

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA: REVISÃO DE PESQUISA, ANÁLISE E PROPOSTA METODOLÓGICA

(Problem solving in physics: research review, analysis, and a methodological proposal)

Maria Helena Fávero

Instituto de Psicologia, Caixa Postal 04500

Universidade de Brasília

70910-900 Brasília, DF

Célia Maria Soares Gomes de Sousa

Instituto de Física, Caixa Postal 04455

Universidade de Brasília

70919970 Brasília, DF

Resumo

Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica sobre a pesquisa em resolução de problemas de Física, baseada nos trabalhos publicados nos principais periódicos da área do final dos anos 70 até 1999. A partir da categorização das publicações segundo o tipo de questão estudada, o aporte teórico utilizado, o método de pesquisa adotado, seus resultados e conclusões, é apresentado um perfil da pesquisa na área. Em seguida, esse é discutido e analisado apontando-se os aspectos convergentes que caracterizam a área. A partir dessa análise, é defendida a tese, baseada na proposta de Fávero (2000) segundo a qual, para que se possa gerar subsídios para a prática de ensino da Física por meio do estudo da resolução de problemas, esse deve ser desenvolvido de acordo com um método que ultrapasse a idéia de *transmissão* nos processos comunicacionais da situação de sala de aula, para adotar a idéia de *interlocução* (Vion, 2000) o que implica, portanto, que seja centrado numa situação de interação social, de modo a evidenciar as regulações cognitivas dos sujeitos e sua tomada de consciência, em função de um campo conceitual (Vergnaud, 1990b) particular -no caso, a Física- e a análise destes processos, a partir da produção e dos processos comunicacionais (Bromberg & Chabrol, 1999) desenvolvidos nessa interação. Essa tese se apoia na articulação de conceitos particulares da Psicologia, incluindo sua interface com a lingüística, tais como “campo conceitual”, “tomada de consciência” e “atos da fala”, que são retomados para dar-lhe sustentação.

Palavras-chave: resolução de problemas e ensino de Física, tomada de consciência, campo conceitual, processos comunicacionais.

Abstract

This article presents a literature review on problem solving in Physics based on the scientific articles published in periodicals of the related field of study. The articles considered for this study were published in the period between the end of the 70's until 1999. A categorization of the publications, according to the issue investigated, the theoretical background used, the research method adopted, the results and conclusions are considered as a starting point in order to present a research profile of the field of study. Next, this profile is discussed and analyzed, pointing out the convergent aspects that characterize the field. Taking this analysis into account, the following thesis (based on Fávero's proposal, 2000) is defended: in order to generate tools for the teaching practice of Physics through the study of problem solving, a method that substitutes the idea of knowledge transmission in the communication processes that takes place in the classroom should be developed. This method should comprise the idea of interlocution (Vion, 2000) which focuses on social interaction as a means to reveal metacognitive regulations of the subjects, participants in the process, and their development of awareness in relation to a conceptual field (Vergnaud, 1990) – Physics, in this case. The analysis of these processes considers the verbal exchanges among the

subjects (Bromberg & Chabrol, 1999) developed in the situation of interaction. This thesis is supported by the articulation of concepts in Psychology, including its interface with linguistics, such as conceptual field, development of awareness and acts of speech, which are reconsidered in this study.

Key words: problem solving and Physics teaching; development of awareness, conceptual field, communication processes.

Introdução

A implementação nos Estados Unidos do Physical Science Study Committee, (PSSC) em 1960 e do Harvard Project Physics em 1965, e do Projeto Nuffield em 1972, na Inglaterra, podem ser tomados como marcos históricos do interesse pela investigação do Ensino de Física. Conferências, reuniões, associações, periódicos e cursos de pós-graduação sobre o ensino de Física, primeiro nos Estados Unidos e na Europa, e depois na América Latina, fizeram com que esta se firmasse como uma área de pesquisa.

Nas décadas de sessenta e setenta, como lembra Porlán (1998), com o entusiasmo do desenvolvimento tecnológico, o importante era “ensinar mais e melhor a Ciência”, segundo a idéia de aumentar a capacidade de produção científica e tecnológica da sociedade. Na década de oitenta, perante a evidência de que as tendências tradicionais e tecnológicas não provocavam, necessariamente, uma aprendizagem significativa nos alunos, começa a aparecer a idéia de um ensino da “Ciência para todos os cidadãos” como meio de democratizar o uso social e político da Ciência. Uma das conseqüências desta nova postura foi a tentativa de substituir um conjunto de prescrições curriculares, que pretendia levar para a escola a lógica das disciplinas científicas e a versão positivista do método científico, pela consideração das variáveis mediadoras que intervêm na situação didática.

No desenvolvimento da pesquisa do ensino de Física, três questões têm sido recorrentes – a resolução de problemas, a aprendizagem de conceitos físicos e o ensino de laboratório – consideradas essenciais para o ensino da Física. Dentre estes, a resolução de problemas sempre foi um tópico particular: afinal, o desenvolvimento das ciências exatas foi visto, com freqüência, como resposta a determinados problemas e, ao mesmo tempo, resolver problemas sempre foi visto como uma atividade inteligente por excelência.

Talvez por isto mesmo, os professores de Física se refiram, unanimemente, à importância do “saber resolver problemas” como uma característica essencial do bom aluno de Física, ao mesmo tempo que atribuem as dificuldades de ensinar Física principalmente às dificuldades relacionadas ao ensino de resolver problemas (Sousa & Fávero, 1999).

Daí nosso interesse no estudo da resolução de problemas de Física: por um lado a questão diz respeito ao aspecto psicológico, não apenas no que se refere às elaborações e regulações cognitivas do indivíduo que soluciona, como também no que concerne ao próprio conceito de problema e como este se relaciona com um campo conceitual específico. Por outro lado, como dito antes, o tema responde a uma demanda dos próprios professores de Física, e, portanto, trata-se de um tópico que tem um significado particular no que se refere à prática de sala de aula. Portanto, este é um tópico que interessa tanto os pesquisadores que estudam a Psicologia do Desenvolvimento Cognitivo como aqueles preocupados com o ensino de Física.

A resolução de problema é uma das clássicas questões de estudo na Psicologia, e, podemos dizer, tão frutífera quanto controversa. Das famosas pesquisas de Thorndike (1898) às de Newell & Simon (1972), duas vertentes estiveram presentes nas diferentes propostas teóricas e

metodológicas: a relação entre a resolução de problema e a aprendizagem, o que em última análise relaciona-se com a aquisição de conhecimento, e a relação entre resolução de problema, inteligência humana e inteligência artificial.

Como constataremos adiante, o estudo da RP em Física reflete as tendências da Psicologia, que, de um modo geral, mantém a concepção canônica de resolução de problema cuja origem pode ser situada nos trabalhos de Newell e Simon (1972), de onde se originam, alguns termos básicos, utilizados na área. Dentre eles, o mais básico e que diz respeito à caracterização da resolução de problema é o conceito de *estado* da resolução de problema, de onde então se define que a solução de um problema pode ser caracterizado pelo estado inicial do problema, pelos estados intermediários e pelo estado que satisfaz o objetivo final. Segundo Anderson (1993) a referência atual ao conceito de estado é ambígua, uma vez que ele pode se referir tanto a estados internos quanto a estados externos. O segundo termo-chave é o de *operador*, entendido como a ação que transforma um estado em outro; ele pode ser caracterizado pelo que é aplicado e pela mudança produzida no estado. Tomados junto, o conceito de *estado* e de *operador* definem o conceito de *espaço do problema*. A idéia é de que a cada estado, um certo número de operadores devem ser aplicados, cada um dos quais produz um novo estado e assim por diante.

Tendo estas questões como base, a fase crítica da resolução de um espaço do problema seria, então, como selecionar o operador seguinte. Assim, o termo *método de resolução de problema* refere-se aos princípios usados para selecionar os operadores. Embora a resolução de problema possa ser entendida, de um modo geral, como um método aplicado em um espaço de problema fixo, a resolução de problema pode progredir se o espaço do problema for substituído pela representação dos estados, ou dos operadores, ou ainda, pela adição de novos operadores, o que é considerado como soluções mais criativas (ver Anderson, 1993).

Uma das tendências na área atualmente é a defesa de que o progresso na compreensão da resolução de problema está vinculado ao progresso na compreensão da aprendizagem das tarefas envolvidas na resolução de problemas. Nesta mesma linha de raciocínio, há a defesa da necessidade de se distinguir, no estudo da resolução de problema, o conhecimento declarativo e o conhecimento procedural (ver, exemplo, Anderson, 1993). Como veremos mais adiante, estas tendências não são incompatíveis com as abordagens européias. Ao contrário, no nosso entender é nestas últimas que temos um aporte teórico mais explícito no que diz respeito à análise cognitiva do sujeito humano frente à situação de resolução de problema, como é o caso da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990b).

O trabalho que apresentamos aqui, é fruto de um projeto de pesquisa em parceria –uma pesquisadora do Desenvolvimento Cognitivo e outra do Ensino de Física – cujo objeto é o estudo da resolução de problemas de Física. Nesse trabalho relatamos a primeira fase deste projeto, centrada em uma cuidadosa revisão bibliográfica na área, seguida de sua análise e de uma proposta metodológica.

A revisão

O recorte de tempo que adotamos para essa revisão foi de 20 anos: do final da década de 70 até 1999, compreendendo um total de 72 artigos. Esse recorte abrangeu a bibliografia especializada de maior penetração na área, publicada na Europa (*European Journal of Science Education*, o qual em 1987 passou a se chamar *International Journal of Science Education* – Londres, Inglaterra); *Enseñanza de las Ciencias* – Barcelona, Espanha), nos Estados Unidos (*Journal of Research in Science Teaching* – Nova Iorque; *Science Education* – Nova Iorque) e no Brasil (*Revista Brasileira de Física* - São Paulo, que a partir de 1982 deixou de publicar artigos de pesquisa em Ensino de

Física; *Revista Brasileira de Ensino de Física* – São Paulo; *Caderno Catarinense de Ensino de Física* – Florianópolis).

Para fundamentar uma análise e discussão, procedemos a uma categorização das publicações segundo o *tipo de questão estudada, o aporte teórico utilizado, o método de pesquisa adotado, assim como os resultados e conclusões* obtidos. Com isso, criamos, então, um quadro descritivo e analítico na forma do Quadro 1 apresentado ao final do texto.

Alguns dados quantitativos podem ser tomados como indícios para um perfil inicial desta revisão. Considerando os países separadamente, vemos que são dos Estados Unidos o maior número de trabalhos, com 27,7% do número total de artigos revisados. Segue-se a Espanha com 20,8%, o Brasil com 18,1%, a Inglaterra com 8,3%, a Argentina e a França com 5,5%, a Venezuela com 4,1%, Israel com 2,8% e os países Austrália, Holanda, Índia, Colômbia, Canadá, Equador, África, Uruguai, Cingapura, Escócia e México presentes, cada um, com 1 trabalho, correspondendo a uma participação de 1,4% do total de artigos. Note-se que o Brasil é um dos países que consta entre os que têm maior número de publicações na área.

Vale salientar que no que se refere à descrição do *nível de escolaridade dos sujeitos*, optamos por registrar o nível correspondente à classificação brasileira, de acordo com a idade dos sujeitos, obtendo-se os seguintes dados: 50% das pesquisas desenvolveram-se junto a sujeitos no nível universitário (incluindo os professores já formados e atuando no ensino da Física); 33,3% junto a sujeitos do nível médio e 12,5% junto a sujeitos do nível fundamental. Além disso, outros 12,5% dos estudos tratam de revisão bibliográfica ou apresentam propostas sem referirem-se a níveis de escolaridade específicos. Muitas pesquisas envolviam sujeitos no nível universitário e no nível médio; optamos por computá-los duplamente: uma vez para o nível universitário e outra vez para o nível médio, o que faz com que a soma total das porcentagens ultrapasse a 100%.

Em relação ao *conteúdo* de Física abordado, no geral, vemos que quase a metade das pesquisas revisadas foi centrada nos conteúdos de Mecânica (47,2%), seguida de “Ciências” (23,6%, nos quais também figuram os conteúdos de Mecânica). Em seguida encontram-se os estudos centrados em conteúdos diversificados (22,2%), ou seja, que abrangem tópicos de diferentes áreas da Física ao mesmo tempo (inclusive Mecânica), seguidos dos que se centram em Eletrodinâmica (4,2%), Termodinâmica (4,2%), Ondas (1,4%), Magnetismo (1,4%) e Hidrostática (1,4%). Isso nos mostra claramente que os estudos de RP em Física concentram-se, quase que exclusivamente, na Mecânica. Aqui também temos pesquisas que envolvem mais de um dos conteúdos citados separadamente acima, o que resulta na soma total das porcentagens superior a 100%.

As *questões estudadas* mais freqüentes são: *a comparação entre especialistas e novatos, as propostas de procedimentos didáticos, os fatores que influenciam a RP em sala de aula, as estratégias específicas para a RP*. Um número não significativo de pesquisas centram-se em *questões diversas*. Estes dados são compatíveis com os de Costa e Moreira (1996, 1997a, 1997b, 1997c).

Os estudos centrados na *comparação entre especialistas e novatos* são aqueles cuja ênfase está na especificidade das habilidades e estratégias para a RP. Trata-se de uma das linhas de pesquisa mais desenvolvidas na Psicologia, cuja tentativa é a identificação das diferenças entre o desempenho do especialista e do novato, frente a uma situação de resolução de problemas (ver Wiley, 1998, por exemplo). O enfoque é, portanto, nos efeitos do domínio do conhecimento na resolução de problemas. Na nossa revisão temos 12,3% dos trabalhos que se enquadram nessa categoria.

Os estudos cuja questão se centra em *propostas de procedimentos didáticos*, são aqueles que visam melhorar o desempenho de alunos em RP através de propostas de procedimentos para a sala de aula. Nessa categoria, estão 40,3% dos artigos revisados. Por sua vez, os estudos centrados nos *fatores que influenciam a RP em sala de aula*, procuram identificar alguns fatores específicos, denominados de “natureza cognitiva”, que podem afetar o desempenho na resolução de problemas no ambiente particular da sala de aula. Em nossa revisão, 30,5% dos trabalhos estão nessa categoria.

Em seguida temos os estudos que se centram nas *estratégias específicas para a RP*, isto é, estudam a influência de determinados procedimentos no desempenho da resolução de problemas. Nesta linha de investigação temos 13,8% dos trabalhos revisados.

Na categoria *outras questões*, estão os artigos que revisam ou desenvolvem uma análise geral das questões relacionadas à resolução de problemas. Temos 4,1% de artigos nessa categoria.

Portanto, a grande maioria das pesquisas centra-se nas *propostas de metodologias didáticas e fatores que influenciam a RP em sala de aula*, o que evidencia, mais uma vez, a ênfase dada a resolução de problemas na prática de ensino.

