

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS II: PROPOSTAS DE METODOLOGIAS
DIDÁTICAS**
(Problem solving II: suggested didactical methodologies)

Sayonara Salvador Cabral da Costa
Instituto de Física, PUCRS
Av. Ipiranga, 6681 90619-900 - Porto Alegre - RS
Marco Antonio Moreira [moreira@if.ufrgs.br]
Instituto de Física, UFRGS
Av. Bento Gonçalves, 9500 91501-970 - Porto Alegre - RS

Resumo

Trata-se de uma revisão de literatura na área de resolução de problemas, particularmente em Física, enfocando apenas a questão das propostas de metodologias didáticas, nessa área. Foram analisados 33 artigos em termos de base teórica, metodologia proposta e resultados/objetivos, os quais foram organizados em uma tabela que serviu de base para uma síntese feita pelos autores. Este trabalho é o segundo de uma série de quatro artigos abordando diferentes aspectos do tema resolução de problemas.

Palavras-chave: resolução de problemas, Física, metodologias didáticas.

Resumen

Tratase de una revisión de la literatura en el área de resolución de problemas, particularmente en Física, enfocando solo la cuestión de las propuestas de metodologías didáticas. Fueron analizados 33 artículos en términos de base teórica, metodología propuesta y resultados/objetivos, los cuales fueron organizados en una tabla que sirvió como base para una síntesis hecha por los autores. Este trabajo es el segundo de una serie de cuatro artículos de revisión focalizando distintos aspectos del tema resolución de problema.

Palabras-clave: resolución de problemas, Física, metodologías didáticas.

Abstract

This paper presents a review of the literature in the area of problem solving, particularly in physics, focusing only on proposed didactical methodologies. Thirty-three

papers have been analyzed in terms of theoretical basis, proposed methodology, and research findings, which were organized in a table that served as support for a synthesis made by the authors. It is the second of a four-paper series reviewing different aspects of the problem solving subject.

Key-words: problem solving, Physics, didactical methodologies.

Apresentação

Este é o segundo de uma série de quatro artigos de revisão da literatura na área de resolução de problemas, enfocando particularmente o campo da Física. Nele apresentamos apenas trabalhos que propõem uma metodologia didática em resolução de problemas.

O primeiro artigo desta série focalizou trabalhos que relacionam ou diferenciam a tarefa de resolução de problemas quando executada por novatos ou por especialistas; os demais artigos enfatizam, respectivamente, fatores que influenciam na resolução de problemas e estratégias específicas sugeridas para facilitar a atividade de resolver problemas.

Para efetuar esta revisão consultamos as seguintes fontes, nos períodos indicados: *Studies in Science Education* (1981 a 1990); *Journal of Research in Science Teaching* (1981 a 1994); *European Journal of Science Education* (1979 a 1986) e *International Journal of Science Education* (1987 a 1994); *Enseñanza de las Ciencias* (1983 a 1994); *Science Education* (1980 a 1994); *Revista Brasileira de Ensino de Física* (1984 a 1994); *Caderno Catarinense de Ensino de Física* (1984 a 1994); *Revista de Enseñanza de la Física* (1985 a 1994). Alguns exemplares de outras publicações, como *Ciência e Cultura*, *Cognition and Instruction*, *Engineering Education*, e outras, foram eventualmente consultadas e referidas no final deste artigo.

Justificativa e definição

O desenvolvimento, nos alunos, da capacidade de aprender nos parece uma síntese dos objetivos psicopedagógicos de qualquer sistema educacional de sociedades que querem

preparar pessoas que tenham condições de adaptar-se a mudanças tanto culturais, tecnológicas ou sociais.

A resolução de problemas (R.P.), inserida em um ensino baseado em transmissão e aquisição de conhecimentos pode constituir tanto um conteúdo educativo como um modo de conceber as atividades educativas. Conforme Pozo et al. (1994, p. 9) "O ensino baseado na resolução de problemas supõe fomentar nos alunos o domínio de procedimentos para dar respostas a situações distintas e mutáveis".

Ensinar ao aluno a resolver problemas consiste não apenas em ensinar-lhe estratégias eficazes mas em criar-lhe o hábito e a atitude de encarar a aprendizagem como um problema para o qual se tem que encontrar respostas (ibid., p. 15).

A maioria dos autores parece concordar que a diferença entre um problema e um exercício é que este último requer mecanismos que nos conduzem de forma imediata à sua solução. Por outro lado, uma mesma situação pode ser um problema para algumas pessoas e um exercício para outras. De qualquer forma, tanto exercícios como problemas requerem dos alunos a ativação de diversos tipos de conhecimento, de procedimentos, de atitudes e motivações.

A Ciência Cognitiva têm contribuído para nos esclarecer sobre o papel do conhecimento prévio específico na tarefa de resolução de problemas, além do papel da prática e da disponibilidade e ativação de conhecimentos conceituais adequados. Este assunto foi focado no primeiro artigo onde as diferenças entre novatos e especialistas foram especificadas. Neste artigo, o nosso interesse é apresentar trabalhos que justamente visam transformar o novato em especialista através de metodologias de sala de aula que usam como veículo a resolução de problemas de papel e lápis, principalmente. São estas metodologias que chamamos de didáticas.

