autonomia de escolhas, mesmo que estas sejam de âmbito cognitivo (Pinho-Alves, 2000).

Esse tipo de atividade experimental, de cunho comprobatório, questionado pelos pesquisadores na atualidade, vem permanecendo em vigência na maioria das escolas de ensino médio. As características presentes nessas atividades diferenciam-se da proposta apresentada neste capítulo, o qual entende a necessidade de se promoverem atividades que confirmam ao aluno a responsabilidade por construir sua aprendizagem, de forma autônoma e consciente. Tal entendimento conduziu à elaboração da proposta com base em modelos que possibilitassem a inserção dessa autonomia de maneira gradual, dando tempo de os estudantes adaptarem-se.

Assim, propôs-se mais de um modelo de atividades experimentais, em que essa nova cultura relativa à autonomia pela tomada de consciência dos estudantes sobre seus conhecimentos e suas ações pudesse ser efetivada de forma adaptativa. Para tanto, elaborou-se três modelos de organização didático-metodológica para as atividades, com graus de autonomia distintos: o inicial, com pouca autonomia para os estudantes, e o último, caminhando em direção à autonomia total.

A intenção, ao elaborar mais de um modelo para o desenvolvimento das atividades experimentais, era de que os estudantes buscassem, gradativamente, a promoção da autonomia cognitiva e de ação, para, assim, poderem refletir sobre seus conhecimentos e autorregular suas ações. A proposta entende que o professor, ao desenvolver algumas atividades nos modelos iniciais, poderá chegar ao terceiro modelo proposto, tido como aquele em que, além de os estudantes apresentarem maior grau

de autonomia para proceder às suas escolhas e realizar as tarefas solicitadas, a evocação do pensamento metacognitivo mostra-se mais intensa.

Os três modelos de autonomia gradativa propostos foram assim denominados:

- Modelo 1: Atividade de autonomia controlada
- Modelo 2: Atividade de autonomia vigiada
- Modelo 3: Atividade de autonomia avaliada

O primeiro modelo apresenta, de forma mais efetiva, a participação do professor; os demais vão, gradativamente, suprindo etapas por ele orientadas e transferindo-as aos estudantes. Uma tabela ao final dos modelos ilustra essa transferência de responsabilidades.

## Atividade de autonomia controlada

Caracteriza esse primeiro modelo a falta de atividades de evocação e utilização do pensamento metacognitivo no processo ensino-aprendizagem, somada às dificuldades apresentadas pelos estudantes na realização de atividades experimentais, cuja raiz muitas vezes está relacionada a questões de orientação e transferência de condução no desenvolvimento dessas atividades. Parte-se, pois, da necessidade de que, ao iniciar uma mudança metodológica como a proposta, o professor seja incumbido de organizar e dirigir a atividade didática. Para tanto, cabe-lhe percorrer cada etapa integrante do modelo, discutindo-a com os estudantes e atuando como um regente do processo, não como executor de um receituário.

Nesse modelo, o professor, na condição de regente, controla e avalia as etapas, permitindo que os estudantes

apropriem-se dos conhecimentos específicos e dos procedimentos metacognitivos. A manifestação metacognitiva dá-se pelos questionamentos de mesma natureza e que devem orientar os estudantes em seus grupos de trabalho, possibilitando que conheçam a si próprios e a seus colegas, remetendo-os a refletir sobre os procedimentos adotados para a execução da atividade.

O objetivo é permitir que os alunos, sob orientação do professor, realizem suas primeiras atividades experimentais segundo uma orientação metacognitiva, tomando-se o cuidado de, nessa primeira tentativa, não proceder de forma demasiadamente diferente daquela a que todos estão habituados. Assim, o modelo proposto apresenta um grau de autonomia restrito para os alunos, limitando-os à formulação de hipóteses, às discussões pertinentes à organização do grupo para a execução da proposta, à realização da atividade, à organização e à apresentação dos resultados. Isso tem o escopo de que eles percebam a importância do questionamento metacognitivo (guia de perguntas) tanto para retomar os conhecimentos pessoais para desenvolver a atividade quanto para a sua execução e avaliação. Considera-se ser essa a primeira etapa para uma atividade que busca uma maior autonomia dos estudantes.

Nessa atividade, as tomadas de decisão e orientações iniciais cabem ao professor e devem ser observadas e discutidas pelos estudantes. Também é fundamental que o professor permita aos alunos inferir diferentes formas de proceder na realização das atividades experimentais. Para isso, cada sugestão ou alternativa deve ser analisada conjuntamente pela turma; contudo, a orientação inicial e a decisão do procedimento devem ser da com-

petência do professor, assim como lhe cabe a elaboração dos questionamentos metacognitivos utilizados durante o desenvolvimento da atividade experimental.

No intuito de fornecer subsídios à ação do professor, detalha-se, na sequência, as etapas necessárias para a organização didático-metodológica das atividades experimentais nesse primeiro modelo.

- **Contextualização do conhecimento:** a atividade experimental deve ser iniciada por um momento de contextualização do conhecimento em estudo, conforme destacado no terceiro capítulo. É uma forma de apresentação do tema a ser estudado, que poderá ocorrer pela exposição de situações-problemas envolvendo o conhecimento, por questionamentos ou perguntas diretas, ou pela exposição de situações cotidianas que envolvem o objeto de estudo. O objetivo é aproximar o aluno do que será desenvolvido, motivando-o, instigando-o e engajando-o, de modo a preparar a atividade experimental. Outra opção está na contextualização, remetendo os estudantes a discussões sobre aspectos relacionados ao contexto social e histórico no qual o conhecimento foi produzido. Trata-se de uma reconstrução no sentido epistemológico, de modo a mostrar-lhes questões específicas referentes à produção desse conhecimento.
- **Objetivo da atividade:** cada atividade experimental apresenta um ou mais objetivos referentes aos conhecimentos específicos, os quais devem ser explicitados no início da atividade, para que os estudantes saibam o que o professor deseja que seja analisado naquela situação específica. É importante destacar que isso não pode ser interpretado como um direcionamento dos estudantes a uma conclusão previamente estabelecida pelo profes-

sor, mas sim que, ao deixar claro o objetivo, este orientará a ação dos alunos e, por consequência, compartilhará com toda a turma um mesmo objeto de investigação.