Com relação aos aportes teóricos utilizados nas pesquisas sobre RP em Física, identificamos os seguintes: estudos baseados na teoria do *processamento da informação*; estudos fundamentados nas *concepções construtivistas da aprendizagem*; estudos apoiados na *aprendizagem significativa de Ausubel*; estudos embasados na *teoria de Piaget*; estudos baseados em *outros trabalhos de RP*; estudos fundados em diversos autores; estudos referenciados por *concepções neo - piagetianas*; *outros aportes*.

Os estudos cujo aporte teórico centra-se na *teoria do processamento da informação* procuram especificar os processos que são operados para extrair informações das fontes de estimulação disponíveis aos sujeitos (Mc Shane, 1991). Esses processos são especificados funcionalmente e muitas vezes são caracterizados como regras. A tese central dessa abordagem é, segundo McShane (op. cit.), que o que fazemos cognitivamente resulta de cálculos elaborados sobre as representações construídas com os estímulos que recebemos do meio e do nosso conhecimento prévio. Em nossa revisão, 25,0% do total de artigos revisados estão contidos nessa categoria.

Os estudos cujo aporte teórico diz respeito às *concepções construtivistas da aprendizagem* são aqueles que consideram o sujeito como construtor do seu próprio conhecimento. Segundo essa idéia, a aprendizagem requer, por parte do aluno, uma postura ativa, motivada intrinsecamente, e a capacidade de envolver-se naquilo que está aprendendo (Torres & Cruz, 1998). Suscitar essa postura é considerado como de responsabilidade do docente. Em nosso estudo, 13,9% do total de trabalhos revisados enquadram-se nesta abordagem.

Os estudos baseados na *teoria da aprendizagem significativa de Ausubel*, partem do conceito central de aprendizagem significativa, entendido como “um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária a um aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Caracteriza-se, portanto, por uma interação (não uma associação) entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e novas informações, por meio da qual estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não literal, contribuindo para a diferenciação e a elaboração dos conhecimentos prévios existentes e, conseqüentemente, para a elaboração da própria organização cognitiva” (Moreira, 1999, p. 13). Essa teoria é hoje também conhecida como de Ausubel, Novak e Gowin porque foram esses dois últimos autores que deram continuidade ao trabalho original de Ausubel. Em nossa revisão, temos 11,1% de trabalhos nessa categoria.

Com referencial teórico piagetiano explícito encontramos 12,5% dos artigos. Como sabemos, a tese central da teoria de Piaget é de que “...não existem conhecimentos resultantes de um simples registro de observações, sem uma estruturação devida às atividades do indivíduo. Mas tampouco existem (no homem) estruturas cognitivas *a priori* ou inatas: só o funcionamento da inteligência é hereditário, e só gera estruturas mediante uma organização de ações sucessivas, exercidas sobre objetos. Daí resulta que uma epistemologia em conformidade com os dados da psicogênese não poderia ser empiricista nem pré-formista, mas não pode deixar de ser um construtivismo, com elaboração contínua de operações e novas estruturas. O problema central consiste, pois, em compreender como se efetuam tais criações e por que, ainda que resultem construções não pré – determinadas, elas podem, não obstante, acabar por se tornarem logicamente necessárias” (Piaget,1983, p.39).

Além destes, como já foi mostrado anteriormente, outros 13,9% dos artigos baseiam-se explicitamente em “concepções construtivistas” e 2,7% em concepções “pós - piagetianas”. Além disso, em algumas pesquisas, a teoria de Piaget aparece integrando o referencial teórico junto a outros autores construtivistas.

Os estudos cujo aporte teórico categorizamos como *outros trabalhos de RP*, são aqueles cujos investigadores buscam apoio não em determinadas teorias da Psicologia propriamente ditas, mas em outras pesquisas sobre a RP. Em nossa revisão, estão nessa categoria 15,3% do total revisado. Nos estudos nos quais os pesquisadores tomam contribuições de dois ou mais teóricos – Piaget, Vygotsky, Gagné, Ausubel, Kelly e Garret – categorizamos o aporte teórico como *múltiplos autores*. Nessa revisão, 6,9% dos artigos estão nesta categoria.

Fundamentados nas *concepções neo – piagetianas ou pós – piagetianas* estão aproximadamente 2,8% dos trabalhos revisados. A teoria de Piaget sempre foi e continua sendo uma fonte de novas hipóteses e seus pressupostos básicos continuam vigentes, mesmo que reformulados. Na ótica neo-piagetiana, houve uma mudança de perspectiva que se pode resumir em um interesse crescente pelo “sujeito psicológico”, em detrimento do sujeito epistêmico (Inhelder,1978, em Lópiz, 2000, p. 82). Ou seja, passou-se de um interesse centrado no que há de comum entre as estruturas cognitivas de um mesmo nível, para o que há de comum entre sujeitos individuais. Passa-se do clássico interesse piagetiano pela análise estrutural do conhecimento e de seu desenvolvimento, para o estudo dos mecanismos funcionais que estão no desenvolvimento, como maneira de explicar a transição de uma estrutura a outra, bem como o estudo da forma como um determinado sujeito aplica seus conhecimentos em uma situação particular, criando procedimentos adequados (Martí Sala, 1981, em Lópiz, 2000, pp. 82-82).

As proposições pós-piagetianas de Pascual Leone (1977, 1978) e R. Case (1984, 1989), por exemplo, tentam elaborar uma representação funcional precisa da atuação dos sujeitos, passo a passo, diante um determinado problema, bem como de encontrar a relação existente entre a melhora que se produz com a idade na aptidão para processar a informação e o desenvolvimento operatório, da mesma maneira como foi estudado nas tarefas piagetianas (citadas por Lópiz, 2000, pp 86-87) . Contudo, ao tratar do desenvolvimento da capacidade de processar a informação, levam em conta o aspecto maturacional em relação a ampliação da memória de curto prazo e sobre as formas diferenciais das estratégias de memória. Alguns autores consideram que esta é uma proposta que visa uma integração entre o enfoque piagetiano e o do processamento da informação (Lópiz, 2000, por exemplo). Lendo Pascual-Leone (1995), fica clara, no entanto, a retomada de conceitos piagetianos, tais como o de esquema, o de equilíbrio, e a defesa de que o desenvolvimento e a aprendizagem devem ser vistos como co-determinantes, de modo dinâmico e não-linear, do desempenho e crescimento cognitivo. Neste sentido, para ele, o construtivismo desenvolvimental não pode ser reduzido ao construtivismo social. Pascual-Leone (op. cit.) argumenta que o real

desafio do construtivismo seria explicar as novidades nos desempenhos e os processos criativos, e fazer isto através do reconhecimento de uma inata e ampla organização funcional dos processos encobertos sustentados pela organização do cérebro. Para tanto, diz ele, não se necessita de uma teoria neuropsicológica, mas de uma teoria que seja construtivista e dialética. Como veremos mais adiante, nossa proposta vai na mesma direção, dando ênfase a um método através do qual este construtivismo desenvolvimental seja posto em evidência, através de uma situação de interação social.

Os artigos classificados dentro de *outros aportes*, são aqueles que não se enquadram nas abordagens teórico-conceituais mais conhecidas da Psicológica. São exemplos o trabalho de Altés & Mercé (1988), que faz referência à proposta de Sanches, o trabalho de Fuzer (1988) que faz referência às operações de pensamento de Louis Raths, assim como o de Halloum (1996) que se refere à teoria epistemológica da modelagem científica, e outros. Em nossa revisão, 12,5% dos trabalhos estão nessa categoria, praticamente cada um fazendo referência a uma abordagem teórica específica.

Portanto, do ponto de vista do domínio teórico da pesquisa em RP em Física podemos dizer que predominam as teorias do processamento da informação, a de Piaget e a de Ausubel. Vale ressaltar que há referências às concepções construtivistas em geral, sem que este conceito seja sempre explicitado.

Quanto à *metodologia de pesquisa*, nossa análise levou em conta o tipo de *delineamento de pesquisa*, o tipo de dados gerados e o tipo de procedimento de análise de dados.

Quanto ao *delineamento de pesquisa*, observa-se um reduzido número de estudos experimentais, correlacionais e quase-experimentais, totalizando apenas 16,9% do total revisado. O que predomina é o uso de protocolos, obtidos através da solicitação de que o sujeito relate em voz alta sua elaboração mental, que fundamenta suas ações procedurais frente a uma situação de resolução de problema. Essa é uma tendência que tem sido observada também em outras áreas de pesquisa em Ensino de Ciências. Identificamos apenas uma pesquisa que poderia ser caracterizada como estudo de caso. Compatível com isto, no que diz respeito ao *tipo de dados gerados*, temos uma predominância de protocolos verbais e notas produzidas pelos sujeitos durante o processo de RP (23,6%), mas também temos escores obtidos através de testes escritos centrados na resolução de problemas (20,8%). Com frequência mais baixa, identificamos estudos que geraram escores em testes de raciocínio (11,1%) e observações livres, não registradas através de aparelhos, sobre o desempenho dos sujeitos durante a RP (6,9%). Alguns poucos estudos geraram dados resultantes de questionários de opinião (4,2%), de testes de associação de conceitos (2,7%), de testes de compreensão de leitura de texto (1,4%), de questionários sobre concepções de professores sobre a RP (1,4%) e de mapas conceituais e diagramas V (1,4%). Nem todos os artigos dessa revisão apresentaram dados empíricos; portanto a soma das porcentagens referentes a essa questão não completa os 100% dos artigos revisados.

O procedimento *de análise de dados* naturalmente reflete a tendência já descrita nos delineamentos de pesquisa: em 25,0% dos estudos, os dados foram analisados apenas qualitativamente, em 16,7% deles apenas quantitativamente, e em 9,7% foram feitas ambas, análise qualitativa e quantitativa.

Em suma, observa-se um certo predomínio das análises de protocolos gerados por gravações em áudio, em vídeo ou diretamente escritos pelos sujeitos o que reflete, mais uma vez, a influência da pesquisa sobre resolução de problemas no domínio da Psicologia.

A análise

Apesar da diversidade tanto teórica como metodológica, o que não significa, em princípio, algo indesejável, a RP em Física é uma área bastante estudada, com uma produção importante de dados, da qual é possível reter certos aspectos consensuais, gerados de uma certa compatibilidade geral nos dados.

Das pesquisas centradas na comparação do desempenho *entre especialistas e novatos*, por exemplo, os resultados indicam, em síntese, que o *especialista*: desenvolve uma análise prévia qualitativa detalhada da situação problemática, antes de partir para o formalismo matemático; demonstra mais conhecimento declarativo e utiliza menos passos para resolver os problemas; move-se menos entre os conhecimentos declarativo e procedural; possui melhor domínio conceitual e procedural do conteúdo, necessitando apenas fazer o que Norman (1982) chama de “ajuste fino” do conhecimento prévio. Por outro lado, o *novato*: não analisa qualitativamente a situação problema, partindo de imediato para a busca de princípios e equações que o ajudem na solução matemática do problema; fixa-se em aspectos superficiais do problema e utiliza muitas regras, sem levar em conta que a mesma regra se aplica a várias situações; tem menor domínio do conhecimento declarativo e procedural necessitando, então, acrescentar informações e reestruturar o conhecimento prévio. Pode-se dizer, então, que o consenso nos resultados destas pesquisas é de que o especialista articula a questão conceitual com o procedimento da RP, enquanto o novato procura, de imediato, qual seria a regra que, aplicada naquela situação, resolveria o problema.

Aqui, o especialista, ou seja, aquele que possui um amplo conhecimento sobre uma certa área, teria, necessariamente, um desempenho melhor frente a um problema desta área. Entretanto, pesquisas recentes no âmbito da Psicologia, têm sugerido que, o desempenho do especialista não é uniformemente superior e o amplo domínio de uma área do conhecimento, pode levar o especialista a desconsiderar novas e relevantes informações. Como assinala Wiley (1998), ao contrário dos últimos 20 anos, hoje se tem vários estudos, desenvolvidos na Psicologia, em relação a diferentes domínios do conhecimento, que sugerem que, na verdade, os especialistas tendem a considerar menos informações do que os novatos, numa resolução de problema. Esta autora conclui que, a influência do domínio do conhecimento em gerar representações do problema considerado em geral como uma das vantagens do especialistas, pode também ter seus custos, colocando os especialistas numa certa desvantagem, quando associações remotas devem ser consideradas ou combinadas de modos diferentes.

Este dado é interessante quando articulado tanto com os dados dos estudos centrados nas propostas de procedimento didático para a RP, que apontam que o procedimento tradicionalmente utilizado – apresentar a teoria, resolver alguns problemas a título de exemplo, relacionados a ela e propor problemas semelhantes aos alunos – é ineficiente (Altés & Mercé, 1988; Staver & Pascarella, 1984; Chiappeta & Russel, 1982; Peduzzi, 1984; Sebastiá, 1984, por exemplo), como com os dados obtidos em estudos com professores em formação ou capacitação, nos quais estes concordam sobre a necessidade de profunda reformulação no procedimento tradicional de ensino, em direção a outro, que considere a RP como um processo de investigação (Garret et al., 1990; Gil Perez, Martinez Torregrosa & Sennet Perez, 1988; Peduzzi, 1987, por exemplo). Talvez, os dados encontrados sobre as diferenças no desempenho de especialistas e novatos, nos estudos sobre RP em Física, considerando que na maior parte deles os novatos são estudantes, reflitam, na verdade, muito mais a questão do tipo de ensino que é praticado no meio escolar, o que justificaria a pouca habilidade do sujeito considerado novato, do que, efetivamente, uma característica a ser considerada do ponto de vista psicológico.

Talvez por isto mesmo, haja uma insistência nas propostas de alternativas ao procedimento didático tradicional que aparecem em diversos estudos, geralmente na conclusão, na forma de recomendações aos professores: uso de diferentes tipos de procedimentos para a RP, em função do contexto; utilização de múltiplas hipóteses e condução do aluno para assumir uma delas, buscando meios para falsear as outras (Lawson, 1987); exercícios prévios centrados nas relações entre as variáveis presentes no problema (Saltiel, 1991; Fuzer, 1988), procedimentos centrados na RP tomada como atividade de investigação (Varela Nieto & Matínez Aznar, 1997), procedimentos baseados em mapas conceituais e diagramas V (Novak, Gowin & Johansen, 1983) e procedimentos baseados na modelagem física da situação problema (Halloum, 1996). Podemos complementar estes dados com aqueles gerados pelos estudos particularmente centrados nas *estratégias específicas para a RP*. Os resultados dos diferentes estudos apontam que: as estratégias que sugeriam uma seqüência particular de passos para a RP não apresentaram resultados estatisticamente significativos (Ross & Mynes, 1983; Larkin & Reif, 1979, por exemplo); a análise qualitativa do problema e a integração do conhecimento procedural e conceitual é indicada como uma boa estratégia para a RP (Mestre, Dufresne, Gerace, Hardiman & Touger, 1993); as estratégias de formulação e verificação de diferentes hipóteses e estratégias possíveis de resolução de problemas podem ser incompatíveis com o tempo normalmente disponível em condições de sala de aula.