Artigos

Na revisão feita, encontramos 37 artigos sobre resolução de problemas focalizando propostas de metodologias didáticas. Estes artigos estão listados ao final e condensados na tabela 2 em termos de autores/conteúdo/país, base teórica, metodologia e resultados/objetivos.

Como a tabela é auto-explicativa, passaremos a tentar identificar regularidades, coisas em comum nesses artigos, tanto no domínio conceitual como metodológico.

Regularidades

- No domínio conceitual (base teórica), dos 37 artigos realizados, incluindo EUA, países europeus, Oriente Médio e América Latina, há uma tendência majoritária de enfatizar modelos construtivistas de aprendizagem, abrangendo: a construção específica do conhecimento científico através da R. P. (18); artigos embasados na teoria de Piaget (7); processamento de informação (8); teoria da aprendizagem significativa de Ausubel-Novak (4).
- Destes modelos construtivistas, destaca-se o de Gil Pérez (1983; 1993) e Gil Pérez et al. (1983, 1985, 1988, 1989, 1990 e 1992), ao todo 9 trabalhos, que apresentam uma metodologia em R. P. baseada numa atividade de investigação científica, onde os alunos, orientados pelo professor, são levados a analisar qualitativamente uma situação problemática, propondo hipóteses que permitam utilizar diferentes estratégias de solução; durante a execução da tarefa, os alunos são incentivados a verbalizar o máximo possível; a análise dos resultados e sondagem de perspectivas futuras e diversificadas dos problemas constituem o fechamento da tarefa.
- Destacam-se como "novas" metodologias (Linn, 1986) as que utilizam: a análise de protocolos verbais (verbalização da resolução de problema gravada); a comparação entre novatos e especialistas (referida no primeiro artigo desta série), resultando em representações do conhecimento como sistemas de produção e/ou árvores hierárquicas; a um nível de análise detalhado da solução de problemas individuais confirma-se com isto a tendência das metodologias condicionadas ao conteúdo das tarefas para as quais se aplicam, desmistificando o uso de metodologias gerais em R. P.
- Física (17 artigos), Ciências (12), Biologia (2), Matemática (2), Química (2) e independentes do conteúdo - testes de raciocínio (1), abrangendo várias áreas (1).

- A Espanha contribuiu com 14 artigos; seguem os EUA (8), Brasil (7), Inglaterra (2), Reino Unido (3), França (3), Holanda (2), Israel (2), Venezuela (1) e Argentina (1). Nesta seleção, os artigos cujos autores provinham de países diversos, são referidos mais do que uma vez.
- No que se refere aos resultados de pesquisa, parece que há um consenso que a atividade docente em R. P. deve ser repensada a fim de proporcionar uma participação maior do aluno desde a proposição do problema até a sua solução, enfatizando processos que estimulem o uso do conhecimento conceitual e do procedimental; no combate às concepções intuitivas são recomendados mais tempo do que geralmente se gasta para trabalhar estes conceitos e uma abordagem mais profunda que ao mesmo tempo promova retomada freqüente dos mesmos, no sentido de realimentá-los e reavaliá-los; enfatizar processos em R. P. que caracterizem a descoberta científica em um único domínio; a necessidade de prática em R. P. acompanhada da justificativa desta prática ativa a metacognição, principalmente quando permite comparar diferentes processos de R. P. e suas dificuldades.

Conclusão

As metodologias didáticas em R. P., observadas nesta revisão da literatura,, certamente constituem uma fonte de informações relevantes para o aperfeiçoamento da prática docente para professores de qualquer nível escolar ou universitário e/ou pesquisadores nesta área.

Sendo um recurso indispensável para o ensino da Ciência, em geral, e da Física, em particular, a prática de resolução de problemas precisa ser repensada pelos envolvidos no processo ensino-aprendizagem e ninguém melhor do que o professor ou o professor/pesquisador para empreender esta empreitada que, com certeza, só trará benefícios para seus alunos.

O conhecimento por parte do professor (ou professor/pesquisador) dos processos envolvidos na resolução de problemas e das dificuldades que os alunos encontram nos mesmos, permitirá que a tarefa seja apresentada pelo professor de uma forma a minimizar estes percalços; por outro lado, se for facultado ao aluno a existência e os "remédios" destas dificuldades, acreditamos que um esforço conjunto permita um melhor rendimento nas tarefas de R. P.

TABELA 2

Trabalhos que propõem uma metodologia didática em resolução de problemas

AUTORES/PAÍS	BASE TEÓRICA	METODOLOGIA	RESULTADOS/OBJETIVOS
1. Driver e Erickson (1983) (Física) Inglaterra	Visão construtivista do conhecimento	<p>* Utilização da técnica "brainstorming" (tempestade de idéias)</p> <p>* Abordagem na área da linguagem, comparando a natureza da mesma entre estudantes e professores</p> <p>* Utilização de atividades instrucionais que requeiram que o estudante organize suas observações, justifique e classifique suas idéias</p> <p>* Prover ao estudante oportunidades para que ele explore novos fenômenos e idéias</p> <p>* Encoraja-lo a escutar e apreciar pontos de vista alternativos sem perder a confiança na sua própria capacidade de compreender e atuar</p> <p>* Oportunizar que ele construa o seu conhecimento.</p>	<p>A proposta pretende agir sobre os indivíduos que, ao resolverem problemas, são influenciados naturalmente por suas estruturas conceituais.</p> <p>O exame de alguns aspectos metodológicos e teóricos envolvidos em estudos sobre as idéias intuitivas dos alunos conduz à necessidade de clarificar o que se entende por "Ciência da escola", levando a sério a metáfora do estudante como cientista.</p>