- Apresentação da atividade e do equipamento: após esclarecer o objetivo, o professor deverá proceder à apresentação da atividade, dos materiais e equipamentos a serem utilizados, como forma de situar o estudante de acordo com o objetivo da atividade. Desse modo, busca-se que os alunos avaliem a necessidade e a importância de cada equipamento ou material selecionado para realizá-la.
- Hipóteses: feita pelo professor a apresentação da atividade, do objetivo e dos equipamentos a serem utilizados, surge a necessidade de que os estudantes elaborem hipóteses sobre o objeto em estudo, sabendo expor as razões que os levaram a formulá-las. Nessa etapa, integrante da fase pré-experimental, conforme abordado no terceiro capítulo, o objetivo é levar os estudantes a resgatarem seus conhecimentos prévios e utilizá-los na formulação de hipóteses para a atividade experimental a ser desenvolvida.
- Resgate dos conhecimentos: na continuidade, além de resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes, é necessário retomar os conhecimentos de que os estudantes precisam para a realização da atividade experimental. Nesse momento, busca-se ativar o pensamento dos estudantes em termos daquilo que eles sabem ou julgam saber sobre o objeto em estudo. Trata-se de uma ponte que liga o saber em discussão ao saber anteriormente abordado, ou mesmo com os conhecimentos adquiridos no senso comum.

- Procedimento: após o levantamento das hipóteses e as inferências do professor sobre elas, assim como dos conhecimentos necessários para a realização da atividade, deve ser apresentado aos estudantes o procedimento selecionado para o desenvolvimento desta. Nesse momento, cabe ao professor discutir a atividade proposta, de modo a orientar os estudantes sobre o método, o material e o procedimento mais adequados para a sua realização. Aqui, é imprescindível ouvir a turma sobre procedimentos alternativos, discutindo a sua viabilidade; entretanto, julga-se importante que o professor tome a decisão sobre o procedimento a ser utilizado. Outro aspecto digno de nota, nessa etapa, é a necessidade de evidenciar os objetivos (específicos) da atividade, que, por vezes, podem não ter sido detalhados no momento inicial da atividade.
- Questionamento metacognitivo I (primeiro *pit stop*): entendido o procedimento explicitado pelo professor (de forma oral ou escrita), os estudantes estão aptos a responder ao questionamento metacognitivo referente aos conhecimentos que apresentam sobre si mesmos, sobre a tarefa a ser desenvolvida e sobre a estratégia a ser utilizada. A proposta é que esse questionamento, na forma de guia de perguntas, seja elaborado pelo professor e que oriente os estudantes de modo a desenvolverem a atividade utilizando seus recursos metacognitivos. Conforme destacado anteriormente, esse guia precisa contemplar os elementos pessoa, tarefa, estratégia e planificação, correspondentes à etapa da atividade experimental realizada até então.



- Realização da atividade: após a apresentação do procedimento pelo professor e sendo respondido positivamente o questionamento metacognitivo (*pit stop*), os estudantes estariam, segundo essa primeira proposta, aptos a iniciar a atividade experimental. No entanto, caso as respostas dadas pelos estudantes a esse primeiro questionamento metacognitivo não sejam afirmativas, o grupo precisará retomar os passos executados até então, de modo a identificar os problemas e buscar a solução, para, na sequência, dar continuidade à atividade experimental. O procedimento somente poderá ser executado após a identificação dos passos que o constituem e frente à organização do grupo de trabalho. O monitoramento dessa execução deverá ser guiado pelo questionamento metacognitivo que vem na sequência.
- Questionamento metacognitivo II (segundo *pit stop*): durante a realização da atividade experimental, é fundamental, numa orientação metacognitiva, que os estudantes estejam procedendo ao acompanhamento de suas ações, refletindo sobre elas de acordo com o objetivo pretendido e as escolhas feitas. Assim, esse questionamento pretende contemplar o elemento metacognitivo monitoração, conforme já explicitado. Salienta-se que o desejo é que as questões aqui formuladas permeiem a execução da atividade, ou seja, a proposta é que tais questionamentos sejam feitos durante a atividade, e não ao seu final.
- Elaboração dos resultados: encerrada a atividade experimental e diante dos resultados encontrados, os estudantes devem proceder à sua análise, elucidando os resultados encontrados. Nesse momento,

é importante apresentar-lhes questões de conhecimento específico (Física) referentes à atividade experimental realizada, como forma de envolvê-los numa reflexão sobre o objetivo pretendido e os resultados encontrados. Essa reflexão será intensificada no questionamento metacognitivo apresentado logo a seguir.

- Questionamento metacognitivo III (terceiro *pit stop*): ao chegar ao resultado final da atividade, tendo respondido questões específicas do conteúdo, pretende-se que os estudantes respondam ao último questionamento metacognitivo como forma de avaliar suas ações, conforme já destacado. Trata-se do momento em que os estudantes discutem aspectos vinculados à operação de avaliação da atividade experimental executada, identificando possíveis distorções e a necessidade de retomar ou não a atividade.
- Apresentação dos resultados: como conclusão da atividade, propõe-se que os estudantes, após discutirem os mencionados aspectos em seus grupos de trabalho, apresentem ao grande grupo os resultados encontrados, explicitando e justificando os caminhos percorridos e suas conclusões. Nesse item, torna-se fundamental o tempo destinado à fase pós-experimental, nos mesmos moldes da pré-experimental. Discutir os resultados encontrados e avaliar o procedimento utilizado é fundamental para o sucesso da atividade, devendo representar um tempo significativo no total da atividade experimental.

No modelo apresentado, as etapas representam apenas sugestões, podendo haver variações, dependendo da

atividade experimental<sup>5</sup> e do conhecimento físico em discussão. De forma geral, porém, a proposta é que, nesse primeiro modelo, estejam presentes os aspectos mencionados e que a estrutura descrita seja mantida, a fim de não descaracterizá-la.

## Atividade de autonomia vigiada

O segundo modelo de atividade propõe que o processo seja conduzido pelos alunos sob a vigilância do professor. O objetivo é permitir que os estudantes tomem algumas decisões, avaliando-as, e busquem a retomada do conhecimento referente ao seu próprio conhecimento e ao controle executivo da atividade a ser desenvolvida.

O professor deve passar, de forma gradativa, a responsabilidade das etapas para os estudantes, atuando como um mediador do processo. Contudo, a proposta é que ele delegue alguns passos a esses estudantes, mantendo outros sob sua responsabilidade e gerência. Nessa perspectiva, iniciada a atividade, o professor percorreria os grupos de trabalho interrogando os estudantes sobre as decisões por eles tomadas em relação às tarefas que lhes foram confiadas. Assim, ele poderá, por exemplo, delegar ao grupo e questionar itens como: a forma de organização do grupo, o funcionamento estratégico do grupo de trabalho e a confiança em relação ao objeto de estudo. Além disso, é imprescindível que o professor continue a destacar e a propor explicitamente os questionamentos metacognitivos na forma de guia de perguntas

---

<sup>5</sup> A necessidade dessas variações no modelo apresentado pode ser decorrência, por exemplo, da utilização de diferentes atividades experimentais, conforme proposto pelo estudo de Pinho-Alves (2000), retomadas no terceiro capítulo deste estudo.

em distintos momentos da atividade experimental (*pit stop*), de acordo com o que foi proposto no modelo anterior, podendo-se aproveitar o mesmo guia de perguntas utilizado em atividades experimentais anteriores, diante da proposta de mantê-los com vistas à sua introdução como piloto automático para os estudantes.