Considerando que os estudos aqui analisados desenvolveram-se junto a estudantes, estes dados são convergentes com aqueles dos estudos centrados nos fatores que influenciam o desempenho na RP, cujos *resultados* se apresentam em três principais categorias: 1) aqueles que apontam o conhecimento prévio do aluno como fator importante, seja em termos do conhecimento disponível na estrutura cognitiva do aluno, seja no modo como ele está organizado nessa estrutura ou, ainda, da sobrecarga imposta pela tarefa à memória de trabalho (Watson, 1994; Lang da Silveira, Moreira & Axt, 1992; Lawson, 1987; Peduzzi & Moreira, 1981; Staver, 1986; Main & Rowe, 1993); 2) aqueles que apontam a incompreensão do enunciado como fator importante sugerindo que, de alguma forma, a dificuldade do aluno está na incompreensão textual do enunciado e que diagramas ou detalhes da apresentação poderiam facilitar a compreensão (Driver, 1986; Lopes & Cost, 1996; Johnstone, Hogg & Ziane, 1993; Fuller & Thornton, 1981; Linn, 1977); 3) aqueles que apontam o nível de desenvolvimento mental como fator importante, sugerindo que o nível de desenvolvimento mental do sujeito e a compatibilidade com o que exige o problema é um dos principais fatores envolvidos na RP (Garnett, Tobin & Swingler, 1985; Linn, 1980; Aguirre de Carcer, 1983; Lawson, 1987).

Parece, então, que a hipótese que sugerimos acima sobre a questão das diferenças de desempenho entre especialistas e novatos estar, na verdade, relacionada às características da prática de ensino da Física, pode ter fundamento, uma vez que, tanto nos estudos sobre os fatores que influenciam a RP, como naqueles voltados para a proposta de estratégias alternativas e, ainda, nos estudos de intervenção junto aos professores, permeia, explícita ou implicitamente, um consenso fundamental: a importância das concepções, tanto dos estudantes como dos professores, a respeito dos conceitos de problema e de resolução de problemas, e de sua relação com o ensino e a aprendizagem de Física (ver, por exemplo, Zalamea Godoy & Paris Espinosa, 1989; Garret et al., 1990; Villani, 1991; Lopes & Cost, 1996). Em outras palavras, e isto sobretudo no que se refere aos estudos dos últimos anos da década de noventa, o que está implicado aí é o que já foi apontado em outras ocasiões: a prática de sala de aula adotada por um professor, assim como a prática de estudo dos alunos, está fundamentada nas concepções sobre o que seja aprender e ensinar, nas concepções sobre o conhecimento e sobre as áreas particulares do conhecimento e nas relações que são estabelecidas entre tais concepções (Fávero, 1994).

Por outro lado, há que se considerar que, as concepções que são construídas a respeito de uma área do conhecimento relacionam-se com a construção do manejo conceitual desta mesma área. Daí se justifica a quantidade de recomendações que encontramos, tanto para o estudante como

para o professor, mas, predominantemente para este último, que dizem respeito à relação entre o domínio conceitual da Física, o ensino e a aprendizagem e o desempenho em situações de RP em Física.

Dito em outros termos: o consenso mais evidente na nossa revisão é o de que o procedimento de uma situação de resolução de problema só tem significado visto em relação ao aporte conceitual no qual esta situação se insere. Além disto, revendo estes 20 anos de pesquisa, fica evidente a importância do papel do professor. Em nenhuma pesquisa este papel é minimizado. Pelo contrário, ele é entendido como essencial para a condução do aluno no seu processo de construção: não no sentido de transmitir, de explanar, de apresentar, mas no sentido de mediar o conhecimento. Ora, falar de mediação do conhecimento, implica, portanto, na consideração de uma situação de interação social e, no caso da sala de aula, implica, mais especificamente, pelo menos em princípio, considerar a interação entre um especialista, o professor, e o novato, o aluno.

Portanto, nos parece possível tirar uma conclusão. A princípio ela pode parecer óbvia, mas, na verdade, trata-se de uma questão teórico-conceitual importante: adotando a tese já explicitada por uma de nós (Fávero, 2000), estamos defendendo que não podemos avançar na pesquisa sobre a RP em Física, e pretender gerar dados que tenham uma implicação para a prática de ensino, sem levar em conta a situação de interação social particular que ela pressupõe, e a relação dialética entre a aquisição conceitual e a capacidade de resolução de problemas, no sentido que Piaget atribuiu ao conceito de abstração reflexiva. Ou, nas palavras de Pascual-Leone (1995), “ a construção da realidade e da novidade no desempenho é explicada através da capacidade de um organismo humano tacitamente representar e re-representar, para si mesmo, os padrões de co-ativação de seus próprios processos esquemáticos, que são informados pelas resistências da realidade. Este poder representacional é perpetuado pelas ações interacionais que os esquemas geram. Estas ações afetam o meio, ou o corpo, e podem assim ser re-experimentados nos seus resultados como novos padrões de co-ativação dos esquemas. Piaget chamou esta capacidade de *abstração reflexiva*”(p.341).

A tomada de consciência, o campo conceitual e a resolução de problemas numa situação de interlocução: uma proposta teórico-metodológica

Dito em outros termos, para dar conta da proposta que estamos defendendo, temos pelo menos três aspectos psicológicos a serem considerados no estudo da RP em Física: *a formação de conceitos, com seu sistema lógico de representação, a tomada de consciência destes conceitos e desta lógica e a interação social que caracteriza a situação didática na qual são construídos.* Sem a pretensão de esgotar a sua discussão, abordaremos cada um deles, com o intuito de explicitar a articulação que estamos propondo.

Para Vergnaud (1989-1990), um conceito se define com apoio no seguinte tripé: o conjunto de situações que lhe dão sentido (referência); o conjunto de invariantes que constituem suas propriedades (significado); o conjunto de formas simbólicas ou linguísticas que permitem suas representações (significante).

Vergnaud (1981, 1989-1990, 1990b) parte de algumas proposições de base: o conhecimento tem função adaptadora, logo um conceito só faz sentido por meio de situações problema, sem que essa dimensão pragmática seja reducionista; o estudo da aquisição dos conhecimentos na ótica psicogenética exige não o exame em separado da construção de diversos conceitos, mas em domínios amplos, correspondentes às diversas situações de sua elaboração no tempo; toda construção conceitual supõe a elaboração de um conjunto de representações simbólicas em inter-relação. No entanto, é importante se fazer tanto a distinção entre o conceito e sua representação, como a distinção entre os significados conceituais e os sistemas de significantes que os explicitam.

Levando tais distinções em consideração e articulando-as com a construção psicogenética dos conceitos, Vergnaud (1981, 1989-1990, 1990b) propôs sua *teoria dos campos conceituais*, concebidos como um espaço de problemas, de classes de problemas, “o conjunto de situações cujo domínio requer variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas em estreita conexão” (Vergnaud, 1989-1990, p. 62). Em outros termos, trata-se de uma teoria cognitivista, que visa fornecer uma abordagem coerente e alguns princípios de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das competências complexas, sobretudo aquelas relacionadas às ciências e à tecnologia, propondo uma análise cognitiva que permita compreender as filiações e as rupturas entre os conhecimentos

Dois constructos piagetianos fundamentais são retomados pelo autor, para a elaboração da idéia de campos conceituais: o de esquema e o de invariantes operatórios. O conceito de esquema (Vergnaud, 1990a) permite explicar a organização da atividade do sujeito em uma dada situação estando, então, no âmago da atividade adaptadora das estruturas cognitivas, permitindo melhor caracterizar os diversos momentos da psicogênese em determinado campo conceitual. Para este autor, é através das situações e dos problemas a serem resolvidos que um conceito adquire sentido. Trata-se, portanto, de um processo de elaboração pragmática, o que significa ter em conta a função adaptativa do conhecimento e reservar um lugar central às formas que ela toma na ação do sujeito. Quando a situação já é dominada pelo sujeito, o esquema é visto como uma organização invariante da conduta para essa classe de situações; quando a situação não é dominada, ocorrerá a construção do novo esquema a partir da transformação do anterior. O autor recupera assim a definição de esquema:

- trata-se de uma totalidade dinâmica funcional, isto é, de uma unidade identificável da atividade do sujeito, correspondendo a uma finalidade identificável;
- trata-se de uma organização invariante da conduta, o que significa que para uma determinada classe de situações não é a conduta que é invariante, mas sim sua organização;
- trata-se de um universal, ou seja, reporta-se a uma classe de situações, sendo possível, então, haver esquemas para todos os domínios da atividade;
- é composto de muitas categorias de elementos indispensáveis: fins/propósitos antecipações, regras de ação, possibilidades de inferência na situação, invariantes operatórios.
- é função temporalizada do espaço: tem n dimensões de informações disponíveis, com n possíveis ações, em um espaço que varia no decurso do tempo.

Portanto, além de regras de ação, o esquema comporta, necessariamente, invariantes operatórios e inferências, as quais são indispensáveis à aplicabilidade do esquema, enquanto universal temporalizado (Vergnaud, 1990b, 1996).

Vergnaud (1990b) não vê sua proposta sobre os campos conceituais como uma teoria didática, mas considera-a de extremo interesse para esse campo porque permite a análise da relação dialética presente na educação, entre a ação na situação prática/experimental e a verbalização teórica. Por isto mesmo estamos recorrendo a ele.

Uma vez que o autor defende que o saber se constrói a partir de problemas a resolver, o prioritário para a didática seria, então, a investigação de situações-problema significativas e funcionais à elaboração dos conceitos, o que sugere o uso de variedade de problemas e de relações. Também deveriam elas, com o apoio da investigação psicológica, revelar as conceituações subjacentes aos esquemas dos alunos, aos seus procedimentos, aos erros que expressam. Como vemos, este enfoque é compatível com os resultados de várias pesquisas revistas, como é o caso de Gorodetsky et al., (1986), Peduzzi (1987), Mohapatra (1987), Neto (1991), Villani (1991), Perez (1993), Lopes (1996) entre outros.

Como as concepções dos alunos só serão alteradas se entrarem em conflito com situações às quais não se aplicam, cabe ao professor não apenas oferecer-lhes situações de ativação de esquemas já disponíveis mas, sobretudo, as que os levem à acomodação daqueles esquemas prévios, reconstruindo-os em termos de novas relações diante de dados novos (Vergnaud, op cit).

Isto significa, como defende Fávero (2000) que, embora a ação direta e indireta do professor aconteça sempre em um contexto de interação com os alunos da classe, e seus efeitos reguladores sejam sempre mediados pela rede de interações entre os alunos, é preciso lembrar, porém, que o impacto destas regulações sobre a aprendizagem de um aluno, só ocorrerá na medida que elas se integrarem ao processo de auto-regulação próprio ao indivíduo. O que isto quer dizer? Quer dizer que, embora as regulações em situação escolar se situem sempre em uma dinâmica sócio-cognitiva, devemos considerar seu papel na aprendizagem, do ponto de vista das construções cognitivas elaboradas e exploradas por cada indivíduo nesta situação. Em outras palavras, a autora propõe a recuperação da importância da auto-regulação no funcionamento cognitivo de cada sujeito no contexto interacional.

Portanto, do ponto de vista da pesquisa sobre a RP, isto significa a proposta de um método que integre à análise das regulações cognitivas uma análise dos processos comunicacionais das interações (Fávero, 2000). Em outros termos, estamos defendendo, que, um método para o estudo da RP que gere subsídios para a prática de ensino da Física, deve considerar a análise das regulações cognitivas de sujeitos em situação de RP, em função de um campo conceitual específico -no caso, a Física- conforme a abordagem de Vergnaud (1990), numa situação de interação social, de modo a se viabilizar a análise destas regulações, a partir dos processos comunicacionais desta interação.

Como sabemos, uma das abordagens privilegiadas para o estudo das regulações tem sido a *metacognição*, sobretudo entre os pesquisadores anglo-saxões, mas, como veremos, a tendência hoje, na Psicologia do Desenvolvimento Cognitivo é analisá-la do ponto de vista dos conceitos propostos por Piaget, sobretudo aquele da *tomada de consciência*.

Na Psicologia, o termo metacognição vem sendo empregado em referência ao conjunto de conhecimento e compreensão que reflete sobre a própria cognição (ver Yussen, 1985, por exemplo), e seu estudo busca entender como o indivíduo lança mão de um conhecimento estratégico nos estágios de planejamento e monitoramento para atingir objetivos da atividade cognitiva (Brown, 1982). Ou seja, o termo é empregado para designar o conhecimento que o sujeito possui sobre seus próprios processos de pensamento e sobre os dos outros (em referência à expressão “*cognition about cognition*”), assim como o controle que ele exerce sobre seus próprios processos cognitivos (Fávero, 2000).

Quem primeiro fez uso do termo “metacognição” foi Flavell (1976), definindo que “*a metacognição se refere ao conhecimento do sujeito de seus próprios processos cognitivos, de seus produtos e de tudo que se relaciona a isto... A metacognição diz respeito ao controle (monitoramento) ativo e à resultante regulação ou orquestração destes processos em função dos objetos cognitivos ou dos dados sobre os quais eles se referem, habitualmente, para alcançar um objetivo concreto*” (p. 232)

O consenso entre os autores que estudam a metacognição é o de que as relações entre metacognição e cognição são complexas e as fronteiras entre elas não são fáceis de definir. Os conhecimentos e experiências metacognitivas não são considerados, na sua “natureza fundamental”, como qualitativamente diferentes das intenções e ações cognitivas do sujeito. Uma das distinções sugeridas seria em termos de seu “conteúdo” e de sua “função”: os primeiros diriam respeito aos

processos cognitivos e os segundos, aos objetos do pensamento e, de outro lado, sua “função” de explicitação destes mesmos processos também seria diferenciada (Flavell, 1981, em Fávero, 2000).

Segundo esta idéia, o campo da metacognição compreende duas dimensões essenciais: os conhecimentos metacognitivos e as regulações metacognitivas.

A primeira dimensão foi analisada em vários artigos (Flavell, 1979; Flavell, 1981; Flavell & Wellman, 1977), nos quais foi apresentada uma distinção entre “os conhecimentos metacognitivos” relativos às pessoas, às tarefas e às estratégias, que são as representações na memória a longo prazo, e as “experiências metacognitivas”, que refletem a tomada de consciência (idéias, pensamentos, sentimentos, sensações) dos processos cognitivos em ação.

Outro consenso é que os conhecimentos “conceituais” (ou cognitivos) e os conhecimentos “metacognitivos” se diferenciam por seus objetos, mas os dois corpos de conhecimento estão em interação contínua, resultado de uma instância comum de *construção* (Alexander, Schaller & Hare, 1991).

Trazendo esses consensos para a situação escolar em 1978, Ann L. Brown e colaboradores desenvolveram estudos sobre a regulação cognitiva, postulando três funções da regulação metacognitiva: 1) o planejamento a ser empreendido; 2) o controle (ou monitoramento) das atividades em desenvolvimento; 3) a verificação dos resultados em função dos critérios de eficiência ou eficácia. Tais funções se desenvolvem frequentemente, de modo implícito e automatizado, mas quando o aluno encontra dificuldades ou é confrontado a uma situação nova, há a tendência de ocorrer uma tomada de consciência. Para Brown (1978), a capacidade de saber “quando”, “onde” e “como”, exercer uma regulação explícita de sua atividade cognitiva, está no centro do desenvolvimento das competências metacognitivas do aluno.