<p>2. Peduzzi (1984) (Física) Brasil</p>	<p>Não cita</p>	<p>* O professor deve estimular os alunos a questionar mais os problemas que resolvem, talvez incluindo subitens que os levem a pensar mais sobre o que estão fazendo.</p>	<p>Estudo feito com calouros em engenharia mostrou que, mesmo havendo bom desempenho em tarefas de R.P. tradicionais, isto não garante necessariamente a compreensão dos conteúdos abordados.</p>
<p>3. Driver (1986) (Física) Inglaterra</p>	<p>Psicologia cognitiva do processamento da informação vista como teoria construtivista</p>	<p>* Estratégia baseada na perspectiva da aprendizagem construtivista, subsidiada pela revisão de trabalhos sobre concepções de alunos em Mecânica: 1. identificação de idéias prévias dos alunos; 2. discussão das mesmas através de contra exemplos; 3. introdução dos conceitos; 4. utilização das novas idéias em um leque de situações.</p>	<p>Últimos estudos sobre a cognição sugerem uma mudança na forma e nas estratégias usadas para ensinar, no sentido em que o estudante seja impulsionado a construir seus próprios significados.</p>
<p>4. Gorodetsky, Hoz e Vinner (1986) (Física) Israel</p>	<p>Piaget, Siegler e Richards (1979)</p>	<p>* Construção de um sistema hierárquico de soluções de problemas com base nas componentes semânticas e de domínio específico do problema. * Este sistema foi obtido pelo resultado da resolução de dois problemas sobre velocidade, distância e tempo, aparentemente similares, mas de soluções e dificuldades diferentes, por 563 estudantes de 12 escolas secundárias israelenses, entre a 9ª e a 11ª séries, com nível em R.P. de médio para cima.</p>	<p>* O modelo proposto caracteriza em detalhes o conhecimento conceitual e procedimental dos estudantes, individualmente e em grupo. * Os princípios para selecionar problemas para avaliações, a análise para obter soluções e o sistema hierárquico de R.P. podem constituir se em um instrumento diagnóstico para professores em aula.</p>

<p>5. Reif (1987) (Física) EUA</p>	<p>Processamento da informação</p>	<p>Proposta de um projeto (tema Aceleração) composto de dois momentos: 1. Pré teste - Ensino 2. Diagnóstico: - dos seus erros - dos erros dos outros Pós teste</p>	<p>Os computadores podem ser excelentes ferramentas para a pesquisa em projetos instrucionais desde que garantam que o conhecimento adquirido pelos estudantes seja explícito, coerente, confiavelmente interpretado e testável.</p>
<p>6. Peduzzi (1987) (Física) Brasil</p>	<p>Cita resultados de trabalhos de alguns autores sobre formas de representação dos alunos (Clement, 1981) e concepções espontâneas (Sebastiá, 1984; Zylbersztajn, 1983; Axt, 1986)</p>	<p>São discutidos dois problemas de mecânica cujas soluções corretas contrastam com as idéias intuitivas de calouros do curso de engenharia: * os alunos resolvem um teste escrito de escolha múltipla com justificativa; * realizam o experimento, relativo à situação, com discussão ampla; * resolvem com formalismo adequado.</p>	<p>Tanto a mudança conceitual quanto a de atitude em R.P. são lentas. Algumas características: * o aluno sofre um impacto ao constatar que suas intuições não estão corretas; * o aluno não está habituado a contestar nem os problemas nem suas respostas; * muitos alunos não estão estimulados para aprender; * os alunos apresentam muitas dificuldades em R.P.</p>
<p>7. Altés e Mercé (1988) (Física) Espanha</p>	<p>Método científico proposto por Sánchez (1985)</p>	<p>* Proposta de um método didático para R.P. derivado de uma metodologia científica baseada em um modelo (Sánchez, 1985) composto por três fases diferindo em níveis hierárquicos: fenomenológica, hipotética e teórica. * Neste modelo, a(s) hipótese(s) a posteriori se constituirão na explicação da lei experimental.</p>	<p>Além de mostrar as dificuldades que alunos universitários (19 - 21 anos) têm em formar hipóteses a posteriori, mostra a utilidade deste método para se obter informações epistemológicas sobre os seus modelos conceituais.</p>