Na continuidade, apresenta-se, de forma compactada, as etapas propostas para esse modelo, destacando-se que a descrição mais detalhada foi apresentada anteriormente, inclusive em relação aos questionamentos metacognitivos I, II e III, que serão aqui apenas mencionados.

- Contextualização do conhecimento, objetivo da atividade, apresentação da atividade e dos equipamentos: propõe-se que essas etapas sejam as mesmas apresentadas anteriormente, sendo de responsabilidade do professor.
- Hipóteses: nesse modelo, a proposta é que as hipóteses sejam formuladas pelos alunos em seus grupos de trabalho, ficando sob responsabilidade de cada grupo e não sendo compartilhadas com os demais. Tais propostas nem mesmo precisam ser as mesmas para todos, tendo em vista que, ao final, objetiva-se que os estudantes argumentem suas hipóteses de modo a confrontar seus resultados com os obtidos pelos outros grupos. No grupo de trabalho, é importante que as hipóteses aventadas sejam amplamente discutidas, a fim de que, havendo mais de uma, a maioria decida qual deverá ser investigada. Feita a definição, o grupo deverá registrar a hipótese escolhida, procedendo à continuidade da atividade experimental.
- Resgate dos conhecimentos: o professor deverá orientar o processo de retomada dos conhecimen-

tos necessários à realização da atividade experimental, ou mesmo dos conhecimentos prévios que os estudantes têm sobre o objeto em investigação. Entretanto, diferentemente do que ocorre no modelo anterior, neste não lhe cabe apresentar de forma explícita tais conhecimentos aos estudantes, mas sim orientá-los a realizar essa busca. O importante é fazer que os estudantes identifiquem sozinhos o que necessitam e onde tais conhecimentos estão. Não se trata, contudo, de retomar os conhecimentos de forma individualizada, cada estudante buscando informações em seu caderno ou livro texto, mas de lhes dar espaço para que discutam e revejam em seus escritos fórmulas, conhecimentos de áreas correlacionadas, ideias sobre o assunto, etc. É preciso que o professor passe pelos grupos, a fim de averiguar se a retomada está sendo realizada com êxito, o que poderá repercutir em certa dificuldade. No entanto, esta será superada, ou amenizada, se ele elaborar previamente uma orientação escrita sobre os conteúdos necessários.

- Procedimento: após o levantamento das hipóteses pelos estudantes, bem como o resgate dos conhecimentos necessários para o desenvolvimento da atividade em estudo, propõe-se que seja iniciada uma discussão nos grupos referente ao procedimento a ser adotado. Esse é o momento em que os estudantes devem selecionar e discutir o procedimento que mais lhes pareça adequado para a realização da atividade experimental. Contudo, é importante que o professor passe pelos grupos de trabalho e avalie cada proposta, de modo a impedir graves distorções. Torna-se fundamental que o

professor promova uma reflexão acerca da realização de um trabalho em grupo e da necessidade de que cada estudante tome consciência sobre seu papel no desenvolvimento da atividade. Salienta-se que a proposta é que essa etapa seja de responsabilidade dos alunos, sendo apenas orientada pelo docente.

- Questionamento metacognitivo I: propõe-se que os estudantes reflitam sobre as decisões tomadas, respondendo ao primeiro questionamento metacognitivo, no primeiro *pit stop*, nos moldes anteriormente propostos.
- Realização da atividade: diante de respostas afirmativas ao questionamento metacognitivo anterior e aprovada a proposta apresentada ao professor, propõe-se que os estudantes organizem-se nos grupos de trabalho de modo a definirem os papéis de cada membro, procederem à listagem dos materiais necessários para o desenvolvimento da atividade e discutirem o seu planejamento, estabelecendo um roteiro com os principais passos a serem desenvolvidos.
- Questionamento metacognitivo II: durante a realização da atividade, propõe-se que os estudantes procedam ao segundo *pit stop*, respondendo ao questionamento de acompanhamento da ação do grupo (monitoração), o qual poderá conter as mesmas perguntas apresentadas no modelo anterior.
- Elaboração dos resultados: ao concluir a atividade, propõe-se que os estudantes procedam à elucidação do resultado encontrado, destacando detalhes que julgarem pertinentes, bem como avaliando possíveis distorções ocorridas, como desvios

de medida, por exemplo. Assim como na anterior, essa etapa é de responsabilidade dos alunos e poderá ser, igualmente, guiada por perguntas referentes ao conteúdo em estudo.

- Questionamento metacognitivo III: a operação metacognitiva de avaliação deverá ser proposta como o terceiro *pit stop*, nos mesmos moldes apresentados anteriormente. Ao chegarem ao resultado final, os estudantes deverão responder às perguntas metacognitivas do guia, de forma a avaliarem a trajetória e a ação executiva realizada.
- Apresentação dos resultados: ao final da atividade experimental, propõe-se um momento coletivo no qual cada grupo possa apresentar seus resultados para os demais, tendo a oportunidade de explicitar e justificar seus caminhos e suas conclusões. Nesse item, torna-se fundamental o tempo destinado à fase pós-experimental. Afinal, discutir os resultados encontrados e avaliar o procedimento utilizado é fundamental para o sucesso da atividade.

Nesse modelo, a responsabilidade do professor deve ser transferida, aos poucos, para o estudante. Para tanto, a seleção das etapas deve ter como critério a identificação das mais adequadas para cada proposta, não se permitindo uma total autonomia, nem se pretendendo que o professor permaneça com o controle geral da atividade. Evidentemente, haverá outras possibilidades de migração de responsabilidade entre professor e estudante, sendo a apresentada entendida como sugestão do estudo.

## Atividade de autonomia avaliada

Esse último modelo propõe que o professor apresente a contextualização e o objetivo do estudo, deixando as demais etapas sob a responsabilidade dos estudantes, que, em seus grupos de trabalho, devem proceder às opções pertinentes à realização da atividade experimental, inclusive com relação aos equipamentos, ao procedimento e aos questionamentos metacognitivos.

Porém, é preciso esclarecer-lhes a importância de realizarem os três *pit stops*, como forma de reflexão sobre seus saberes e sobre o que estão executando, ou mesmo de avaliação da atividade experimental realizada. O guia de perguntas poderá ser o mesmo utilizado nas etapas anteriores, que a essa altura já devem fazer parte do procedimento dos estudantes (pilotos automáticos).