Segundo Fávero (2000), hoje, considerando o que foi dito acima, alguns pesquisadores, como é o caso de Linda Allal e Madelon Saada-Robert (1992), da Universidade de Genebra, têm proposto uma reflexão sobre a metacognição, a partir de três conceitos - chave defendidos por Piaget e seus colaboradores: *a tomada de consciência, a abstração refletida e as regulações*.

Desta articulação, estas pesquisadoras propõem quatro graus de explicitação das regulações, dos quais três dizem respeito à tomada de consciência: as regulações implícitas, integradas ao funcionamento cognitivo, das quais o sujeito não tem consciência; as regulações acessíveis à consciência e explicáveis, isto é, aquelas que o sujeito seria capaz de explicitar se lhe fosse solicitado, ou se as exigências da tarefa provocassem nele um esforço de explicitação; as regulações explicitadas, das quais o sujeito tem consciência, sobre as quais ele opera com intencionalidade, e das quais ele fala com o outro; as regulações instrumentalizadas, que se apoiam sobre um suporte externo ao pensamento do sujeito e que, deste fato, podem conferir aos processos mentais de regulações um poder mais amplo, em termos de durabilidade temporal, leveza, generalidade. A instrumentalização das regulações podem se basear em um suporte que o sujeito produz para ele mesmo (por exemplo, um plano preparado pelo aluno antes de redigir um texto), ou num suporte vindo de outra pessoa (por exemplo, uma lista de critérios fornecidos pelo professor para a realização de uma tarefa).

Segundo Fávero (2000), essas autoras reservam a qualificação de “*cognitiva*” aos *mecanismos de regulação*, considerados, sobretudo na teoria piagetana, sob seus aspectos estruturais e conceituais do desenvolvimento em geral, enquanto que a qualificação “*metacognitiva*” é reservada às *regulações funcionais*, ativadas segundo graus variados de *consciência* numa situação de aprendizagem, e servindo à gestão dos procedimentos desenvolvidos pelo sujeito.

Para Piaget a *tomada de consciência* “aparece em todos os aspectos como um processo de conceituação reconstruindo e depois ultrapassando, no plano da semiotização e da representação, o que foi adquirido no plano dos esquemas de ações” (Piaget, 1974, p. 271). No seu desenvolvimento funcional, ela se dá primeiro sobre os objetivos e resultados da ação. Como diz Piaget, a tomada de consciência “procede da periferia ao centro... Nós não definiremos a periferia nem pelo objeto, nem pelo sujeito mas pela reação, a mais imediata e exterior do sujeito face ao objeto: utilizá-lo segundo um objetivo... e tomar ato do resultado obtido... A tomada de consciência, partida da periferia (objetivos e resultados), se orienta em direção das regiões centrais da ação assim que ela procura atingir o mecanismo interno desta: reconhecimento dos meios empregados, razão de sua escolha ou de sua modificação em curso, etc.” (Piaget, 1974, p. 263).

Trata-se, em outras palavras, de um movimento de *internalização a partir da ação* que conduz, segundo as palavras de Piaget (1974), “ao plano de ação refletida, a uma consciência dos problemas a resolver e, de lá, aos meios cognitivos (e não mais materiais) empregados para resolvê-los. É o que notamos várias vezes quando perguntamos à criança como ela veio a descobrir este ou aquele procedimento: enquanto os mais novos se limitam a contar suas ações sucessivas (e mesmo no início a reproduzir com gestos e sem palavras), elas usam, em seguida, expressões tais como “eu vi que ... eu me disse que... ou eu então tive a idéia de..., etc”.

Portanto, no seu aspecto explícito, a tomada de consciência como resultado de um processo de conceituação, pode se apresentar sob várias formas:

- 1) sob a forma de simples repetição de uma ação antes efetuada com o intento de perseguir um objetivo e tomando em seguida significação de ação-simulação;
- 2) sob a forma verbal a respeito da seqüência linear das ações efetuadas;
- 3) sob a forma verbal refletida, isto é, em um nível mais elaborado e mais explícito.

Na análise de Allal & Saada-Robert (1992) os trabalhos sobre a metacognição se referem, prioritariamente, a esta 3ª forma (Fávero, 2000).

É preciso ter em conta que a tomada de consciência dos objetivos, dos meios e de suas relações, dizem respeito às *regulações ativas* que comportam as escolhas intencionais. Ela deve ser diferenciada da tomada de consciência mais elementar relativa ao resultado da ação nas regulações automáticas, onde apenas o sucesso ou o fracasso são considerados; neste último caso, o papel metacognitivo da tomada de consciência como motor da evolução é menos importante, uma vez que ela não comporta reações sobre o encadeamento final dos meios.

Na verdade para Piaget, conceitualmente não haverá tomada de consciência, a não ser quando ela diz respeito ao encadeamento dos modos de agir, seja por antecipação, seja por retroação. No entanto, Piaget vê a possibilidade de diferenciar vários graus de tomada de consciência, dependentes do grau de sua integração às estruturas profundas inconscientes e do grau de sua automatização. Segundo suas próprias palavras: “... é duvidoso que uma ação de sucesso após regulações automáticas seja totalmente inconsciente... A conceituação se constitui em um processo propriamente pois ela não é imediata e, se há um processo, seu grau de consciência deve variar” (Piaget, 1974, p. 270).

O que se tem, então, em outros termos, e no nosso entender isto é fundamental para o estudo da resolução de problemas, são dois pólos, a saber, implícito-explícito, que relacionam-se aos processos de *internalização e externalização*. Para Karmiloff-Smith (1986) há oposição entre os pólos implícito-explícito, mas também há continuidade entre eles. Ou seja: se a *internalização* é uma dimensão importante da tomada de consciência, construindo-se a partir dos observáveis, o movimento inverso de *externalização*, isto é, da passagem do implícito ao explícito, ele também

tomado como uma construção, desempenha um papel essencial na compreensão da metacognição. Com certeza esta questão discutida por Karmiloff-Smith, que relaciona os processos de internalização e externalização com os polos do implícito-explícito está, por sua vez, relacionada à aquisição da lógica de um campo conceitual e da lógica de seu sistema de representação, o que é fundamental para o processo de ensino- aprendizagem em qualquer área do conhecimento.

Colocado em outros termos, enquanto processo de internalização partindo da “periferia” (leitura dos resultados da ação e das propriedades dos objetos) e indo em direção ao “centro” (conceituação por parte do sujeito), a tomada da consciência necessita da abstração empírica e da abstração refletida, mas por oposição à abstração refletida, que resta implícita, a tomada de consciência é fonte de conhecimento explícito. Ou seja: *enquanto explicitação, podemos compreender a tomada de consciência como um processo de externalização ligado ao processo de organização metacognitiva sobre o conhecimento das relações entre objetivos e meios, o que inclui as operações, regras e procedimento que conduzem ao objetivo.*

De acordo com a análise de Allal & Saada-Robert (1992) é o conceito de *regulação*, que permite considerar a metacognição sob um novo ângulo, e isto porque:

1) as regulações desempenham um papel importante na ultrapassagem das estruturas, ou seja, na possibilidade do sujeito construir novos observáveis sobre os objetos, isto é, de tomar consciência e de identificar as lacunas, perturbações ou contradições possíveis;

2) o caráter fundamentalmente construtivo das regulações em psicologia genética deveria permitir considerar a metacognição como um *mecanismo duplo de construção*: aquele que assegura a formação de operações de controle (tais como as operações de antecipação, de controle e de ajustamento) e aquele que regula a construção de formas explícitas das representações a partir de suas formas implícitas.

A tese central de Allal & Saada-Robert (1992) é a de que Piaget, em sua análise estrutural do desenvolvimento, trata dos mecanismos da metacognição, uma vez que trata da tomada da consciência e das regulações, e considera-os como *organizadores internos* relativos ao fechamento das estruturas, ao seu caráter de estado final, e ao seu componente conceitual.

Assim, Fávero (2000) retoma os três componentes identificados por Allal & Saada-Robert (1992) no que diz respeito às operações de regulação que intervêm no funcionamento cognitivo do sujeito em um determinado “espaço de trabalho”, ou situação problema: as representações, as operações de regulação, os processos de produção. Nesta linha de pensamento, tais componentes, não apenas interagem entre si, como interagem com o conhecimento prévio do sujeito, em referência a um campo conceitual (Vergnaud, 1990b).

As representações, ou rede de representações, são vistas como elaboradas pelo sujeito através da relação que ele estabelece entre as características externas da tarefa (instrução, material colocado à disposição, condições de trabalho, etc.) com os conhecimentos já adquiridos (conhecimentos ou “know-how” potencialmente pertinentes), o que lhe permite uma certa organização para o conjunto de sua atividade face à tarefa ou problema.

Neste sentido, são os processos de produção, isto é, a elaboração de seqüências de passos organizados em procedimentos que asseguram a realização efetiva da tarefa. A natureza dos processos de produção é, evidentemente, variável de acordo com o campo de conhecimento específico e de acordo com a estrutura e a complexidade da tarefa. Para Allal & Saada-Robert (1992) as operações de regulação *se situam como uma espécie de interface entre as representações e os processos de produção, articulando-as.*

Considerando este referencial teórico e considerando a situação interacional que pressupõe uma sala de aula, estamos defendendo a tese segundo a qual, como já dissemos antes, para que se possa gerar subsídios para a prática de ensino da Física através do estudo da resolução de problemas, este deve ser desenvolvido segundo um método que ultrapasse a idéia de transmissão nos processos comunicacionais da situação de sala de aula, para adotar a idéia de interlocução, o que implica, portanto, que seja centrado numa situação de interação social de modo a evidenciar as regulações cognitivas dos sujeitos e sua tomada de consciência em função de um campo conceitual particular -a Física- e a análise destes processos, a partir da produção e dos processos comunicacionais desenvolvidos nesta interação.

Ora, isto requer, como defende Fávero (2000), que se lance mão de um aporte teórico que dê conta da análise da comunicação, considerando como sugere Vion (2000), o sujeito que fala, de modo a ultrapassar as teorias lingüísticas que reduzem a comunicação aos mecanismos estruturais ou a simples fenômenos de transmissão, para adotar a noção de enunciado numa teoria da interlocução. Isto significa, como assinala este autor, considerar as estratégias da comunicação, o que por sua vez implica considerar a existência de diferentes níveis de estratégias.

Metodologicamente, nossa tese implica, portanto, na consideração uma interação particular: aquela entre um especialista (o professor) e um novato (o aluno), na qual o especialista tutora o outro durante a resolução, se colocando como interlocutor e co-autor.

Para dar conta dos níveis de estratégias desta interlocução, Fávero (2000) recorre à proposta de Blanchet & Chabrol (1999), que inspirados na perspectiva de Vion (2000), defendem que o estudo das interações supõe uma descentração epistemológica que coloca em evidência os elementos fundadores que não podem ser referidos nem aos objetos, nem ao sujeito. Para estes autores, tais elementos, que em última análise são os “atos da fala”, participam na constituição de espaços psicológicos situados e contextualmente dependentes. Esta tese implica, segundo Chabrol & Bromberg (1999), que na análise dos processos comunicacionais em uma interação, os “atos da fala” tornam-se “inter-atos da fala”, e no qual cada um se encontra em um sistema de regras e de deveres.

Assim, na análise da interação, considerar os “atos da fala” significa, para Chabrol & Bromberg (1999), dar conta das contribuições dadas por cada sujeito na interação, assim como os processos de construção e de atribuição de significados. Portanto, para esses autores, um “ato da fala” é um ato de comunicação que consiste na relação entre um projeto de ação comunicacional e de um enunciado lingüístico que serve de suporte para a intencionalidade da ação. Para o enunciatador trata-se, a partir da ação comunicacional, de obter a adesão a um julgamento, a compreensão de uma explicação e, assim, de produzir um ou mais enunciados que tornam manifesto para o outro sua intenção, de acordo com o contexto e com o contrato de comunicação. Para o endereçado trata-se, a partir do tratamento lingüístico do enunciado, completado pelos conhecimentos anteriores necessários, de reconstituir através de uma interpretação inferencial a intenção mais pertinente, tendo em conta o contexto, o contrato e os meandros da comunicação.

Estes autores propõem uma categorização dos “atos da fala” segundo diferentes esferas, ressaltando, porém que, “...é preciso ter em conta que o número de atos de base não é nem fixa, nem finita. Por outro lado queríamos mostrar que estas esferas formam as classes primitivas a partir das quais todas as classificações diferentes podem ser engendradas e todos os atos categorizados” (Chabrol & Bromberg, 1999, p. 298). São cinco as grandes esferas de categorização propostas por eles:

- 1) Esfera da informação: todo ato da palavra que visa descrever, categorizar, definir. Ter em conta os objetos do mundo e sua relação, de maneira não avaliativa, tais como: informar, exemplificar, exemplificar, confirmar, infirmar, retificar, explicitar, citar.
- 2) Esfera da avaliação: todo ato da palavra que marca por uma modalidade, uma “atitude” do locutor exprimindo um julgamento de valor ou uma apreciação sobre os objetos ou estados do mundo, tais como: avaliar, tomar posição, dar um aviso, validar, justificar, criticar.
- 3) Esfera da interação: todo ato da palavra que visa a co-elaboração das identidades dos parceiros e a co-gestão das suas relações segundo a situação, o contrato de comunicação e os riscos para melhorá-los ou colocá-los em discussão, tais como cumprimentar, desaprovar, acusar, reconhecer, (se)escusar, complementar, informar, desmentir, desafiar, atenuar/acentuar, contestar.
- 4) Esfera acional : todo ato da palavra que visa propor a fazer, incitar a fazer, exortar a fazer, se engajar no fazer, declarar, onde quando dizer é igual a fazer, tais como: propor, incitar, exortar, se engajar, declarar.
- 5) Esfera contratual: todo ato da palavra que tem por função gerar ou regular a comunicação em função dos objetivos e jogos de ações e do contrato de comunicação, da gestão do contrato, das distâncias entre os objetivos, da duração das interlocuções, dos objetos temáticos e de sua pertinência, dos tipos de discussões; dos direitos e deveres de contato, do encadeamento das contribuições; da gestão das atividades e tomada da palavra.

Do ponto de vista metodológico trata-se de identificar, na situação de resolução de problemas, as categorias para a análise dos atos da fala, categorias estas que poderão ser particulares, uma vez que os processos comunicacionais farão referência, prioritariamente, a significados particulares relacionados a um campo conceitual particular (Vergnaud, 1981).