<p>8. Fuzer (1988) (Física) Brasil</p>	<p>Operações de pensamento de Louis Raths (1977)</p>	<p>Propõe uma metodologia baseada numa atividade onde os alunos (no caso, secundaristas) recebem um roteiro onde consta uma introdução, uma atividade experimental e questões de reflexão (conclusão).</p>	<p>* Alunos de 1ª série têm mais resistência ao trabalho (no método). * Os de 2ª série acostumam-se mais com o método principalmente se outras disciplinas incentivarem o pensamento sistemático e organizado. * Os de 3ª série consideram as aulas de Física as melhores entre todas.</p>
<p>9. Gil Pérez, Martínez Torregrosa e Serent Pérez (1988) (Física) Espanha</p>	<p>Concepção construtivista da aprendizagem</p>	<p>Apresenta um modelo de R.P. como atividade de investigação científica, baseada no construtivismo na aprendizagem de ciências, que sirva de instrumento de mudança conceitual.</p>	<p>Cabe ao professor: * apresentar problemas cujos enunciados situações problemáticas abertas obriguem o aluno a tarefas de investigações; * orientar os alunos a atribuir um papel relevante à análise qualitativa do problema; * enfatizar o papel das hipóteses na R.P.; * incentivar diferentes estratégias de R.P.; * promover a discussão dos resultados entre os alunos.</p>
<p>10. Garrett, Sutterly, Gil Pérez e Martínez Torregrosa (1990) (Física) Espanha e Reino Unido</p>	<p>Concepção construtivista da aprendizagem</p>	<p>Para as causas do fracasso em R.P. apontadas por professores formandos e em serviço, os autores sugerem a R.P. tratada como investigação científica.</p>	<p>Os autores propõem uma reflexão descondicionadora para os professores sobre as causas do fracasso dos alunos (e deles próprios) em R.P.</p>

<p>11. Andrés (1991) (Física) Venezuela</p>	<p>Ausubel, Novak e a teoria do processamento da informação</p>	<p>Uso do método de Glaser, Bassok et al. (1988) para desenvolver estratégias cognitivas e metacognitivas: 1. explicação do funcionamento e utilidade da estratégia; 2. modelagem; 3. ensino recíproco (em pares); 4. aprendizagem em grupo.</p>	<p>* Saber para que serve a estratégia fomenta a metacognição. * A modelagem por parte do professor facilita a construção da aprendizagem por parte do aluno; correção imediata; diminuição gradual de apoio. * Comparação de diferentes pontos de vista e processos ativa a metacognição.</p>
<p>12. Saltiel (1991) (Física) França</p>	<p>Faz referência a Piaget</p>	<p>A proposta discute resultados de pesquisa (Mourines, 1987) com 32 alunos de curso pré universitário onde os problemas são utilizados com duas versões: EQF (exercícios qualitativos funcionais) e EQN (exercícios quantitativos numéricos).</p>	<p>Os EQF, que envolvem relações entre grandezas para as quais se pode prever o comportamento de uma, conhecidos os das outras, são ao mesmo tempo recursos de ensino e de controle.</p>
<p>13. Gil Pérez, Torregrosa, Ramirez, Dumas Carrée, Gofard e Pessoa de Carvalho (1992) (Física) Espanha, França e Brasil</p>	<p>Proposta construtivista</p>	<p>* Proposição de verdadeiros problemas para os quais não se tem resposta elaborada (problemas abertos). * Proposição de uma estratégia de investigação envolvendo a consideração da situação, estudo qualitativo da mesma, emissão de hipóteses, elaboração e explicações de possíveis estratégias de solução, R.P. verbalizando ao máximo, análise de resultados e perspectivas futuras; "memória" de todo o processo.</p>	<p>A proposta pretende chamar a atenção sobre certos "vícios metodológicos" como a tendência de seguir operativismos cegos ou a pensar em termos de certeza, omitindo possíveis caminhos alternativos ou análise de resultados.</p>

<p>14. Grupo de trabalho em R.P. (1992) (Física) Brasil (envolvendo pesquisadores de países latino americanos)</p>	<p>Construção do conhecimento científico pela R.P</p>	<p>Papel do docente: * planejador do programa de investigação ocasionado na R.P.; * facilitador; * orientador; * aprendiz. Recomendações: cuidar que a redação do problema seja clara; estimular que o aluno apresente problemas; estimular a inter relação entre a teoria e a metodologia empregada na R.P.; selecionar problemas correspondentes a situações reais e/ou interessantes; apresentar problemas abertos e fechados.</p>	<p>O grupo entende que os problemas e sua resolução deveriam incorporar se como um enfoque do currículo e não só como estratégia e/ou avaliação (interpretação tradicional). Sob esta perspectiva, o aluno passa a ter dois papéis (aluno e aluno docente), participando tanto de sua solução como da proposição do problema.</p>
<p>15. Peduzzi, Moreira e Zylbersztajn (1992) (Física) Brasil</p>	<p>Aprendizagem significativa de Ausubel</p>	<p>Apresentação de um texto de Mecânica que conjuga concepções espontâneas, R.P. e história da ciência, visando modificar a atitude em R.P. de Física.</p>	<p>Por meio do texto os autores pretendem: * apresentar e discutir aspectos da R.P. que podem ajudar os alunos a ter uma visão mais crítica sobre esta área da aprendizagem; * utilizar a R.P. para lidar com as idéias intuitivas, estimulando o aluno a raciocinar sobre os aspectos conceituais e não apenas na sua solução matemática formal.</p>
<p>16. Gangoso e Moreira (1994) (Física) Argentina e Brasil</p>		<p>Modelo de R.P. por investigação de Gil Pérez Incorporação de mapas conceituais ao modelo de R.P. em cursos de formação de professores com o fim de: 1. insistir explicitamente nas atividades criativas do modelo científico; 2. pôr em discussão a didática habitual de R.P.</p>	<p>A estratégia pretende uma reflexão e orientação didáticas para situar novos professores como solucionadores de problemas de Física.</p>