Tendo em vista que as etapas a serem percorridas são de responsabilidade dos estudantes, em acordo com seus pares nos grupos de trabalho, o seu detalhamento individualizado, como o apresentado nos modelos anteriores, não se faz necessário, cabendo apenas a sua descrição geral. Assim, a proposta é que o professor proceda à apresentação do objetivo da atividade, salientando a importância da utilização dos três questionamentos metacognitivos nos referidos momentos já explicitados e deixando as etapas e decisões por conta dos estudantes. O papel do professor é o de avaliador ao final da atividade experimental.

Propõe-se que os estudantes fiquem responsáveis pela organização de seus grupos de trabalho, pela formulação das hipóteses, pelas decisões referentes aos equipamentos e materiais de que irão precisar, pela seleção dos conhecimentos a serem resgatados e utilizados, bem



como pela deliberação sobre o procedimento e a forma como apresentarão os resultados finais. A proposta é que a autonomia seja praticamente total, restringindo-se ao professor definir os objetivos da atividade experimental e fazer a contextualização do conhecimento. Além disso, compete-lhe proceder à avaliação não só dos resultados obtidos pelos estudantes como também do procedimento por eles utilizado. Entende-se que esse é o momento de avaliar as opções feitas pelos alunos.

## Quadro-resumo

A proposta apresentada nos três modelos evidenciou a existência de um processo migratório de responsabilidades e atribuições do professor para o estudante. A proposta é iniciar por um modelo de organização didático-metodológico regido pelo professor, caminhando no sentido de transferi-lo ao estudante, de modo que o professor assuma o papel de orientador e avaliador.

Não há necessidade de que os modelos sejam utilizados de forma a respeitar uma sequência, como iniciar pelo primeiro modelo, passar pelo segundo e, por fim, utilizar o terceiro. Entretanto, diante da realidade presente no sistema educacional, sugere-se que esses modelos sejam percorridos, para que seja possível inserir o estudante gradativamente nesse novo modo de pensar e agir.

O processo de migração de responsabilidades entre o professor e os estudantes, nos três modelos apresentados anteriormente, encontra-se descrito no quadro a seguir. Nele, os itens assinalados indicam a quem está sendo proposta a responsabilidade (professor e/ou estudante).

Quadro 5: Representação da migração de responsabilidade do professor para o estudante

	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	Professor	Estudante	Professor	Estudante	Professor	Estudante
a) Contextualização	X		X		X	
b) Objetivo da atividade	X		X		X	
c) Apresentação da atividade e do equipamento	X		X			X
d) Hipóteses	X	X		X		X
e) Resgate dos conhecimentos	X			X		X
f) Procedimento	X			X		X
g) Questionamento metacognitivo I (primeiro <i>pit stop</i> )	X		X			X
h) Realização da atividade		X		X		X
i) Questionamento metacognitivo II (segundo <i>pit stop</i> )	X		X			X
j) Elaboração dos resultados		X		X		X
k) Questionamento metacognitivo III (terceiro <i>pit stop</i> )	X		X			X
l) Apresentação dos resultados		X		X		X

Fonte: Rosa, 2011.

## Atividades Experimentais Metacognitivas

Para exemplificar o estudo descrito anteriormente, apresenta-se a proposta desenvolvida por Rosa (2011), especificando uma possibilidade de organização das ati-

vidades experimentais, denominadas de Atividades Experimentais Metacognitivas (AMCs). A proposta ilustra o primeiro modelo apresentado (atividade de autonomia controlada) e considera em sua estrutura pedagógica a concepção construtivista.

O modelo proposto encontra-se estruturado em momentos, denominados de “pré-experimental”, “experimental” e “pós-experimental”, apresentados na sequência. Em cada um, estão especificados os itens que o integram, seguidos de uma descrição dos elementos metacognitivos nele envolvidos.

Millar, ao defender a importância desses momentos, destaca que o pré-experimental e o pós-experimental representam oportunidades significativas de construção do conhecimento, razão por que a eles se destina um tempo expressivo da atividade experimental. “Isto pode implicar dedicar menos tempo da sala de aula para fazer as experiências e mais para discussão e avaliação de experimentos e resultados” (1987, p. 115, tradução nossa).

O momento pré-experimental é composto por itens como a pré-teoria, os objetivos, a descrição do material/dos equipamentos, a formulação de hipóteses e o resgate dos conhecimentos teóricos necessários à atividade. A pré-teoria deve ser entendida como uma espécie de contextualização na qual o estudante é instigado a buscar seus conhecimentos, abrindo caminho para o desenvolvimento da atividade, o elo entre a atividade experimental e o conhecimento em estudo. Ela pode ser organizada na forma de perguntas sobre o conteúdo, exposição de situações-problema (ou situações-ilustrativas), ou mesmo de uma retomada histórica. O importante é atrair o estudante a realizar a atividade, incluindo conhecimentos de

seu repertório, de seu acervo, seja por meio de imagens, seja por meio de questões, de um texto, da narrativa de processos tecnológicos ou outra situação. O que está em jogo é a preparação do conhecimento envolvido na atividade experimental.

Na sequência, cabe ao professor proceder à especificação dos objetivos propostos para a atividade experimental aos alunos, mostrando-lhes o conteúdo e estabelecendo contingentes para o estudo. Nesse momento, julga-se propício analisar os equipamentos disponíveis para a atividade, pois estes auxiliam no entendimento do objetivo.

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

da atividade. Contudo, não se quer dizer que a formulação de hipóteses seja a mesma do cientista, nem significa aplicar o método experimental como referência, mas sim fazer inferência ao que será observado como forma de direcionar o olhar ao objeto do conhecimento.

Para finalizar esse momento, tem-se o item planejamento das ações, representando o ato de pensar na execução da atividade. Desse modo, o proposto é que os estudantes sejam levados, antes de realizar o experimento, a refletir sobre o que irão fazer, traçando, por escrito ou mentalmente, sua trajetória. Um bom começo para isso é a seleção dos conhecimentos necessários à atividade experimental, como a expressão de relações entre as variáveis, por exemplo. O planejamento associa-se ao tradicional procedimento, mas a proposta é que se diferencie deste, não apresentando receituários estruturados e compostos por passos rígidos e sequenciais. Ao contrário, deseja-se que esse “modo de fazer” seja entendido como decorrente das discussões feitas na etapa pré-experimental, levando os estudantes a pensarem e planejarem suas ações.