Em resumo, a proposta de Fávero (2000) que estamos retomando aqui, defende, para o estudo da RP, a criação de uma situação de interação segundo uma dimensão desenvolvimental, o que significa intervir nas operações de regulação de tal modo que o processo de produção seja revisto pelo indivíduo, em função do campo conceitual particular, e isto resulte na reelaboração das ações e produtos: para se avançar, tanto teórica, como metodologicamente, isto implica na adoção de um modelo de análise como o que estamos propondo e que, em última análise, explicita os dois componentes de uma intervenção: de um lado, o processo de tomada de consciência, por parte do sujeito, da relação entre os seus próprios processos de regulação cognitiva, sua produção e um campo conceitual específico de conhecimento e, de outro lado, o processo de tutoramento viabilizado por um procedimento particular de interação.

Este é o objeto da segunda etapa do nosso projeto de pesquisa, ao qual fizemos referência no início. Estamos analisando os dados sobre a resolução de problemas de Física, obtidos por meio de uma situação de tutoramento desenvolvida na interação social entre um especialista e um novato.

Os resultados preliminares apontam para a pertinência da proposta, na medida em que possibilita a análise das regulações cognitivas e a tomada de consciência do campo conceitual envolvido e, portanto, gera implicações para a discussão da prática de ensino.

Tabela 1 – Categorização das pesquisas em Resolução de Problemas em Física.

Ano País, Fonte, Autor	Nível de Escolaridade do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão Investigada	Metodologia	Resultados/Conclusões
1977, EUA, SE (LINN, M.C.) 01	Médio	Teoria de Piaget e Processamento da Informação	Mecânica e Magnetismo	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: a influência das características da tarefa no desempenho.	<p>≪ Análise de duas tarefas usadas pela primeira vez por Inhelder e Piaget e de outras duas desenvolvidas no Lawrence Hall of Science: 1) Tarefa do Pêndulo (Inhelder e Piaget, 1958); 2) Problema da Rampa (Wollman, 1976); 3) Experimento do carro (Linn e Thier, 1975); 4) Magnetismo invisível : as 16 operações binárias (Inhelder & Piaget, 1958).</p> <p>≪ Os fatores que emergem nessa análise são discutidos em termos da teoria de Piaget e em termos do planejamento e da avaliação do currículo de educação em ciências.</p>	<p>≪ O aparato concreto usado para explicar os conceitos científicos pode, às vezes, simplificar ou não. Questões que organizam o procedimento para o sujeito, tornam a tarefa mais simples; o professor pode ajudar o aluno a resolver uma tarefa particular questionando-o neste sentido.</p> <p>≪ Nem sempre é fácil determinar a sofisticação de uma resposta em relação à outra: o professor deve estar ciente das respostas possíveis e responder aos estudantes individualmente, com base em seu padrão de raciocínio individual.</p> <p>≪ As declarações verbais dos estudantes não fornecem informações suficientes para entender o seu padrão de raciocínio: há necessidade de se obter informações de várias fontes diferentes e combiná-los para caracterizar um padrão de raciocínio.</p>
1979, EUA, EISE (LARK, J.H., REIF, F.) 02	Universitário	Processamento da Informação	Mecânica	Diferenças entre especialistas e novatos frente a RP.	<p>≪ 5 problemas são propostos para um especialista e um novato, solicitando-se para “ pensar em voz alta”.</p> <p>≪ Análise de protocolos verbais e o registro de cada solução de problema incluindo as anotações dos sujeitos e a transcrição dos seus comentários verbais gerou modelos na forma de “programas” que produziram, como resultado, os passos para uma solução de problema, que diferenciam os novatos dos especialistas.</p>	<p>≪ Novatos: descrição matemática; identifica princípios relevantes e os aplica individualmente para gerar equações; combina as equações para eliminar quantidades indesejáveis.</p> <p>≪ Especialistas: descrição física qualitativa detalhada do problema; relação com o método; descrição matemática detalhada; resolução do problema.</p>

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolaridade do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1980, EUA, EJCE (LINN, M.C.) 03	Médio	Teoria de Piaget	Questões de raciocínio lógico	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: a importância de examinar a informação que é processada por certos mecanismos de raciocínio lógico.	<ul style="list-style-type: none"> ≠ Estudo dos fatores que influenciaram se os sujeitos empregaram ou não o mecanismo de controle de variável em um problema: relevância da variável, objetivo percebido pelo experimentador e saliência da variável (fatores contextuais). ≠ Cada fator (que poderia ser obstáculo para a generalização das estratégias de raciocínio lógico) foi investigado com uma atividade prática diferente. ≠ A relação entre esses fatores e a teoria piagetiana é explorada. 	<ul style="list-style-type: none"> ≠ Pesquisa sugere que o ensino do raciocínio lógico pode acontecer desde que uma situação apropriada seja selecionada, envolvendo uma familiarização não só das variáveis do problema, mas também das expectativas do comportamento das mesmas. ≠ Algumas pessoas recusam-se a raciocinar quando sua experiência prévia com as variáveis sob investigação é incompleta o resultou de expectativas incorretas no passado.
1981a, Brasil, RBF (PEDUZZI, L.O.Q.,	Universitário	Teoria de Ausubel, Novak e Hanesian	Mecânica	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: a influência da estrutura cognitiva na RP.	<ul style="list-style-type: none"> ≠ Os sujeitos, selecionados após três avaliações, como apresentando bom aproveitamento na Técnica de Associação Escrita Dirigida de Conceitos (TAEC), foram submetidos à análise multidimensional e de agrupamentos hierárquicos (AMD e AAH). 	<ul style="list-style-type: none"> ≠ Diferentes estruturas cognitivas, tal como evidenciadas por técnicas de mapeamento cognitivo (AMD e AAH) resultam em diferentes desempenhos na solução de problemas.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolaridade do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1981b, Brasil, RBF. (PEDUZZI, L.O.Q., MOREIRA, M.A.) 05	Universitário	Teoria de Gagné; Teoria de Ausubel .	Mecânica	Estratégias para a RP: avaliação dos efeitos de um treinamento sistemático baseado num procedimento particular no desempenho da RP.	<p>⌘ Grupo experimental submetido a um treinamento baseado em 11 passos: 1) Ler o problema com atenção; 2) Listar os dados fornecidos (expressando em notação simbólica); 3) Listar as grandezas incógnitas (em notação simbólica); 4) verificar a homogeneidade das unidades das grandezas envolvidas; 5) Representar a situação-problema por desenhos ou diagramas; 6) Colocar e orientar o sistema de referência para facilitar a solução do problema; 7) Escrever uma equação que represente a lei ou princípio envolvendo a grandeza incógnita, adequada a situação problema; 8) Obter grandezas que não são conhecidas, das quais depende a determinação da incógnita; 9) Desenvolver o problema literalmente, fazendo as substituições numéricas só ao final; 10) Desenvolver as etapas do problema com clareza; 11) analisar o resultado (se é fisicamente aceitável).</p> <p>⌘ Grupo experimental e controle submetidos a pré e pós-testes e um levantamento de opinião referente à RP.</p>	<p>⌘ Não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre o desempenho do grupo experimental e o grupo controle.</p> <p>⌘ O treinamento revelou-se limitado para os problemas que exigiam maior transformação do conhecimento adquirido.</p>
1981, EUA, JRST (FULLER, R.G., THORNTON, M.C.)	Universitário	Teoria de Piaget	Ciências (proporção)	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: investigação da utilização do raciocínio proporcional na RP.	<p>⌘ Estudo longitudinal;</p> <p>⌘ Instrumento: Problemas de raciocínio proporcional, apresentados de formas diferentes.</p> <p>⌘ As respostas dos estudantes foram categorizadas quanto ao nível de raciocínio intuitivo, aditivo, tentativa de uso de proporção, uso efetivo de proporção (fórmula) e conversão.</p>	<p>⌘ Os estudantes universitários usam várias abordagens para os problemas de proporção; o raciocínio aditivo é usado indevidamente com muita frequência; os professores universitários não devem assumir que mesmo os problemas mais óbvios de proporção, levarão ao uso do raciocínio proporcional em todos os estudantes; a forma de apresentação do problema influencia o uso do raciocínio proporcional.</p>

Ano País, Fonte, Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão Investigada	Metodologia	Resultados/Conclusões
1982, EUA, SE (CHIAPPETTA, E.L., RUSSELL, J.M.)	Médio	Teoria de Piaget e Taxonomia de objetivos educacionais de Bloom	Ciências da Terra	Proposta de procedimento didático: comparação entre dois procedimentos didáticos para a RP(convencional e procedimento particular baseado na relação entre teoria e aplicação), e sua relação com o nível de desenvolvimento do raciocínio lógico.	Experimentação em três fases:1) os sujeitos são submetidos a 14 sessões sobre ciências da terra, aleatoriamente distribuídas entre 4 professores de ciências. 2) cada grupo de cada professor era aleatoriamente submetidas ou ao procedimento convencional (discussões guiadas pelo professor, através de questões sobre compreensão; no laboratório os conceitos eram revistos e verificados), ou ao procedimento de RP (as discussões, relacionadas às instruções de sala de aula eram guiadas pelo professor, com questões direcionadas à aplicação e análise); 3) os sujeitos são submetidos ao teste “How’s your logic?” que foi usado para acessar o pensamento lógico segundo uma perspectiva Piagetiana.	<p>≈ grau de pensamento lógico foi responsável por 15% da variação de êxito no conteúdo abordado: a competência intelectual parece ser mais influente nesse aspecto do que o procedimento didático.</p> <p>≈ Não há integração entre tratamento (procedimento convencional ou procedimento de RP) e pensamento lógico.</p> <p>≈ Não se confirmaram as expectativas dos autores de haver uma interação que favorecesse o êxitodos estudantes que possuíssem a menor quantidade de habilidade de pensamento lógico.</p>
1983, Canadá, JRST (ROSS, J., MAYNES, F.) 08	Fundamental	Processament o da Informação	Ciências	Estratégias para a RP: avaliação do desempenho em RP (em situação de laboratório) após um procedimento didático de base instrucional.	<p>≈ Grupo experimental: sujeitos submetidos a um programa intrucional, baseado nos processos utilizados por cientistas bem sucedidos: 1) Desenvolva um foco para investigar (ou formule uma hipótese); 2) Estabeleça uma estrutura para investigar (ou organize uma coleção de dados); 3 Registre os dados; 4) Julgue a adequação dos dados; 5) Observe relações entre os dados; 6) Retire as conclusões; 7) Extrapole as conclusões (generalize).</p> <p>≈ Pré e pós-teste: grupo experimental e controle submetidos a testes de múltipla escolha e questões abertas/fechadas.</p>	<p>≈ O programa foi mais efetivo em melhorar o desempenho na tarefa de desenvolver um foco (ou questão) do que em estabelecer uma estrutura para o experimento.</p> <p>≈ Efeitos mais visíveis ocorreram nas respostas de problemas fechados e abertos do que nas respostas dos de múltipla escolha.</p> <p>≈ Apesar dos ganhos modestos, recomenda-se que se utilize os programas nas sextas séries.</p>
1983, Espanha, EC (GIL PEREZ, D.) 09	--	Concepção construtivista da aprendizage m	--	Proposta de procedimento didático.: a RP pela investigação	Discussão e proposta de um modelo de procedimento didático para a RP centrado nas recomendações: 1) o problema deve ser apresentado em enunciados que obriguem o aluno a desenvolver tarefas investigativas; 2) atribuir papel relevante à análise qualitativa; 3) enfatizar o papel das hipóteses na RP; 4) incentivar diferentes estratégias na RP; 5) promover a discussão dos resultados.	O modelo pretende mostrar a necessidade, e a possibilidade, de um novo paradigma de ensino de Ciências, que integre a investigação educativa. Tal paradigma consiste basicamente em um ensino de Ciências de acordo com a própria investigação científica.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1983, Espanha, EC (AGUIRRE de CARCER, I.)	Médio	Piaget	Conteúdo de livros de Física	Fatores que influenciaram na RP em sala de aula: comparação entre o nível dos esquemas de raciocínio utilizados para introduzir a Física, pelos livros das escolas secundárias e o nível apresentado pelos alunos.	Análise das explicações de textos de Física de escolas secundárias espanholas utilizando esquema classificatório de categorias "concreta" e "formal" Simultaneamente, alunos dessas escolas submeteram-se a teste de determinação de evolução intelectual (Longeot, 1968); resultados de testes de compreensão das explicações contidas em texto foram confirmados com entrevistas clínicas.	A maioria dos livros introduz a Física usando esquemas de raciocínio formal; somente 17,8% das explicações dos livros são acessíveis ao raciocínio concreto e a maioria das explicações exige níveis de raciocínio superiores aos apresentados pelos alunos.
1983, Espanha, EJSE (GIL PEREZ, P., MARTINEZ)	Médio	Concepção construtivista da aprendizagem	Mecânica	Proposta de procedimento didático: estratégias de ensino que reflitam devidamente o processo e a natureza da investigação.	A proposta de procedimento didático fundamenta-se nos seguintes aspectos: 1) deve ser realizado o estudo qualitativo da situação e enfatizar o papel das hipóteses; 2) possíveis estratégias para resolver o problema devem ser planejadas à luz do estudo qualitativo já realizado e do conhecimento teórico disponível; 3) resolução do problema, com o incentivo para um alto grau de verbalização; 4) análise dos resultados obtidos.	O modelo pretende transformar a resolução de problemas tanto quanto possível em uma tarefa investigativa. Pretende guiar os alunos em relações aos aspectos metodológicos da resolução de problemas.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1983, EUA, SE (OSBORNE, R.J., WITTRICK, M.C.) 12	Fundamental	Teoria de Piaget e Processamento de Informação (Gagné e White, 1978)	Ciências	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: a importância, para a aprendizagem, das concepções que crianças de todas as idades, trazem consigo para as aulas de Ciências.	<p>⚡ Evidências de trabalhos recentes atestam: 1) a importância das idéias prévias das crianças sobre conteúdos de Ciências; 2) as crianças frequentemente passam nos testes sem mudar suas concepções.</p> <p>⚡ Proposta: modelo de aprendizagem generativo buscado na psicologia cognitiva e pesquisa sobre o cérebro (modelo de aprendizagem generativo de Wittrock – 1974), onde a motivação, atenção relativa e reconstrução de idéias na memória de longo prazo são os fatores relevantes.</p> <p>⚡ Defende a tese de que a criança desenvolve idéias sobre seu mundo, significados para palavras usadas em Ciências, estratégias para obter explicações sobre como e porque as coisas se tornam como são, muito antes de serem submetidos ao ensino de Ciências.</p> <p>⚡ Trabalho desenvolvido a partir de resultados de pesquisas de outros autores. Não há experimentação.</p>	<p>O programa de ensino-aprendizagem deve incluir várias atividades, dentre elas:</p> <p>⚡ É necessário ajudar o aluno a gerar as estruturas de conhecimento apropriadas e a desenvolver a habilidade de construir significados para problemas os quais podem ser ligados a essas estruturas.</p> <p>⚡ Em termos do modelo generativo de aprendizagem é pertinente: ligar mais claramente a instrução na qual se desenvolve o entendimento em Ciências em direção a resolução de problemas; explorar a extensão e o tipo de problemas que podem ser resolvidos por modelos científicos particulares; encorajar estratégias que capacitem os alunos a construir significados para os problemas (construir diagramas a partir de informação verbal, considerar explicitamente as afirmações que deverão ser feitas para aplicar um modelo particular...)</p>
1983, EUA, SE (NOVAK, J.D., GOWIN, D.B., JOHANSEN, GT)	Médio	Aprendizagem significativa de Ausubel, Novak, Taxonomia de Bloom	Ciências	Proposta de procedimento didático: avaliação uso do V de Gowin heurístico e dos mapas conceituais.	<p>⚡ Dois grupos: experimental (recebia instrução para utilização dos mapas conceituais e de V's de Gowin); controle (não recebia esta instrução).</p> <p>⚡ Instrumento: teste da “garrafa de vinho”.</p>	<p>1) Os estudantes de nível médio podem aprender a usar os mapas conceituais e as estratégias de mapeamento do V junto com os programas regulares de Ciências. Os resultados mostram que uma alta performance nos mapas conceituais e um mapeamento do V menos extenso requerem habilidades e/ou motivação diferentes daquelas medidas por testes padronizados ou exames típicos de sala de aula.</p> <p>2) O desempenho dos alunos em novos problemas sugerem que as estratégias (mapas e V's) são úteis para melhorar o desempenho em RP.</p>