<p>17. Chiappetta e Russell (1982) (Ciência da Terra) EUA</p>	<p>Piaget e Taxonomia de objetivos educacionais de Bloom</p>	<p>Análise da relação entre variáveis independentes do grau de raciocínio lógico e método instrucional (convencional &times; R.P.). Proposta: aulas com leituras de textos e discussões; apresentação de audiovisuais; questões orientadas pelo professor em nível de aplicação e análise; atividades de R.P. de laboratório em nível de aplicação envolvendo apresentação, obtenção de informações importantes e análise/solução do problema.</p>	<p>* O grau de pensamento lógico dá conta de 15% da variação de êxito em R.P. no conteúdo de Ciência da Terra. * A competência intelectual parece ser mais influente neste aspecto do que o procedimento instrucional. * Aparentemente a ênfase em R.P. foi a responsável pelos melhores escores no teste de aplicação. * Não há interação entre tratamento e pensamento lógico.</p>
<p>18. Gil Pérez e Torregrosa (1983); Gil, Torregrosa, Dumas, Caillot, Castro (1988); Gil (1983, 1993); Gil, Carrascosa, Furió e Torregrosa (1991) * (Ciências) Espanha e França</p>	<p>Concepção construtivista da aprendizagem</p>	<p>* Apresentar problemas cujos enunciados obriguem o aluno a tarefas investigativas (problemas abertos). * Atribuir papel relevante à análise qualitativa. * Enfatizar o papel das hipóteses na R.P. * Incentivar diferentes estágios de R.P. * Promover a discussão dos resultados entre os alunos.</p>	<p>Modelo pretende servir de instrumento de mudança conceitual.</p>
<p>19. Novak, Gowin e Johansen (1983) (Ciências) EUA</p>	<p>* Aprendizagem significativa de Ausubel Novak * Taxonomia de Bloom</p>	<p>* Utilização de mapas conceituais e Vê tentando nudar o desempenhao de alnos em R.P. * Trabalho feito com alunos de 7º e 8º ano de escolas norte-americanas utillizandoo teste da "Garrafa de vinho"; dois grupos não receberam instrução por mapas.</p>	<p>O desempenho dos alunos em novos problemas sugere que as estratégias (mapas e Vês) são úteis para melhorar o desempenho em R.P.</p>

<p>20. Gil Pérez e Carrascosa (1985) (Ciências) Espanha</p>	<p>Modelo de investigação para R.P.</p>	<p>Necessidade de introdução de uma metodologia científica na "Ciência da escola" para mudar os hábitos de pensamento dos alunos.</p>	<p>Primeiros resultados já foram conseguidos com alunos secundaristas e universitários, reforçando a crença de aperfeiçoamento em aprendizagem em Ciências.</p>
<p>21. Linn (1986) (Ciências) EUA e Israel</p>	<p>Piaget e processamento da informação</p>	<p>"Novas" metodologias para o Ensino de Ciências: * análises de protocolos; * comparação de especialistas e novatos; * representação do conhecimento sistemas de produção ou árvores hierárquicas; * nível de análise detalhado da solução de problemas individuais</p>	<p>* Recentes avanços na pesquisa psicológica - capacidade de processamento, R.P. envolvendo meta raciocínio, concepções intuitivas - refletem correspondentes avanços na metodologia. * Especificamente para combater as concepções intuitivas, recomenda tempo, abordagem profunda e ênfase nas mesmas, em vários domínios. * Incorporar ênfase mais profunda nos processos de R.P. que caracterize a descoberta científica num único domínio. * Aumentar a intensidade com que os conceitos científicos são apresentados durante a instrução.</p>
<p>22. Garrett (1988) (Ciências) Reino Unido</p>	<p>Cita a visão de Ciências de Kuhn e Popper</p>	<p>* Enfoque em R.P.: i) estimular a compreensão real dos aspectos do problema, permitindo uso da originalidade; ii) fomentar a formulação de hipóteses, fortalecendo a atitude mais aberta, flexível e realista frente às descobertas da Ciência e as limitações do processo científico.</p>	<p>* A R.P. é um processo presente na vida cotidiana como nos campos específicos da ciência e da tecnologia. * Deve se encontrar um equilíbrio na administração de problemas em classe (quebra cabeça, problemas fechados, abertos) permitindo um ensino através (e não à margem) dos processos científicos.</p>