Os itens apresentados precisam estar orientados a levar os estudantes a estabelecerem evocações metacognitivas, caracterizando o modelo AEMc proposto. Nesse sentido, essa primeira etapa deve conduzir a que elementos metacognitivos sejam explicitados, proporcionando sua evocação pelos estudantes. Dentre esses elementos, os vinculados à etapa pré-experimental e que permeiam os itens mencionados são: pessoa, tarefa, estratégia e planificação. A presença de cada um deles fundamenta-se na medida em que oferecem a oportunidade de evocação metacognitiva, conduzindo os estudantes a iden-

tificarem seus conhecimentos e experiências anteriores, tanto dos conteúdos como da execução da atividade experimental; ainda, a partir dessas identificações e das aquisições de novos conhecimentos, eles podem proceder ao planejamento da atividade experimental.

O momento seguinte refere-se ao experimental, relacionado à execução da tarefa, bem como ao elemento metacognitivo monitoração. Executar uma atividade experimental significa operar o planejado, testar hipóteses, tendo claro o objetivo almejado, e, normalmente, significa, também, manusear equipamentos. A execução pressupõe um sujeito ativo intelectualmente e engajado com a atividade, capaz de construir seus conhecimentos num processo de interação social. Considerando que, habitualmente, as atividades experimentais são realizadas em grupos de trabalho, isso demanda, além das condições já especificadas, negociação de saberes e de operações com equipamentos, diálogos entre companheiros e com o professor, visualização de possibilidades e confronto de conhecimentos, seja consigo mesmo, seja com seus colegas. Para que seja promovido o pensamento metacognitivo, propõe-se incluir momentos de monitoração consciente e permanente das suas ações mediadas pelos conhecimentos.

Como momento final da atividade, tem-se o pós-experimental, que representa o fechamento da ação desenvolvida, a conclusão. A proposta é que esta fuja da habitualmente presente no laboratório tradicional, que se destina apenas à apresentação dos resultados. Na nova proposta, a conclusão ganha *status* de discussão dos resultados obtidos, representando um momento de construção do conhecimento. Para isso, é preciso prever ações para essa etapa, de modo a levar o estudante a

buscar resultados, interpretando-os, confrontando-os e discutindo-os. Dessa forma, concluir significa retomar o realizado, a fim de identificar possíveis falhas no processo, ou mesmo para sintetizar e revisar o realizado, o que implica destinar um tempo significativo a essa etapa, conduzindo-a de modo que os estudantes, geralmente já cansados e saturados, sintam-se estimulados e realimentados. Essa interpretação do papel da conclusão mostra sua aproximação com o elemento metacognitivo avaliação, sendo, pois, um momento propício para efetivá-lo. Avaliar, em termos metacognitivos, significa revisar as ações executadas, a fim de construir o novo, numa reflexão consciente e com propósitos claros de compreensão do conhecimento e de verificação da ação. É, no sentido da palavra, avaliar o que foi feito e como foi feito, a fim de estabelecer um momento metacognitivo de identificação dos caminhos que levaram à compreensão do conhecimento.

## Operacionalização das Atividades Experimentais Metacognitivas

Como forma de operacionalização da proposta apresentada, destaca-se a necessidade da elaboração de roteiros-guia, cuja importância reside no fato de que a presença da metacognição no ensino não é comum, tampouco o é nas atividades experimentais. Por conta disso, dois aspectos passam a ser determinantes na aposta por roteiros-guia como suporte didático: primeiro, a possibilidade de proporcionar momentos de parada para que os estudantes retomem suas ações e seus conhecimen-

tos, um “chamar a atenção” que no roteiro-guia torna-se mais efetivo no desenvolvimento da atividade experimental; segundo, a possibilidade de aproximar o novo modelo de atividade experimental dos frequentemente utilizados pelos professores, cujo distanciamento poderá resultar em dificuldades ou em sua não utilização por parte destes. Assim, ao propor um roteiro-guia, objetivava-se a explicitação dos momentos de evocação do pensamento metacognitivo.

Aposta-se, assim, em um roteiro-guia pautado nos momentos anunciados no modelo de AEMc. Os passos apresentados tomam por referência os itens de cada etapa, sofrendo as alterações pertinentes ao conteúdo abordado na atividade experimental. Nesse modelo de roteiro-guia, além da presença dos itens, como forma de evocação explícita do pensamento de mesma natureza, é proposta a inclusão de três questionamentos metacognitivos, os quais representam um veículo de interlocução entre os estudantes e seus pensamentos. Esses questionamentos são importantes não só em razão da falta de hábito de pensar dos estudantes, como também pela possibilidade de virem a se tornar um guia metacognitivo apto a ser utilizado em diferentes tarefas, inclusive fora do contexto escolar. A inserção dos guias metacognitivos contribui para a organização didática do professor, que os agrega às suas atividades sem necessidade de grandes adaptações para cada tópico em estudo. São guias constituídos de perguntas metacognitivas mais gerais, podendo ser adicionados às atividades experimentais em diferentes conteúdos.

Por fim, a proposta é que os questionamentos sejam divididos em três blocos, definidos de acordo com



a necessidade de reflexão diante do andamento da atividade, vinculando-se às etapas expostas no modelo de AEMc. Cada questionamento refere-se ao elemento metacognitivo (ou conjunto de elementos) também conforme a apresentação do modelo de AEMc. O primeiro questionamento metacognitivo encontra-se relacionado à tomada de consciência sobre o que os estudantes sabem quanto aos seus conhecimentos, à tarefa, à estratégia e ao planejamento para a atividade. Julga-se ser o final da fase pré-experimental o momento propício para que os estudantes, após percorrerem os passos mencionados, parem e reflitam se, de fato, estão cientes do que irão fazer, do que precisam e de como darão conta da atividade.

O segundo questionamento metacognitivo está vinculado à operação de monitoramento das ações em execução, associada, por sua vez, à etapa experimental. Com o intuito de que os estudantes revisem suas ações, verificando se estão agindo de forma a alcançar os objetivos propostos e procedendo à identificação de possíveis distorções e desvios de medida, sugere-se que tal questionamento seja efetuado durante a execução do procedimento da atividade experimental (concomitantemente).

Por fim, o terceiro questionamento metacognitivo, relacionado à operação de avaliação, é executado ao final da atividade, na etapa pós-experimental. Seu objetivo consiste em verificar se os estudantes entenderam o que foi realizado e identificar os meios que os levaram a obter o resultado encontrado. Também se destina a examinar se conseguem entender esse resultado e, ainda, se o resultado encontrado responde ao objetivo do estudo.