Ano País, Fonte, Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão Investigada	Metodologia	Resultados/Conclusões
1984, Brasil, CCEF (PEDUZZI,	Universitário	Não cita	Mecânica (movimento de projéteis)	Verificar se o bom rendimento em RP é indício de compreensão conceitual.	Calouros do curso de Engenharia, foram submetidos, após três aulas sobre movimento de projéteis, à uma atividade de RP: lista de exercícios elaborada em aula, individualmente ou em pequenos grupos, sob a supervisão do professor.	<p>≠ A combinação de movimentos, no movimento de projéteis, não é bem compreendida pelos alunos. As questões propostas foram precedidas da solução correta dos problemas: nem sempre a solução correta significa compreensão conceitual.</p> <p>≠ Cabe ao professor estimular o aluno a questionar os problemas que resolve, incluindo questões que o levem a pensar sobre seu procedimento de resolução.</p>
1984, Espanha, EC (PERALES PALACIOS, F.J., CERVANTES	Universitário	Cita trabalhos diversos em RP	Mecânica	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: verificar a influência do conhecimento prévio do resultado.	Sujeitos divididos em 2 grupos, e cada um dividido em dois subgrupos, um grupo experimental e um controle. Os grupos experimentais foram submetidos a uma prova de avaliação consistente com a resolução de 2 a 3 problemas de Física, com conhecimento da solução e os de controle, sem este conhecimento.	<p>≠ O conhecimento prévio do resultado do problema leva os alunos a falsear o processo de RP para chegar à resposta desejada.</p> <p>≠ No contexto do experimento, não houve diferença estatística significativa entre grupo experimental e controle, quanto ao planejamento do problema e sim para a solução atribuída a ele, para os dois grupos.</p>
1984, EUA, JRST (STAVAR, J.R., PASCARELLA, E.T.)	Universitário	Teoria de Piaget	Ciências	Proposta de procedimento didático: 1) Os métodos e/ou formatos respondem por uma fração estatisticamente significativa da variância na performance dos sujeitos em uma tarefa piagetana de raciocínio? 2) Essa resposta é similar ou diferente, através dos níveis dos métodos e formatos?	Os sujeitos foram submetidos à uma tarefa piagetiana, em 16 sessões distintas, apresentada segundo 4 diferentes procedimentos: 1) entrevista clínica individual; 2) apresentação da tarefa ao grupo, seguida de um problema de papel e lápis com ilustração; 3) administração ao grupo de um instrumento de papel e lápis com ilustração; 4) administração ao grupo de instrumento de papel e lápis sem ilustração. Cada procedimento incluía 4 formatos diferentes: 1) completar a resposta com justificativa; 2) completar a resposta com múltipla escolha e justificativa; 3) resposta de múltipla escolha com justificativa; 4) resposta de múltipla escolha com justificativa de múltipla escolha.	<p>≠ Não houve diferença estatisticamente significativa no desempenho dos sujeitos nem pelo método nem pela forma de administração da tarefa.</p> <p>≠ As recomendações são para que os professores administrem cuidadosamente este tipo de tarefa, utilizando vários métodos e formatos, identifiquem o desenvolvimento através dos padrões usados pelos indivíduos e pela instrução para encorajar o raciocínio e a realização mais avançados.</p>

Ano País, Fonte, Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão Investigada	Metodologia	Resultados/Conclusões
1984, EUA, JRST (LARKIN, J.H., RAINARD, D.B.) 17	Universitário	Processament o da Informação	Hidrostática	Estratégias para a RP: o raciocínio desenvolvido durante a realização de tarefas complexas; construção de um modelo de processamento de RP.	4 fases: A) protocolos de 12 estudantes de Física submetidos a 3 problemas de Hidrostática, após leitura de um livro-texto; B) construção de um modelo de processamento de RP com os componentes: 1) uma representação do conhecimento do solucionador sobre o problema, que muda e cresce através dos esforços de solução; 2) regras que descrevem a atividade do solucionador enquanto elabora a representação do problema; 3) um “intérprete” que seleciona essas regras em uma seqüência particular para produzir uma série de passos que levaram à solução. C) estudantes iniciantes do curso de Química, após estudarem o método de conversão de unidades em mol, tentaram fazer conversões idênticas, em forma. D) análise de protocolos.	O modelo de sistema de produção esclarece porque os estudantes podem falhar para resolver problemas, mesmo quando tenham lido cuidadosamente o texto relevante. Os problemas podem requerer conhecimento que não está no texto. A dificuldade do estudante pode estar na falta do conhecimento extra, como a habilidade de reconhecer relações espaciais entre dois objetos reais (níveis do fluido no tubo em U) e objetos físicos (vetores força).
1984, Venezuela, EC (SEBASTIÁ, J.M.) 18	Universitário	Pesquisas sobre as pré- concepções científicas	Mecânica (Clássica)	Proposta de procedimento didático: baseado na descrição, interpretação e explicação das origens cognitivas da Física intuitiva, desenvolvida espontaneamente pelos estudantes na Mecânica Clássica (particularmente em força e movimento).	345 universitários submetidos a entrevistas clínicas do tipo piagetiano, onde se apresentava ao estudante uma situação definida (6 situações físicas que mostravam a evolução de um objeto ao longo do tempo) frente à qual ele é auxiliado a fazer enunciados que revelem aspectos de sua forma de raciocínio. Os resultados são comparados com os de outros e agrupados segundo critérios considerados relevantes.	<p>≠ Os resultados revelam que as interpretações dos estudantes a cada uma das situações físicas são altamente compartilhadas por eles, mas não coincidem com a interpretação cientificamente aceita.</p> <p>≠ Os resultados confirmam que o marco interpretativo dos estudantes permanece praticamente inalterado pelo ensino formal.</p> <p>≠ O autor considera que os elementos que deveriam ser reorientados em sua forma ou função são: 1) livro de texto; 2) professores; 3) método de avaliação da aprendizagem.</p>

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1985, Espanha, EISE (GIL PEREZ, D., CARRASCOSA, A.J.) 19	Médio e Universitário	Modelo de investigaçãop ara a RP, adotando estratégias que que reflitam convenient mente o processo e a natureza da investigação científica	Mecânica	Proposta de metodologia didática: reforça a necessidade de converter o modelo da mudança conceitual em um modelo de mudança conceitual e metodológica	Com base em uma análise de trabalhos anteriores, propõem um modelo para a RP que adota uma visão de metodologia científica que está em concordância com as concepções metodológicas que são correntemente aceitas. Não há experimentação.	A abordagem proposta tenta transformar a RP em uma tarefa de investigação; destina-se a guiar o aluno em relação aos aspectos metodológicos da RP. Suas principais características são: 1) estudo qualitativo da situação e formulação de hipóteses; 2) planejamento de possíveis estratégias de RP à luz estudo qualitativo já realizado e do conhecimento prévio disponível; 3) resolução do problema com um alto grau de verbalização (a ser encorajado); 4) análise dos resultados obtidos.
1985, Venezuela, EISE (BASCONES, J., NOVAK, J.D.)	Médio	Aprendizagem significativa de Ausubel	Física introdutórias de escolas secundárias	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: avaliar se sistema instrucional elaborado de acordo com a teoria de aprendizagem de Ausubel aumenta as habilidades de resolução de problemas de Física em estudantes de escola secundária.	5 fases: 1) Elaboração de 2 sistemas instrucionais: um baseado na teoria de Ausubel (conteúdo seqüenciado do mais geral para o particular, para servir de ancoragem para a aprendizagem subsequente; uso de mapas conceituais na discussão da RP) e outro tradicional; 2) os sujeitos foram estratificados quanto aos níveis intelectuais similares; 3) o grupo experimental foi submetido ao 1º sistema e o grupo controle ao 2º ; 4) habilidades em RP foram medidas por padrão de raciocínio usados na RP; 5) foram realizadas entrevistas individuais para obter informações adicionais sobre o padrão de raciocínio utilizado pelos estudantes.	<ul style="list-style-type: none"> ≠ grupo experimental teve escores significativamente mais altos que o grupo de controle. ≠ A compreensão verbal é variável importante que afeta o processo cognitivo na RP. ≠ A correlação negativa entre compreensão verbal e atitude frente à ciência e à RP parece refletir a discrepância observada por muitos estudantes entre o que é exigido para ser aprovado no curso e o que se requer para um efeito positivo como resultado da compreensão genuína do assunto.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1985, Austrália, EJSE (GARNETT, P.J., TOBIN, K., SWINGLER, D.G.)	Médio	Teoria de Piaget	Ciências	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: investigação dos padrões de raciocínio usados por uma amostra de estudantes de escola secundária; investigação da relação entre tais padrões e o aproveitamento dos estudantes.	<p>≈ Os sujeitos foram submetidos ao “Test of Logical Thinking” (TOLT) (Tobin e Copil, 1981), para avaliação do raciocínio proporcional, controle de variáveis, raciocínio probabilístico, correlacional e combinatório.</p> <p>≈ Análise quantitativa dos resultados.</p>	<p>≈ A maioria dos alunos das escolas secundárias não usam padrões de raciocínio formal numa situação de RP; a escolarização aumenta gradualmente o nº de estudantes aptos a usar o raciocínio formal; alunos que não o fazem têm menos chance de serem bem sucedidos na escola.</p> <p>≈ coeficiente de correlação entre teste de raciocínio e seleção de conteúdo em Ciências (Física) é positivo: estudantes com poucas habilidades em raciocínio evitam conteúdos de Ciências em geral e de Física em particular.</p> <p>≈ Os professores devem conhecer os estágios de desenvolvimento dos seus alunos, e estabelecer uma demanda cognitiva de cada conteúdo no planejamento da instrução; a Educação em Ciências deve priorizar o desenvolvimento de padrões de raciocínio formal.</p>
1986, Inglaterra, EC (DRIVER, R.) 22	Universitário e Médio	Psicologia Cognitiva: Teoria do Processament o de Informação vista como teoria construtivista	Mecânica (força e movimento)	Proposta de procedimento didático: investigação dos seguintes aspectos associados ao ensino e a aprendizagem em mecânica: 1) os esquemas conceituais utilizados pelos alunos; b) a transformação estes esquemas; 3) as implicações para a aprendizagem.	Proposta de procedimento didático baseado na perspectiva da aprendizagem construtivista fundamentada em uma revisão de trabalhos sobre concepções de alunos em Mecânica: 1) identificação de idéias prévias dos alunos (os esquemas conceituais); 2) discussão das idéias prévias através de contra exemplos; 3) introdução dos conceitos; 4) utilização das novas idéias em um amplo leque de situações.	<p>≈ Os últimos estudos sobre a forma como ocorre a aprendizagem sugerem um mudança na forma e nas estratégias usadas para ensinar no sentido de que os estudantes sejam impulsionados a construir seus próprios significados.</p> <p>≈ É necessário considerar seriamente a necessidade de um currículo que não suponha com os alunos compreendem uma teoria em sua forma mais elaborada desde a primeira vez que lhes é ensinada.</p>

Ano País, Fonte, Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão Investigada	Metodologia	Resultados/Conclusões
1986, Israel, SE (GORODETSKY, M., HOZ, R., VINNER, S.)	Médio	Piaget, Siegler e Richards	Mecânica (velocidade)	Proposta de procedimento didático: baseado em sistemas hierárquicos de estratégias para a solução de um tipo específico de RP de velocidade.	<p>≈ Tentativa de responder as seguintes questões: 1) quais as estratégias utilizadas?; 2) quais as similaridades e diferenças cognitivas entre diferentes estratégias de solução?; 3) quais as relações entre os conceitos de distância, velocidade e tempo usados para resolver problemas de velocidade?</p> <p>≈ 2 fases: análise da resolução desenvolvida por estudantes submetidos a dois problemas sobre velocidade, distância e tempo, aparentemente similares, mas de soluções e dificuldades diferentes; 2) construção de um sistema hierárquico de soluções de problemas com base nas componentes semânticas e do domínio específico do problema.</p>	<p>≈ Integrar componentes adequadamente para resolver um novo tipo de problema, levou a uma variedade de soluções; os resultados validam a distinção entre as dimensões física e matemática do processo de solução.</p> <p>≈ sistema hierárquico dos modelos de solução se presta a caracterizar os processos de solução e o conhecimento conceitual e procedimental subjacentes: podem ser um instrumento de diagnóstico útil para os professores usarem em sala de aula.</p> <p>≈ A construção do sistema hierárquico dos modelos de solução com base nas componentes semânticas e de conteúdo específico é um passo além da mera classificação dos erros e/ou soluções. Sua aplicação a outros tipos de problemas pode levar a melhor entendimento dos processos de solução e a uma generalização desses processos.</p>
1986, EUA, JRST (STAVER, J.R.) 24	Fundamental	Teoria neopiagetian a de Pascual- Leone	Ciências Tarefa de Inhelder e Piaget: “Bending Rods Problems”	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: os efeitos do formato e do número de variáveis independentes no problema, em uma tarefa de raciocínio com controle de variáveis .	548 alunos (para os quais controle de variáveis era uma tarefa complexa) foram submetidos, em classe, à tarefa de separar e controlar as variáveis para determinar o efeito de uma delas no problema, apresentado pelo experimentador através da montagem do aparato e identificação de cada uma das variáveis envolvidas (“Bending Rods Problems”, Inhelder e Piaget, 1958).	<p>≈ Acrescentar variáveis independentes a um problema de raciocínio com controle de variáveis leva a uma sobrecarga da memória de trabalho. O professor de Ciências deve utilizar métodos de instrução que reduzam essa sobrecarga.</p> <p>≈ O efeito do formato está relacionado com o grau de sobrecarga na memória de trabalho. Formatos diferentes de avaliação terão consequências diferentes na avaliação do raciocínio.</p>