<p>23. Kramers Pals e Pilot (1988) (Ciências) Holanda</p>	<p>Cita trabalhos sobre processamento da informação</p>	<p>* Quatro linhas de ação são apresentadas para ensinar a resolver problemas quantitativos, baseados em resultados de pesquisa: 1. analise dificuldades dos alunos; 2. desenvolva um sistema de heurísticas; 3. selecione e mapeie relações "chaves"; 4. projete instrução com exercícios, orientações e revisões apropriadas; para ser eficiente, a prática não deve envolver tentativa e erro, mas deve ser estruturada de modo que o conteúdo e aspectos relativos à estratégia devam ser estruturados. * Não cita experimentação.</p>	<p>* Comparação de como estudantes resolvem problemas como os especialistas o fazem, através de protocolos, deve ter presente que, frequentemente, especialistas omitem passos no processo (por fazê los mentalmente) que são essenciais para os estudantes. * Versão mais completa da heurística de Polya, contemplando com heurísticas que ligam o problema ao mundo real; sugere que os estudantes trabalhem em dupla, onde um faz e o outro escuta, encorajando vocalização e acurácia.</p>
<p>24. Furió e Gil Pérez (1989) (Ciências) Espanha</p>	<p>Concepção construtivista da aprendizagem</p>	<p>Proposta para a Didática das Ciências em cursos de formação de professores: * Estudos da construção e aprendizagem dos conceitos e o papel das concepções prévias. * Familiarização com as características do trabalho científico enfatizando a R.P. como ponto de partida para a construção do conhecimento. * Atitude diante da ciência e sua aprendizagem.</p>	<p>A fundamentação teórica proposta para a Didática das Ciências pretende propiciar uma autêntica formação docente ao professorado de Ciências, a qual inclui a R.P.</p>

<p>25. Watts e Gilbert (1989) (Ciências) Reino Unido</p>	<p>Não cita (revisão da literatura)</p>	<p>Ênfase em R.P. do tipo: * tarefa de implementação tradução do conceito para a prática; * mais qualitativa, da vida real, tecnológica, investigativa; * tarefas mal definidas onde somente a informação relevante e os materiais são dados; * pouca referência a soluções de especialistas, exceto talvez no final; * desenvolvimento de estratégias que envolvam experimentação prática que desenvolva habilidades manipulativas e cognitivas.</p>	<p>* Reforma curricular do Reino Unido (1988) pretende incentivar este tipo de atividade desde os primeiros anos escolares. * R.P. é recomendada como atividade curricular e extracurricular. * É uma forma valiosa de prover situações de ensino mais abertas.</p>
<p>26. Gascon Pérez (1985) (Matemática) Espanha</p>	<p>Cita Ausubel, Gagné, heurística de Polya, Guilford (1977) e Landa (1972)</p>	<p>* Proposta de método geral de R.P. 1. Etapa de avaliação (pré e pós teste) - 2 sessões. 2. Etapa de exemplificação professor raciocina em voz alta método geral de R.P. - 3 sessões. 3. Etapa de treinamento: o aluno exercita a R.P., respeitando se o seu ritmo, com o professor orientando o - 15 sessões (método de interrogação progressiva). 4. Avaliação interna do processo. * Esta didática foi aplicada ao longo de 83/84 para mais de 300 alunos (8 grupos) secundaristas, no horário normal de aula.</p>	<p>* Esta didática conseguiu alcançar o seu objetivo mais específico, o de melhorar o delineamento do problema. * Fatores cognitivos considerados (capacidade intelectual, habilidades primárias e conhecimento prévio) mostraram se essenciais à aprendizagem, além de fatores situacionais e de motivação. * Deve se acrescentar à heurística proposta, observações quanto à leitura e interpretação do problema.</p>

<p>27. Arrietta Gallastegui (1989) (Matemática) Espanha</p>	<p>Paradigma pós-piagetiano</p>	<p>* Intensificação de condutas diretivas e estratégias de R.P. * Intensificação de uma interação dinâmica entre conteúdos matemáticos e processos empregados para R.P. dos mesmos, observados e descritos pelas condutas matemáticas derivadas de tarefas entrevistas.</p>	<p>A pesquisa derivada da psicologia evolutiva e do processamento da informação encontra um bom exemplo nos estudos sobre adição e subtração, sendo incorporada como um guia para favorecer o bom desempenho em R.P.</p>
<p>28. Rivers e Vockell (1987) (Biologia) EUA</p>	<p>Processamento da informação</p>	<p>Emprego de simulações de computador para melhorar as habilidades em R.P., contanto que as diversas estratégias de pesquisa das simulações sejam incorporadas às estratégias de R.P. dos alunos.</p>	<p>A metodologia mostrou se benéfica na aplicação de pós testes das unidades seguintes onde ficou demonstrado o nível de raciocínio científico crítico superior no grupo experimental.</p>
<p>29. Smith (1988) (Genética) EUA</p>	<p>Processamento da informação</p>	<p>* Encorajar estudantes a pensar em voz alta. * Utilizar modelo de R.P. baseado em sujeitos especialistas nesta área. * Ajudar o aluno a reconhecer e desenvolver componentes individuais de tarefas em R.P. de Genética. * Realçar a probabilidade.</p>	<p>Na instrução em R.P., enfatizar o processo sobre o produto.</p>
<p>30. Kramers-Pals, Lambrechts e Wolff (1983) (Química) Holanda</p>	<p>Processamento da informação</p>	<p>Baseado no PAM Programme of Actions and Methods (Mettes e Pilot, 1980), foi desenvolvido sistema de heurísticas SAPS Systematic Approach to Problem Solving, onde são buscadas as relações chaves para iniciar o problema.</p>	<p>* O que é problema padrão para professores não o é necessariamente para alunos. * Deve se ensinar alternativas de R.P., inclusive o processo "de trás para frente", desde que, com isso, sejam encontradas as relações chaves.</p>