O modelo de AEMc apresentado caracteriza-se por três momentos considerados segundo uma orientação construtivista, operacionalizados na forma de roteiros-guia, em que se incluem os questionamentos metacognitivos. Mesmo que se deseje seja roteiros-guia que permitam aos estudantes liberdade e autonomia de ação, a proposta entende que a realidade presente no ensino aponta para a necessidade de roteiros mais diretivos, nos quais os estudantes são orientados pelo professor. Tal inferência leva a sugerir a possibilidade de, no mínimo, três proposições para esses roteiros-guia como meio de estabelecer uma cultura de AEMc entre os estudantes. Desse modo, é proposta, inicialmente, a utilização de um roteiro mais diretivo e, à medida que os estudantes forem se familiarizando com essas atividades, sugere-se passar para novos modelos, que promovam, gradativamente, a liberdade e a autonomia dos alunos, estabelecendo um movimento migratório de responsabilidades, como já exposto.

## Proposições de Atividades Experimentais Metacognitivas

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

AEMc, mas com o cuidado de, nessa primeira tentativa, não proceder de forma demasiadamente diferente das tradicionalmente presentes no ensino médio. Nesse intuito, a primeira proposição apresenta um grau de autonomia restrito para os estudantes, limitando-os à formulação de hipóteses, às discussões pertinentes à organização do grupo para a realização da atividade, à realização da atividade, à organização dos resultados e à sua apresentação. Nessa etapa, supõe-se que eles percebam a importância do questionamento metacognitivo (guia metacognitivo) tanto para retomar os conhecimentos pessoais como para executar e avaliar a atividade e o conhecimento envolvido.

Nessa proposição, as tomadas de decisões e orientações iniciais, assim como a elaboração dos questionamentos metacognitivos utilizados durante o desenvolvimento da atividade experimental, cabem ao professor e devem ser observadas e discutidas pelos estudantes. Também é fundamental que estes possam inferir diferentes maneiras de proceder na realização das atividades experimentais. Para isso, cada sugestão ou alternativa deve ser analisada conjuntamente pela turma.

Na segunda proposição, o objetivo é que o processo seja conduzido pelos estudantes sob a vigilância do professor, a fim de que eles possam tomar algumas decisões, avaliando-as, assim como buscar a retomada do conhecimento referente ao seu próprio conhecimento e ao controle executivo da atividade a ser desenvolvida. Propõe-se que, gradativamente, o professor transfira as responsabilidades das etapas para os estudantes, atuando como um mediador do processo. Contudo, a proposta é que ele delegue alguns passos a esses estudantes, deixando outros ainda

sob sua responsabilidade e gerência. Nessa perspectiva, após o início da atividade, o professor percorreria os grupos de trabalho, interrogando os estudantes sobre as decisões tomadas em relação às tarefas que lhes foram confiadas. Ele poderá delegar e questionar, por exemplo, itens como a forma de organização do grupo, o seu funcionamento estratégico e a confiança em relação ao objeto de estudo.

Além disso, é imprescindível que o professor continue a destacar e a propor, explicitamente, os questionamentos metacognitivos no formato de guia de perguntas em distintos momentos da atividade experimental, como proposto anteriormente, podendo, inclusive, utilizar o mesmo guia. A sugestão é de que o roteiro-guia contemple os mesmos passos do anterior, apenas transferindo a responsabilidade de discussões do professor para o grupo. Porém, o processo é gradativo, levando a que determinados passos continuem sendo discutidos no coletivo, tais como pré-teoria, objetivo e apresentação dos equipamentos. Desse modo, não é permitida uma total autonomia, ao mesmo tempo em que não se pretende que o professor continue com o controle geral da atividade. Evidentemente, outras estratégias de migração de responsabilidade do professor para o estudante poderiam ser propostas, tratando-se apenas de uma sugestão.

Na terceira proposição, é de responsabilidade dos estudantes a atividade experimental, cabendo ao professor a exposição de aspectos referentes à pré-teoria e ao objetivo do estudo. Os estudantes fazem suas escolhas, definem equipamentos, resgatam conhecimentos, planejam, procedem à execução da atividade, respondem aos questionamentos metacognitivos, organizam seus resultados, tudo de forma dialogada e discutida no grupo

de trabalho. O papel do professor, mais uma vez, é de mediador, porém, agora, ele deverá interferir o menos possível nas decisões do grupo, deixando as inferências e os questionamentos para o momento da apresentação do resultado, ao final da atividade.

Ainda que essa fase envolva maior autonomia por parte dos estudantes, é preciso esclarecer-lhes a importância de realizarem os três questionamentos metacognitivos como forma de reflexão sobre seus saberes e sobre o que estão executando, ou mesmo de avaliação da atividade experimental realizada. O guia de perguntas poderá ser o mesmo utilizado nas proposições anteriores. Tendo em vista que os passos a serem percorridos são de responsabilidade dos estudantes, em acordo com seus pares nos grupos de trabalho, o roteiro-guia, nos moldes apresentados anteriormente, perde um pouco do seu sentido, ao menos no formato proposto. Todavia, ele pode restringir-se a apresentar os passos que precisam ser abordados pelos estudantes em seus grupos de trabalho, como forma de não descaracterizar uma AEMc, a qual reconhece nos roteiros-guia um importante aliado para a evocação explícita do pensamento metacognitivo.

Exemplos de utilização da proposta de AEMc com a estruturação de roteiros-guia são apresentados no trabalho de Rosa (2011), o qual inclui a descrita neste capítulo, bem como os referenciais teóricos que subsidiam sua elaboração, discutidos nos capítulos anteriores. Novos exemplos de aplicação em sala de aula tanto de atividades experimentais quanto de outras ações didáticas, como leitura e interpretação de textos de divulgação científica e resolução de problemas, são objetos de estudos e serão apresentados oportunamente.

A metacognição concebe um mecanismo diferencial de pensamento entre os estudantes, mas representa, ao mesmo tempo, um terreno arenoso aos professores. Portanto, fornecer-lhes exemplos de utilização em sala de aula corresponde à possibilidade de sua efetivação nesse espaço, aproximando as pesquisas educacionais da realidade presente no contexto educacional. Tal necessidade permite mencionar o quão importante é auxiliar o professor na transposição da pesquisa para a ação, ao que se pretende dar continuidade a partir dos estudos teóricos apresentados nesta obra. Assim, deixa-se aqui o convite para que novos pesquisadores se engajem nessa linha de investigação, desenvolvendo novas pesquisas e contribuindo para fomentar as possibilidades e a validade da metacognição como recurso estratégico e favorecedor da aprendizagem.

## Referências

---

ALTET, Marguerite. *As pedagogias da aprendizagem*. Trad. de Nuno Romano. Lisboa: Instituto Piaget, 1997.

BORGES, Oto; COELHO, Geide Rosa; JÚLIO, Josimeire Mene-  
ses. Avaliando a aprendizagem atendendo às dimensões indivi-  
duais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16,  
2005, Rio de Janeiro. *Anais...* São Paulo: SNEF, 2005.