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1987, Inglaterra, IJSE (GARRET, R.M.) 25	--	--	--	Revisão das pesquisas, predominantemente européias, sobre RP	Análise e discussão dos resultados de pesquisa em RP com o propósito de ampliar os conceitos e prover uma base sobre a qual possa se basear um consenso sobre a RP. A natureza da RP, criatividade e originalidade.	<p>≠ Os trabalhos em RP na área de Educação em Ciências, geralmente são difusos e desarticulados; poucos se referem a criatividade ou originalidade como característica do ensino de ciências.</p> <p>≠ Os professores de Ciências, devem reconhecer a complexidade da RP e dos conceitos de criatividade e de originalidade que ela engloba.</p> <p>≠ Os professores de Ciências precisam ser bons descobridores de problemas e criativos: hábeis para reconhecer situações proveitosas e próprias para serem usadas em sala de aula.</p>
1987, Índia, IJSE (MOHAPATRA, J.K.) 26	Médio e Universitário	Cita Piaget, estudos de Gil Pérez e Torregrosa (1983) e Gagné (1962)	Mecânica (movimento)	Estratégias para a RP: proposta de um modelo para a RP, que fornece os principais domínios do “processo de conhecimento” na atividade de resolução de problemas em Física.	<p>≠ Hipóteses: I – Alunos resolvem problemas: a) mecanicamente; b) aplicando métodos fracos (meio e fim); c) pedindo ajuda aos seus pares ou ao professor; d) aplicando métodos fortes (procurando problemas similares em outros livros). II – Trabalhando muitos problemas, o aluno desenvolve a habilidade de saber o que deve ou não fazer. Este “conhecimento do processo” é, portanto, auto-educativo.</p> <p>≠ 20 alunos do curso médio 20 do bacharelado foram submetidos a um problema sobre movimento, com a instrução de fazer uma leitura cuidadosa do problema e de redigir todos os pensamentos que lhes ocorriam durante a resolução Foi solicitado que “pensassem alto”. Foi feito registro em áudio, que foram analisadas, comparando os dois grupos.</p>	<p>≠ Análise dos procedimentos adotados pelos alunos na RP pode dar indicações definidas de seus “conhecimentos do processo”.</p> <p>≠ O grupo dos “bacharéis” mostrou maior “conhecimento do processo” mesmo sem uma revisão do conteúdo, sugerindo que o modelo proposto é efetivo.</p> <p>≠ É sugerido: a proposição de problemas num nível mais profundo, em relação ao domínio do processo; minimizar a condição de um exercício mecânico, desenvolvendo o conhecimento específico do processo ao enfatizar a observação, identificação e análise.</p>

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1987, USA, JRST (REIF, F.) 27	Universitário	Processament o de Informação	Mecânica (aceleração)	Proposta de procedimento didático: a utilização de computadores como ferramentas para a pesquisa em projetos instrucionais e para a implementação de um ensino mais efetivo.	3 fases: 1) estudantes submetidos a aulas sobre o conceito de aceleração por 2 meses; 2) pré-teste: estudantes submetidos a entrevistas individuais constando de 5 questões sobre o conceito de aceleração; diagnóstico dos próprios erros; diagnóstico dos erros dos outros; 3) pós-teste: estudantes submetidos a entrevistas constando de 5 questões com respostas declaradamente fornecida por outras pessoas, nas quais se solicitava que se usassem algum método para decidir se as respostas estavam corretas ou não.	As instruções (limitadas) dadas aos estudantes foram suficientes para: permitir que eles interpretassem o conceito de aceleração corretamente em quase todos os casos, para bloquear a evocação das concepções alternativas previamente exibidas e para detectar e diagnosticar deficiências nas interpretações dos seus conceitos e dos outros.
1987, EUA, JRST (GOOD, R.) 28	--	Inteligência Artificial	Ciências	Estratégias para a RP: relação entre inteligência artificial, instrução por computador e educação em Ciências	Análise e proposta baseada no paradigma da Ciência Cognitiva e Inteligência Artificial em trabalhos de simulação cognitiva – ICAI: “Intelligent Computer Assisted Instruction”, especificamente para aplicação no diagnóstico da “situação” do aprendiz em RP.	<p>≠ processamento da informação “de cima para baixo” e de “baixo para cima”, ajuda o indivíduo a dar sentido à nova informação (realimentação contínua).</p> <p>≠ Vantagens da estratégia: instrução individualizada (tutor – máquina x aprendiz); resultados positivos comprovados com sistemas diagnósticos em medicina (MYCIN, desenvolvido para prover informações a médicos sobre o tratamento de doenças infecciosas).</p>
1987, EUA, JRST (LAWSON, A.E.) 29	Fundamental	Teoria de Piaget, teoria neo-piagetiana de Pascual-Leone, estudos de Johnson-Laird sobre a relevância do conteúdo no raciocínio lógico.	Ciências	≠ Fatores que influenciam a RP em sala de aula: a aquisição da lógica hipotético-dedutiva por adolescentes.	Delineamento experimental em 4 fases: 1) os sujeitos foram classificados segundo seu nível de desenvolvimento, por meio de um teste escrito, seguido de um teste que avaliou a dependência ou não entre conteúdo e a capacidade mental. 2) pré-teste; 3) uma instrução mínima; 4) dois pós-testes, com intervalo de um mês. Instrumento: “problema das quatro cartas”	<p>≠ O desempenho nos dois pós-testes está significativamente relacionado com o nível de desenvolvimento do sujeito: os sujeitos no nível operacional formal apresentaram mais sucesso que aqueles do nível operacional concreto.</p> <p>≠ Aparentemente alguns adolescentes adquiriram estruturas mentais que lhes permitiam raciocinar consistentemente, com lógica proporcional, sob condições apropriadas.</p> <p>≠ conteúdo das tarefas de lógica não se mostrou decisivo no desempenho dos adolescentes. A familiaridade com o conteúdo específico é, sem dúvida, necessária para a internalização de padrões de raciocínio.</p> <p>≠ Recomenda-se que os professores utilizem métodos de trabalho de múltiplas hipóteses, onde o aluno é encorajado a assumir uma delas, buscando meios de falsear as demais.</p>

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte <i>Teórico</i>	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1987, Brasil, CCEF (PEDUZZI, L.O.Q.) 30	Universitário	Pesquisas sobre formas de representação dos alunos e concepções conceituais espontâneas.	Mecânica	Proposta de procedimento didático: Discussão de problemas onde a solução correta contrasta com as idéias intuitivas dos alunos.	<p>≈ Estudantes calouros do curso de Engenharia são questionados em de sala de aula, sobre a resolução dada por eles, a 2 problemas de mecânica cujas soluções corretas contrastam com as suas idéias intuitivas.</p> <p>≈ Os alunos realizam um teste escrito de múltipla escolha com justificativa, em seguida realizam o experimento relativo à situação, onde é promovida uma discussão ampla e, finalmente, resolvem com formalismo adequado.</p>	<p>≈ Tanto a mudança conceitual como a mudança na atitude do aluno em relação à solução de problemas são bastante lentos.</p> <p>≈ As observações ao longo do trabalho revelam que: a) o aluno sofre um impacto natural ao constatar que suas intuições “não são corretas” e isto o confunde; b) o aluno não está acostumado a questionar: nem os problemas nem as respostas; c) muitos alunos não se sentem estimulados a aprender Física; d) os alunos freqüentemente apresentam muitas dificuldades em RP.</p>
1988, Espanha, IJSE (ALTÉS, A.S., MERCÉ, M.M.)	Universitários	Método científico proposto por Sanchez (1985)	Mecânica (Pêndulo Simples)	Proposta de procedimento didático: o uso, por parte dos alunos, de uma metodologia baseada no método científico para configurar hipóteses “a posteriori”.	2 fases: 1) Proposta de um método didático para RP composto por três fases diferindo em níveis hierárquicos: fenomenológico, hipotético e teórico (nesse modelo, a hipótese “a posteriori”, será a explicação da lei experimental); 2) os sujeitos eram submetidos a uma situação problema (oscilação de um pêndulo), seguida de questões colocadas pelo pesquisador.	<p>≈ Os alunos têm dificuldade em usar uma metodologia baseada no método científico para formular hipóteses “a posteriori”.</p> <p>≈ O procedimento se mostrou adequado para se obter informações epistemológicas sobre modelos conceituais usados durante o processo de aprendizagem dos estudantes de 19-21 anos.</p> <p>≈ A maioria dos estudantes não sabe aplicar as leis de Newton a um sistema tal como o pêndulo simples.</p> <p>≈ O método científico com todos os seus processos, não pode ser utilizado em todos os níveis educacionais.</p>
1988, Holanda, IJSE (KRAMERS-PALS, H., PILOT, A.)	--	Processamento de Informação	Ciências	Proposta de procedimento didático.	Análise de resultados de pesquisas para a defesa de um procedimento particular para a didática da RP.	<p>Quatro linhas de ação são apresentadas para ensinar a resolver problemas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analise as dificuldades dos alunos. 2. Desenvolva um sistema de heurísticos. 3. Selecione e monte “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.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1988, Espanha, EC (GIL PEREZ, D. MARTINEZ TORREGROSA, J. SENENT PEREZ, F.)	Universitário (professores)	Concepção construtivista da aprendizagem	Mecânica	Proposta de procedimento didático: para intervenção junto a professores com proposta de RP pela investigação	Procedimento de intervenção junto a professores de Física desenvolvido em sessões de trabalho, estruturadas em pequenos grupos, iniciada pela proposição de uma situação problema que gera erro e promove uma discussão sobre a didática habitual da RP.	<p>≠ O procedimento se presta ‘a tomada de consciência: os professores apontam suas deficiências, e sentem a necessidade de uma reestruturação profunda da didática de RP. Conclui-se que cabe ao professor: 1) apresentar problemas cujos enunciados tratem de situações problemáticas abertas e levem o aluno ‘a tarefas de investigação; 2) orientar o aluno a atribuir um papel relevante à análise qualitativa do problema; 3) enfatizar o papel das hipóteses na RP; 4) incentivar diferentes estratégias na RP; 5) promover a discussão dos resultados entre os alunos.</p> <p>≠ Defende-se que a tradução dos enunciados habituais em situações abertas é capaz de gerar atividades características de um tratamento científico dos problemas e seus aspectos mais criativos, favorecendo o sucesso na RP, e mudança nas concepções sobre a Física.</p>
1988, Inglaterra, EC (GARRET, R.M.) 34	--	Filosofia da Ciência (Kuhn e Popper)	Ciências	Proposta de procedimento didático, segundo 3 questões: 1) razão da importância da RP na escola? 2) o que devemos entender por RP? 3) quais as implicações da RP para ensino de Ciências?	Da análise da Filosofia da ciência, defende-se que um enfoque em RP supõe os seguintes procedimentos: 1) estimular a compreensão real dos aspectos do problema, permitindo o uso da originalidade; 2) fomentar uma verdadeira formulação de hipóteses, fortalecendo uma atitude mais aberta, flexível e realista frente às descobertas da Ciência e às limitações do processo científico.	<p>≠ A RP é um processo presente na vida cotidiana e nos campos específicos da Ciência e Tecnologia.</p> <p>≠ Deve-se encontrar um equilíbrio na administração de problemas em classe (problemas abertos, fechados, quebra-cabeças), permitindo um ensaio através (e não à margem) dos processos científicos.</p>