<p>31. Pomés (1991) (Química) Espanha</p>	<p>Corrente pós-piagetiana</p>	<p>* Investigar a qualidade dos conceitos antes de uma sessão de R.P. * Habituá-los os alunos a leituras interrogativas dos enunciados. * Conduzir a R.P. como uma atividade ativa que desenvolva a "capacidade M" (Pascual Leone e Goodman 1979). * Para turmas heterogêneas repetir a R.P. mais detalhada. * Equilibrar a aprendizagem de processos e conteúdos realidade holística. * Propor problemas relacionados com a realidade.</p>	<p>A metodologia proposta pretende ajudar o desenvolvimento do aluno no sentido de promover sua capacidade de raciocínio ao nível requerido na atividade de R.P.</p>
<p>32. Staver e Pascarella (1984) (Teste de raciocínio de Piaget) EUA</p>	<p>Piaget</p>	<p>* Efeitos dos níveis de raciocínio (Piaget) na resolução de dois problemas, apresentados com métodos diferentes: entrevista clínica individual, apresentação da tarefa seguida ou não de ilustração, etc. * Cada método era apresentado de modo (forma) diferente: completar a resposta com justificativa, completar com escolha múltipla e justificativa, etc.</p>	<p>* Não houve diferença no desempenho, nem pelo método, nem pela forma utilizada. * Recomendação que os professores utilizem os vários métodos e formas.</p>
<p>33. Simon (1980) (Várias áreas) EUA</p>	<p>Inteligência Artificial</p>	<p>* Ao ensinar a R.P., deve se dar ênfase a: i) tornar explícitas as heurísticas, tanto gerais (e.g., análise de meio e fim), quanto às específicas (e.g., conservação da energia); ii) conscientizar os estudantes como as heurísticas estão organizados na memória (sistema de produção), provendo-lhes um repertório de ações de R.P. mas também condições; iii) ajudar o estudante para atingir a auto instrução. * Não cita metodologia.</p>	<p>* Objetivo de adquirir habilidade e não apenas conhecimento requer prática. * Habilidades gerais e competência em assuntos específicos não representados em produções. * Há vantagens de treinar R.P. em assuntos específicos pois facilita a transferência de habilidades.</p>

* Estes cinco trabalhos foram considerados num único item por apresentarem as mesmas características (base teórica, metodologia e resultados/objetivos), enfocadas na tabela.

Referências

- ALTÉS, A.S. e MERCÉ, M.M. (1988) The scientific method used in physics. *International Journal of Science Education*, 10(1):111-120.
- ANDRÉS, M. (1991). Resolver problemas de física; cómo enseñar? *Boletín CENAMEC 4*. (Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencias) Caracas, Venezuela: 89-103.
- ARRIETA GALLSTEGUI, J.J. (1989). La resolución de problemas y la educación matemática: hacia una mayor interrelación entre investigación y desarrollo curricular. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1):63-71.
- AXT, R. (1986). Conceitos intuitivos em questões objetivas aplicadas no concurso vestibular unificado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Ciência e Cultura*, 38(3):444-452.
- CHIAPPETTA, E.L. e RUSSEL, J.M. (1982). The relationship among logical thinking, problem solving instruction and knowledge and application of earth science subject matter. *Science Education*, 66(1):85-93.
- CLEMENT, J. (1981). Solving problems with formulas: some limitations. *Engineering Education*, nov.:158-162,
- DRIVER, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1):3-15.
- DRIVER, R. e ERICKSON, G. (1983). Theories-in-action: some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10:37-60.
- FURIÓ MAS, C.J. e GIL PEREZ, D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3):257-265.
- FUZER, W.B. (1988). Ensinar a pensar em Física: dois exemplos de aplicação das operações de pensamento de Louis Raths. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 5(2):61-73.
- GANGOSO, Z. e MOREIRA, M.A. (1994). Mapas conceptuales en la resolución de problemas. Trabajo presentado no II Simposio de Investigación en Educación en Física, 3 a 5 de agosto, Buenos Aires.
- GARRETT, R.M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3):224-230.
- GARRETT, R.M.; SATTERLY, D.; GIL PÉREZ, D. e MARTNEZ-TORREGROSA, J. (1990). Turning exercises into problems: an experimental study with teachers and training. *Internacional Journal of Science Education*, 12(1):1-12.
- GASCON PÉREZ, J (1985). El aprendizaje de la resolución de problemas de planteo algebraico. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(1):18-27.

GIL PÉREZ, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1):26-33.

GIL PÉREZ, D. e MARTINEZ TORREGROSA, J. (1983). A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5(4):477-455.

GIL PÉREZ, D. e CARRASCOSA ALIS, J. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7(3):231-258.

GIL PÉREZ, D., MARTINEZ TORREGROSA, J., DUMAS CARRÉ, A., CAILLOT, M. e RAMIREZ CASTRO, L. (1988). La resolución de problemas de lápiz y papel: como actividad de investigación. *Investigación en la Escuela*, 6:3-19.