BRANSFORD, John D.; BROWN, Ann L.; COCKING Rodney R.  
*How people learn: Brain, Mind, experience and School*. Washing-  
ton: Expanded Edition, 2004.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros  
Curriculares Nacionais: ciências da natureza*. Brasília: Ministério  
da Educação, 1999. 364 p.

BRASIL. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as  
diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <[http://  
www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm)>. Acesso em: 06 mar.  
2014.

BROWN, Ann L. *Theories of memory and the problems of deve-  
lopment: activity, growth and knowledge*. 1977. Disponível em:  
<<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED144041.pdf>>. Acesso em: 11  
jun. 2007.

\_\_\_\_\_. Knowing when, where, and how to remember: a problem  
of metacognition. In: GLASER, Robert (Ed.). *Advances in instruc-  
tional psychology*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum As-  
sociates, 1978. v. 1. p. 77-165.

\_\_\_\_\_. Metacognitive development and reading. In: SPIRO,  
Rand J.; BRUCE, Bertram C.; BREWER, William (Eds.). *Theo-  
retical issues in reading comprehension: perspectives from cogni-  
tive psychology, linguistics, artificial intelligence and education*.

Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1980. p. 453-479.

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

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

BROWN, Ann L.; CAMPIONE, Joseph C.; DAY, Jeanne D. Learning to learn: on training students to learn from texts. *Educational Researcher*, v. 10, p. 14-21, 1981.

BROWN, Ann L. et al. Learning, remembering, and Understanding. In: MUSSEN, Paul H.; FLAVELL, John H.; MARKMAN, Ellen M. (Eds.). *Handbook of child psychology cognitive development*. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1983. v. 3. p. 77-166.

BROUSSEAU, Guy. Fondement et methodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986.

BRUNER, Jérôme Seymour. *Le développement de l'enfant, savoir faire, savoir dire*. Paris: Presses Universitaires de France, 1987.

COLEONI, Enriqueta; BUTELER, Laura. Recursos metacognitivos durante la resolución de un problema de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 371-383, 2008.

CAMPANARIO, Juan Miguel. El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para o profesor y actividades orientadas al aluno. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 3, p. 369-380, 2000.

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.



CARRETERO, Mario. *Construtivismo e educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

CHEVALLARD, Yves. *Sur l'analyse didactique*. Marseille: IREM, 1988.

CHEVALLARD, Yves; FELDMANN, Serge. *Pour une analyse didactique de l'évaluation*. Marseille: IREM, 1986.

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

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

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

COLL, César et al. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Ática, 2004.

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

DOLY, Anne-Marie. Metacognição e mediação na escola. In: GRANGEAT, Michel (Coord.). *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos*. Trad. de Teresa Maria Estrela. Porto, Portugal: Porto, 1999. p. 17-59.

DRIVER, Rosalind et al. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, v. 23, n. 7, p. 5-12, 1994.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, New York, n. 75, v. 6, p. 649-672, 1991.

FIGUEIRA, Ana Paula Couceiro. Estratégias cognitivo/comportamentais de aprendizagem: problemática conceptual e outras rubricas. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 37/6, 2006.

Disponível em: <<http://www.rieoei.org/1130.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2007.

FLAVELL, John Hurley. First discussant's comments: what is memory development the development of? *Human Development*, n. 14, p. 272-278, 1971.

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

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

\_\_\_\_\_. Discussion. In: STERNBERG, Robert J. (Ed.). *Mechanisms of cognitive development*. New York: Freeman, 1984. p. 27-56.

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

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

\_\_\_\_\_. The development of children's understanding of false belief and the appearance-reality distinction. *International Journal of Psychology*, v. 28, n. 5, p. 595-604, oct. 1993.

FLAVELL, John Hurley; 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.

FLAVELL, John Hurley; MILLER, Patricia H.; MILLER, Scott A. *Desenvolvimento cognitivo*. Trad. de Cláudia Dornelles. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

GARCIA, Jorge Guerra. Metacognición: definición y enfoques teóricos que la explican. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, México, v. 6, n. 2, não paginado, jun. 2003.

GEORGHIADES, Petros. Making pupils' conceptions of electricity more durable by means of situated metacognition. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 1, p. 85-99, 2004.

GIACONI, Enriqueta. ¿Qué son las guías de aprendizaje? *Revista Electrónica Educrea*, Santiago de Chile, n. 7. Disponível em: <[http://www.educrea.cl/revista/html/ediciones/revista\\_10/03\\_dimensiones.php-25k-2008-07-22](http://www.educrea.cl/revista/html/ediciones/revista_10/03_dimensiones.php-25k-2008-07-22)>. Acesso em: 29 jul. 2008.

GLASERSFELD, E. V. Cognition, construction of knowledge, and teaching. *Synthese*, v. 80, p. 121-140, 1989.

GONZÁLEZ, Fredy E. Acerca de la metacognición. *Revista Paradigma*, 1996. Disponível em: <<http://www.revistaparadigma.org/ve/Doc/Paradigma96/doc5.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2007.

GUNSTONE, Richard; NORTHFIELD, Jeff. Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, v. 16, n. 5, p. 523-537, Sept./Oct. 1994.

HACKER, Douglas J. Definitions and empirical foundations. In: HACKER, Douglas J.; DUNLOSKY, John; GRAESSER, Arthur (Eds.). *Metacognition in educational theory and practice*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1998. p. 1-23.

HADJI, Charles. *Avaliação desmistificada*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

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

HODSON, Derek. Practical work in school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, v. 18, n. 7, p. 755-760, 1996.

HOFFMANN, Jussara. *Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade*. 14. ed. Porto Alegre: Mediação, 1998.

JOHSUA, S; DUPIN, J. La situation d'enseignement et el contrat didactique. In: *Introduction à la Didactique des Sciences et des Mathématiques*. Paris: Presses Universitaires de France, 1993, p. 249-265.

KING, Alison. Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Psychology*, v. 3, n. 3, p. 307-317, 1991.

KUNG, Rebeca Lippmann; LINDER, Cedric. Metacognitive activity in the physics student laboratory: is increased metacognition necessarily better? *Metacognition Learning*, v. 2, n. 1, p. 41-56, 2007.

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

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

LABURÚ, Carlos Eduardo; CARVALHO, Marcelo; BATISTA, Irinéia de Lourdes. Controvérsias construtivistas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 152-181, 2001.

MARCHESE, Álvaro; MARTIN, Elena. Desarrollo metacognitivo y problemas de aprendizaje. In: MARCHESE, Álvaro; COLL, Cesar; PALÁCIOS, Jesús (Orgs.). *Desarrollo psicológico y educación*. 2. ed. Madrid: Alianza Editorial, 1990. Tomo II. p. 35-47.