GIL PÉREZ, D., MARTINEZ TORREGROSA, J. e SENENT PEREZ, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2):131-46.

GIL PÉREZ, D., CARRASCOSA, A.J., FURIÓ, C. e MARTINEZ TORREGROSA (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. ICE-HORSORI-Universitat de Barcelona, Espanha.

GIL PÉREZ, D., MARTINEZ-TORREGROSA, J., RAMIREZ, L., DUMAS-CARRÉ, A., GOFARD, M. e PESSOA de CARVALHO, A.M. (1992). Questionando a didática de R.P.: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9(1):7-19.

GIL PÉREZ, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2):197-212.

GLASER, R; BASSOK, M.; CHI, M.; LEWIS, M. e REIMANN, P. (1988) Self explanations: how students study and use examples in learning to solve problems. *Learning Research and Development Center*. Pittsburgh.

GORODETSKY, M., HOZ, R. e VINNER, S. (1986). Hierarchical solutions models of speed problems. *Science Education*, 70(5),565-582.

GRUPO de TRABALHO em RESOLUÇÃO de PROBLEMAS. (1992). Recomendações dos grupos de trabalho da V Reunião Latino-Americana sobre Educação em Física. A solução de problemas e a formação do professor de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9(3):269-274.

GUILFORD, J.P. (1977). *La naturaleza de la inteligencia humana*. Buenos Aires: Paidós.

KRAMERS-PALS, H., LAMBRECHTS, J. e WOLFF, P.J. (1983). The transformation of quantitative problems to standard problems in general chemistry. *European Journal of Science Education*, 5(3),275-287.

KRAMERS-PALS, H. e PILOT, A. (1988). Solving quantitative problems: guidelines for teaching derived from research. *International Journal of Science Education*, 10(5):511-521.

LANDA, L.N. (1972). *Cibernética y pedagogía*. Barcelona: Labor.

LINN, M.C. (1986). *Science*. Em Sternberg, R.J. e Dillon, R.F. (Ed.) *Cognition and Instruction*: 155-204. N.Y.:Academic Press.

MAURINES, L. (1987). *Premières notions sur la propagation de sinaux mécaniques: analyse et difficultés des étudiants*. Congrès S.F.P. Strasbourg.

METTES, C.T.C.W. e PILOT, A. (1980). *On teaching and learning problem-solving in science*. Tese de doutorado. Twente University of Technology, Enschele, Holanda.

NOVAK, J.D., GOWIN, D.B. e JOHANSEN, G.T. (1983). *The use of concept mapping and knowledge Vee mapping with junior high school students*. *Science Education*, 67(5):625-645.

PASCUAL-LEONE, J. e GOODMAN, D. (1979). *Intelligence and experience*. *Instructional Science*, 8:301-367.

PEDUZZI, L.O.Q. (1984). *O movimento de projéteis e a solução mecânica de problemas*. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 1(1):8-13.

PEDUZZI, L.O.Q. (1987). *Solução de problemas e conceitos intuitivos*. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 4(1):17-24.

PEDUZZI, L.O.Q., ZYLBERSZTAJN, A. e MOREIRA, M.A.(1992). *As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa seqüência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 14(4):239-246.

POMES, J. (1991). *La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano*. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1):78-82.

POLYA, G. (1945). *How to solve it - a new aspect of mathematical method*. (2nd. ed.). New Jersey: Princetown University Press.

POZO MUNICIO, J.I. et al. (1994). *La solución de problemas*. Madrid: Santillana,S.A.

RATHS, L. (1977). *Ensinar a pensar*. São Paulo: EPU.

REIF, F. (1987). *Instructional design, cognition and technology: applications to the teaching of scientific concepts*. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4):309-324.

RIVERS, R.H. e VOCKELL, E (1987). *Computer simulations to stimulate scientific problem solving*. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(5):403-415.

SALTIEL, E. (1991) *Un ejemplo de aportación de la didáctica a la enseñanza: los ejercicios cualitativos y los razonamientos funcionales*. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3):275-262.

SÁNCHEZ, J. (1985). *El método científico y la didáctica de la Física y Química*. *Cuadernos de Física y Química*, 6:5-25.

SEBASTIÁ, J.M. (1984). Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(3):161-169.

SIEGLER, R.S. e RICHARDS, D.D. (1979). Development of time, speed and distance concepts. *Developmental Psychology*, 15:288-296.

SIMON, H.A. (1980). Problem solving and education. Em Tuma, D.F. e Reif, F. (Ed.). *Problem solving and education: issues in teaching and research*: 81-96. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

SMITH, M.U. (1988). Successful and unsuccessful problem solving in classical genetics pedigrees. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(6):441-433.

STAVER, J.R. e PASCARELLA, E.T. (1984). The effect of method and format on the responses of subject to a piagetian reasoning problem. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(3):305-314.

WATTS, D.M. e GILBERT. J.K. (1989).The "new learning": research, development and the reform of school science education. *Studies in Science Education*, 16:75-121.

ZYLBERSZTAJN, A. (1983). Concepções espontâneas em Física - exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. *Revista de Ensino de Física*, 5(2):3-16.

Recebido em 10.03.1997

Aceito em 21.05.1997