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

MARTÍ, Eduardo. Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, n. 72, p. 9-32, 1995.

MATTHEWS, Michael. Constructivism and empiricism: an incomplete divorce. *Review of Educational Research*, v. 22, p. 299-307, 1992.

\_\_\_\_\_. *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. Rotledge: London, 1994.

\_\_\_\_\_. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 17,

n. 3, p. 270-294, 2000. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/17-3/artpdf/a2.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2007.

MAYOR, Juan; SUENGAS, Aurora; GONZÁLEZ MARQUÉS, Javier. *Estratégias metacognitivas: aprender a aprender e aprender a pensar*. Madrid: Síntese, 1995.

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

MONEREO, Carles; CASTELLÓ, Montserrat. *Las estrategias de aprendizaje: cómo incorporarlas a la practica edutativa*. Barcelona: Edebé, 1997.

MOREIRA, Marco Antonio. *Diagramas V no ensino de Física*. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1996.

\_\_\_\_\_. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio; GRECA, Ileana María. Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

NETO, António J.; VALENTE, Maria Odete. Disonancias pedagógicas en la resolución de problemas de física: una propuesta para a su superación da raiz vygotskiana. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 19, n. 2, p. 21-30, 2001.

NOËL, Bernardette. *La métacognition*. Bruxelles: De Boeck Université, 1991.

NOVAIS, Anabela Lobo Marques; CRUZ, Maria Natália Anes da. *O ensino e o desenvolvimento das capacidades metacognitivas: aprender a pensar*. Lisboa: Projecto Dianoia, 1987.

OGBORN, Jon. A vulgar science curriculum. In: \_\_\_\_\_. JEN- NISON, Brenda (Eds.). *Wonder and delight: essays in science education in honor of the life and work of Eric Rogers*. London: Institute of Physics Publishing, 1994. p. 19-29.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento – um processo sócio-histórico*. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1999.

OTERO, José C. Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas en el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 1, p. 17-22, 1990.

OSBORNE, Roger J.; WITTRICK, Merlin C. The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education*, v. 12, p. 59-87, 1985.

PARIS, Scott G.; WASIK, Barbara A.; TURNER, Julianne C. The development of strategic readers. In: BARR, Rebeca et al. (Eds.). *Handbook of reading research*. New York: Longman, 1991. v. 2. p. 609-640.

PAROLO, María Eugenia; BARBIERI, Liliana M.; CHROBAK, Ricardo. La metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 22, n. 1, p. 79-92, 2004.

PIAGET, Jean. *A tomada da consciência*. Trad. de Edson Braga de Souza. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

\_\_\_\_\_. *Biologia e conhecimento: ensaio sobre as relações entre regulações orgânicas e os processos cognoscitivos*. 2. ed. Trad. de Francisco M. Guimarães. Petrópolis, RJ: Vozes, 1996.

PINHEIRO, Terezinha de Fátima. *Sentimento de realidade, afetividade e ensino de ciências*. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

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

PINTRICH, Paul R. et al. The development of strategic readers. In: BARR, Rebecca (Ed.). *Handbook of reading research*. New York: Longman, 1991. v. 2. p. 609-639.

POSNER, G. et al. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

POZO, Juan Ignacio. Estrategias de aprendizaje. In: MARCHESI, Álvaro; COLL, Cesar; PALÁCIOS, Jesús (Orgs.). *Desarrollo psico-*

*lógico 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.

REGO, Teresa C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1996.

REIF, Frederick; LARKIN, Jill H. Cognition in scientific and everyday domains: comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 28, n. 9, p. 733-760, 1991.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prc/v16n1/16802.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2006.

ROSA, Carmes Ana Batistella. *Atividades de ótica exploradas no ensino médio através de reflexões epistemológicas com o emprego do V de Gowin*. 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

ROSA, Cleci T. Werner da. *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.

SANTOS, Bettina Steren dos. Vygotsky e a teoria histórico-cultural. In: LA ROSA, Jorge de (Org.). *Psicologia e educação: o significado do aprender*. 7. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 122-147.

SILVA, Adelina Lopes da; SÁ, Isabel de. *Saber estudar e estudar para saber*. Porto, Portugal: Porto, 1993. (Coleção Ciências da Educação).

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

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

SUTHERLAND, Peter. *O desenvolvimento cognitivo actual*. Trad. de Zaira Miranda. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

SWANSON, Lee H. Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, v. 82, n. 2, p. 306-314, jun. 1990.

TALIM, Sérgio Luiz. *Análise dos resultados do sistema mineiro de avaliação da escola pública: resultados de Física*. 2002. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/game/fisi3.pdf>>. Acesso em: 29 fev. 2008.

THORPE, Karen. Metacognition and attribution for learning outcome among children in the primary school. *Educational Review*, v. 15, n. 1, p. 6-8, 1991.

UGARTETXEA, Josu. Motivación y metacognición, más que una relación. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, v. 7, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://www.uv.es/RELIEVE/>>. Acesso em: 18 fev. 2006.

VIEIRA, Elaine. Representação mental: as dificuldades na atividade cognitiva e metacognitiva na resolução de problemas matemáticos. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 14, n. 2, p. 439-448, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prc/v14n2/7868.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2006.

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

\_\_\_\_\_. *Pensamento e linguagem*. 2. ed. Trad. de Jeferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1999b.

VILLANI, Alberto. Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 169-181, 2001.

VILLANI, Alberto; CARVALHO, Lizete Maria Orquiza de. Conflictos cognitivos, experimentos cualitativos actividades y didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 13, n. 3, p. 279-294, 1995.



WEINERT, Franz E. Metacognition and motivation as determinants of effective learning and understanding. In: WEINERT, Franz E.; KLUWE, Rainer (Orgs.). *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, New Jersey: Laurence Erlbaum Associates, 1987. p. 1-16.

WEINSTEIN, Clair E.; MAYER, Richard. The teaching of learning strategies. In: WITTRUCK, Merlin C. (Ed.). *Handbook of research on teaching: a project of the research association*. 3. ed. New York: MacMillan Publishing Company, 1986. p. 315-327.

WHITE, Richard; GUNSTONE, Richard. *Probing understanding*. London: The Falmer Press, 1992.

ZIMMERMAN, Barry J. Theories of self-regulated learning and academic achievement: an overview and analysis. In: ZIMMERMAN, Barry J.; SCHUNK, Dale H. (Eds.). *Self-regulated learning and academic achievement: theoretical perspectives*. 2. ed. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2001. p. 1-35.

ZULIANI, Silvia Regina Quijadas Aro; ÂNGELO, Antonio Carlos Dias. A utilização de estratégias metacognitivas por alunos de química experimental: uma avaliação da discussão de projetos e relatórios. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos. *Atas...* Valinhos, 1999.