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte <i>Teórico</i>	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1988, EUA, SE (MALONEY, D.P.) 35	Universitário	Ciência Cognitiva, (metáfora da mente como um sistema de processamento de informação)	Mecânica (movimento de projétil)	Diferenças entre especialistas e novatos: comparação entre os aspectos das regras dos estudantes para tratar com situações relativas à movimento de projéteis, e aqueles gerados por especialistas..	4 fases: 1) Sujeitos submetidos a uma tarefa (questões relacionadas a 28 itens referentes a dois problemas sobre lançamento de projéteis, apresentados em duas formas ligeiramente diferentes). 2) justificativas dos sujeitos para o raciocínio desenvolvido; 3) leitura registrada em áudio da produção em 1 e 2, pelo pesquisador junto com cada estudante; 4) análise dos dados baseada na comparação entre as seqüências de respostas geradas pelos sujeitos, e as seqüências ideais para cada possível regra.	<p>≠ desempenho dos novatos reforça a tese segundo a qual eles consideram aspectos irrelevantes, em detrimento dos relevantes.</p> <p>≠ O uso de “regras” pelos novatos não considera o conceito de movimento.</p> <p>≠ As regras que os estudantes trazem consigo, interferem na utilização das regras apropriadas. Informações detalhadas sobre a natureza das regras dos estudantes, seria útil para auxiliá-los na aprendizagem dos procedimentos apropriados.</p>
1988, Brasil, CCEF (FUZER, W.B)	Médio	Operações de pensamento de Louis Raths	Mecânica (MRU) e Termodinâmica (leis dos gases)	Proposta de procedimento didático: utilização de situações de experimentação para estabelecer relações entre grandezas físicas.	Comparação entre o desempenho dos alunos de 1ª e 2ª séries do 2º grau, submetidos a uma proposta didática num roteiro constando de uma introdução, uma atividade experimental e questões de reflexão (conclusão).	<p>≠ Alunos da 1ª série apresentaram mais resistência a proposta do trabalho, mas a resistência pode diminuir com o tempo e com a participação de outras disciplinas.</p> <p>≠ Os alunos da 2ª série apresentam um desenvolvimento acentuado das habilidades envolvidas, demonstrando prazer.</p>
1989, Espanha, EC (FURIO MAS, C.J., GIL PEREZ,	Universitário	Concepção construtivista da aprendizagem	Ciências	Proposta de procedimento didático: fundamentação teórica atualizada para a formação de professores.	Não descreve experimentação da proposta, apenas prescreve os tópicos para programas de cursos de formação de professores: estudo da construção e aprendizagem de conceitos; papel das concepções prévias dos alunos; gênese histórica e individual dos conceitos; familiarização com o trabalho científico com ênfase na RP; importância das atitudes diante da Ciência e sua aprendizagem.	O autor defende que uma autêntica formação docente ao professorado de Ciências, deve incluir a RP.
1989, Colômbia, EC (ZALAMEA GODOY, E., PARIS	Universitário (professor atuando no nível médio em curso de capacitação)	Gil Perez (concepção construtivista da aprendizagem)	Mecânica	Estratégias para a RP: a relação entre o conhecimento em mecânica de professores de nível médio em curso de capacitação e a RP.	<p>≠ 4 Fases: 1) sujeitos submetidos a dois problemas sobre leis de Newton; 2) discussão em pequenos grupos, dos problemas propostos de forma preditiva; 3) desenvolvimento do experimento e reavaliação das predições iniciais; 4) exposição das concepções científicas dos coordenadores do curso e aplicação às situações estudadas.</p> <p>≠ Não há descrição de avaliação experimental da proposta</p>	Os autores sugerem as seguintes questões para reflexão: o conhecimento de Física dos professores, a resolução de “problema típico” para interpretar uma situação concreta, a inclinação dos professores de valorizar a “fórmula” acima da lei ou princípio; o fracasso na assimilação de um determinado aspecto das Ciências Naturais como resultado da falta de reflexão crítica sobre essas informações.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1990, Espanha e Inglaterra, IJSE (GARRET, R.M. e cols)	Universitário (professores em serviço e formandos)	Concepção construtivista da aprendizagem	Mecânica (Cinemática)	Proposta de procedimento didático: proposta com finalidade de alterar as crenças e pré-concepções dos professores de Física sobre a RP que interferem nas suas atividades em sala de aula.	3 fases: 1) Os sujeitos foram submetidos a um pré-questionamento sobre suas idéias e crenças, e as pré-concepções sobre RP; 2) os sujeitos assistiram a um seminário de 3 dias, elaborado basicamente para produzir uma “reflexão descondicionadora” sobre a RP; 3) os sujeitos foram submetidos a um e pós questionamentos e exercícios que foram analisados.	<p>≠ curso promoveu mudanças marcantes nas visões dos professores formandos em serviço com relativa facilidade como resultado das discussões coletivas e não de algum modelo didático.</p> <p>≠ Os autores sugerem a RP tratada como investigação científica, para evitar o fracasso nessa atividade.</p>
1991, França, IJSE (JOSHUA, S., DUPIN, J.J.)	Médio	Processamento de Informação	Eletrodinâmica (circuitos elétricos)	Diferenças entre especialistas e novatos: quais os fatores que diferenciam o sucesso e o fracasso em RP em aula de Física .	3 fases: 1) Estudantes franceses (15-16 anos) foram observados em aulas de Física, sobre “circuitos elétricos” por um período de 1 ano. 2) foram analisados os testes escritos realizados durante o período de observação; 3) A discussão entre os professores foi gravada na ocasião em que os resultados dos testes eram conhecidos (Os estudantes tiveram dificuldades? Se tiveram, com respeito a que? Quais estudantes?)	O ponto principal que difere os estudantes “médios” dos “bons” quanto ao desempenho é a própria “dificuldade implícita dos exercícios”. Portanto, a diferença no desempenho, não é devido a uma orientação pedagógica incorreta dos professores e sim ‘as dificuldades conceituais e procedimentais reais, principalmente dos estudantes “médios”, para quem uma melhoria nos métodos de ensino da Física poderia ter a maior importância.
1991, Portugal, EC (NETO, A.J.) 41	Médio (predominantemente)	Teoria de Ausubel, Vygotsky , modelo de processamento de informação, Piaget e Gagné .	Conteúdo de Física do ensino médio	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: informações conceitual, verbal e procedimental e nível de desenvolvimento cognitivo.	<p>≠ Análise dos estudos sobre a influência de fatores psicológicos pertinentes ao desempenho em RP de Física.</p> <p>≠ Descrição dos fatores: conhecimento conceitual do aluno; informação verbal; estratégias cognitivas e metacognitivas conhecidas pelo aluno; memória de trabalho; organização do conhecimento na memória de longo prazo.</p>	A RP em Física ao invés de ser encarada como uma atividade rotineira e monolítica, deve ser encarada como uma tarefa complexa e multidimensional; sem a mudança da prática de sala de aula dos professores, a mudança conceitual dos alunos dificilmente ocorrerá.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1991, França, EC (SALTIÉL, E.) 42	Médio	Piaget	Ondas e Termodinâm ica	Proposta de procedimento didático: ênfase na importância dos exercícios qualitativos como recursos para o ensino e avaliação.	Dois questionários contendo, cada um, o mesmo problema com versões diferentes foram aplicados, um após o outro, em 32 alunos de um curso pré universitário ≈ 1º questionário: EQF (exercícios qualitativos funcionais), que trata com uma relação entre três magnitudes físicas a qual permite prever o sentido da variação de uma delas, conhecendo as variações das outras duas. ≈ 2º questionário: EQN (exercício quantitativo numérico), que trata com uma fórmula que permite calcular numericamente uma magnitude, a partir do conhecimento dos valores numéricos das outras duas.	Os EQF permitem conscientizar o aluno, das associações que estabelecem as relações físicas do problema. Os EQF são, ao mesmo tempo, recursos de ensino e de controle. Tais exercícios são factíveis de serem introduzidos no ensino, com benefícios para os alunos e para os programas.
1991, EUA, JRST (MCMILLAN, C., SWADENER, M.)	Universitário	Cita Processament o de Informação	Eletricidade (eletrostá- tica)	Diferenças entre especialistas e novatos: determinação do nível de pensamento qualitativo exibido na RP de Física .	3 fases, sendo a 1ª e a 2ª registradas em áudio: 1) os sujeitos foram observados resolvendo, em voz alta, um problema de eletrostática em sessões de observação individual, onde podiam usar qualquer auxílio (livros de texto, notas de aula, etc...), usar qualquer abordagem e usar o tempo que fosse necessário; 2) depois da resolução cada sujeito explicou o problema e seus aspectos qualitativos; 3) análise do registro para identificar padrões de procedimentos usados na RP e a presença de métodos de RP qualitativos e não quantitativos.	≈ Resolver problemas numericamente são significa entendê-los qualitativamente. Uma solução numérica de um problema em qualquer situação é inútil sem algum conhecimento conceitual e interpretativo do que aquela questão significa. ≈ Mesmo os “bons alunos” entre os estudantes do curso introdutório de Física não usam raciocínio qualitativo significativo ou conceitualizam a situação na RP.
1991, Brasil, CCFE (VILLANI, A.) 44	Universitário (professores do nível médio)		Conteúdo de Física do nível médio	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: reflexões sobre a constatação da necessidade de atualização dos conhecimentos dos professores.	Analisando sua experiência em cursos de atualização (ou formação) de professores, o autor defende a urgência de se detectar o maior número possível de dificuldades dos professores (ou futuros professores) no que concerne a RP.	As dificuldades que os professores encontram na RP podem ser : a) durante a fase de esquematização do problema, (dificuldades em delinear as características relevantes do fenômeno analisado; b) na fase de resolução (incapacidade de introduzir as simplificações que tornem o problema efetivamente manipulável; c) incapacidade de articular os instrumentos de resolução (o professor conhece os princípios e as relações que devem ser utilizados mas desconhece a complementariedade dos vínculos que os princípios impõem, perdendo a oportunidade de explorar suas conseqüências).

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1992, Espanha, EC (ALONSO, M. e cols) 45	Médio	Modelo construtivista pela investigação	Mecânica (predominan- temente)	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: : analisar o papel e as características da avaliação no modelo de ensino por investigação; delinear novos sistemas de avaliação coerentes com o modelo e testar sua efetividade.	Análise comparativa entre 470 perguntas de 73 exames habituais, propostas por 47 professores e 150 perguntas de 32 exames de 15 professores que utilizaram o modelo de investigação. Os 150 exames abarcavam todos os níveis de ensino médio.	≈ 95, 7% das atividades incluídas em avaliações habituais são coerentes com modelo de exposição de conteúdos e favorecem aprendizagem repetitiva enquanto 21, 2% das atividades propostas pelos professores familiarizados com modelo de investigação mostram baixa percentagem em atividades repetitivas. ≈ Escassa presença de atividades envolvendo as relações Ciência/Tecnologia/Sociedade e ausência total de atividades auto-reguladoras.
1992,, Brasil, EC (LANG DA, 46)	Universitário	Técnicas de ensino conceitual (mapas) Novak, Gowin	Mecânica	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: comparação da capacidade de estudantes em perguntas conceituais e não conceituais.	Hipótese: Domínio dos conceitos é condição necessária mas não suficiente para a RP. Foram comparados resultados de exames de aplicação (RP) e exames conceituais para alunos de engenharia.	≈ Estudo corrobora a hipótese de que a aprendizagem de conceitos é extremamente importante para a aprendizagem da Física, mas não é suficiente. ≈ Resolver problemas implica capacidade cognitivas que extrapolam a simples aplicação de fórmulas.
1992,, EUA, JRST (BARbA, R.H., RUBBA, P.A.) 47	Universitário (professores em serviço e em formação)	Processament o da Informação Gagné (especificam ente)	Ciência da terra e do espaço	Diferenças entre especialistas e novatos: conhecimento declarativo, procedimental e estrutural dos professores em formação e em serviço.	30 professores em formação (novatos) e 30 professores em serviço (especialistas) foram comparados segundo quatro áreas: a) habilidades mentais gerais; b) conhecimento declarativo; c) níveis de conhecimento declarativo de Gagné; d) uso de conhecimento procedimental quando engajados em tarefas típicas do currículo de Ciências da terra e do espaço.	Há diferenças significativas entre os especialista e novatos quanto às suas habilidades mentais gerais em seu conhecimento declarativo, procedimental e estrutural. Os especialistas: a) resolvem os problemas com mais acurácia; b) verbalizam mais conhecimento declarativo em situações de RP; c) usam poucos passos; d) geram mais sub-rotinas para resolver problemas; e) geram mais caminhos alternativos para a solução; f) movem-se menos entre o conhecimento procedimental e o declarativo. Os resultados apóiam as teorias de Norman (1982): os novatos acrescentam informações, estruturam novos conhecimentos na memória; os especialistas já passaram da fase de estruturação e trabalham no modelo de aprendizagem “de ajuste fino” do conhecimento.
1992, Brasil, RBEF (PEDUZZI, L.O.Q. e cols)	Universitário	Aprendizagem m significativa de Ausubel	Mecânica	Proposta de procedimento didático: modificação da atitude em RP de Física, por meio de material escrito.	≈ Avaliação de um texto de Mecânica centrado nas concepções espontâneas, na história da Mecânica e na atitude dos alunos em relação em RP de Física. ≈ 24 alunos e foram submetidos ao texto seguido de questionários sobre o conteúdo do texto, problemas, entrevistas e observações em aula.	O texto apresentou receptividade, principalmente em relação aos aspectos históricos. No que se refere aos problemas os resultados sugerem que o melhor desempenho médio dos alunos pode ter sido consequência do texto. Os problemas abertos são potencialmente úteis na aprendizagem da Física. As limitações do estudo estão no reduzido número de alunos e na falta de um grupo de controle.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1992, Espanha, França e Brasil, CCEF (GIL PEREZ, D. e cols)	Universitário (aperfeiçoamento de professores)	Proposta construtivista	Mecânica	Proposta de procedimento didático: questionamento da didática habitual da RP e elaboração de propostas alternativas.	<p>≍ Aplicação de uma proposta em seminários sobre RP com professores de ensino médio em curso de aperfeiçoamento: 1) ênfase nos “verdadeiros problemas” para os quais não se tem resposta a priori (problemas abertos); 2) estratégia de investigação envolvendo a consideração da situação, seu estudo qualitativo; 3) elaboração de hipóteses e de explicações de possíveis estratégias de solução; 4) verbalização durante a RP; 5) análise dos resultados.</p> <p>≍ Não há avaliação da proposta.</p>	A proposta pretende chamar a atenção sobre certos “vícios didáticos”, como a tendência de usar operativismos cegos ou pensar em termos de certezas, o que se traduz em não pensar em possíveis caminhos alternativos de resolução ou em não por em dúvida e analisar os resultados.
1992, 6 países da América Latina, CCEF GRUPO de TRABALHO	Universitário (professores em formação)	Construção do conhecimento científico pela RP.	Conteúdo geral da Física	Proposta de procedimento didático: recomendações sobre RP na formação de professores de Física.	Descrição da proposta sobre a relação entre a RP e a formação do professor elaborada na V Reunião Latino-Americana sobre Educação em Física: 1) Papel do docente: planejador do programa de investigação pela RP; facilitador; orientador; aprendiz. 2) Recomendações: redação clara do problema; estimulação do aluno para apresentar problemas; análise da inter-relação empregada na RP; seleção de problemas relacionados à situações reais; utilização de problemas abertos e fechados.	<p>≍ Defende-se que os problemas e sua resolução deveriam incorporar-se como um enfoque do currículo e não só como estratégia e/ou avaliação (interpretação tradicional).</p> <p>≍ Nessa perspectiva, o aluno em seu duplo papel de aluno/aluno docente deveria comprometer-se amplamente com problemas e situações problemáticas participando ativamente tanto de sua solução quanto de sua proposição.</p>
1993, EUA, IJSE (BARBA, R.H.,	Universitário (professores de nível médio)	Gagné e Norman	Ciências da terra e do espaço	Diferenças entre especialistas e novatos: habilidade em RP entre professores especialistas e professores novatos.	3 fases: 1) os sujeitos foram individualmente entrevistado e solicitados a resolver problemas, numa sessão de 45 minutos, gravada em áudio, e observada; 2) as anotações dos entrevistadores e as anotações dos sujeitos foram anexadas à transcrição; 3) a análise dos dados foi realizada segundo o “Modified Merrill Procedural Task Analysis Instrument” (Merrill, 1987)	Há diferenças estatisticamente significativas entre especialistas e novatos quanto às suas habilidades em RP. O especialista traz mais conhecimento declarativo para o problema; usa menos passos para resolvê-los; gera mais sub-rotinas; gera mais soluções alternativas; move-se menos entre o conhecimento declarativo e o procedimental.
1993, África e Escócia, IJSE (JOHNSTONE, A.H.)	Universitário e Médio	Processamento da Informação	Problemas de Física com diferentes demandas em termos de capacidades exigidas	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: comparação entre a resolução de problemas de Física por estudantes dos níveis médio e universitário.	A relação entre formas diferentes de proposição do problema e desempenho: sujeitos de início e final de curso, submetidos a 5 formas de apresentação do mesmo problema..	O melhor desempenho ocorreu nas formas em que o texto era acompanhado de um diagrama e na forma bem estruturada, onde os passos para a solução eram explícitos (diminuindo a carga na memória de trabalho); a forma de propor o problema é importante: em algumas, podemos estar testando não só o conteúdo como os aspectos psicológicos (espaço da memória de trabalho)

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1993, Espanha, EC (PERALES PALACIOS, F.J.)	--	--	--	Revisão sobre a RP em Ciências e Matemática.	Análise das publicações segundo: a definição e classificação dos problemas; as variáveis a considerar na RP; a perspectiva histórico-psicológica; a perspectiva empírica.	Sugestão de perspectivas futuras na área: as variáveis importantes para a RP; os tipos de estratégias para a resolução de problemas de diferentes naturezas; a integração da RP em uma perspectiva construtivista de ensino e aprendizagem; a diferenciação entre trabalhos práticos e RP; o lugar da RP na avaliação; a incorporação dos resultados das investigações nos manuais da RP.
1993, Espanha, EC (GIL PEREZ,	--	Concepção construtivista da aprendizagem	--	Proposta de procedimento didático: ênfase na mudança conceitual, considerando a relação entre a natureza da Ciência e a natureza da aprendizagem.	Análise das grandes tendências inovadoras em ensino de Ciências, para a defesa de que que aproximar a aprendizagem das ciências da atividade científica, constitui-se em um fio condutor na transformação do ensino de ciências.	A importância de delinear a aprendizagem como tratamento de situações problemáticas aparece como uma das implicações fundamentais das concepções atuais sobre história e filosofia da Ciência; a aprendizagem de matérias científicas como investigação é valorizada positivamente pelos professores; o tratamento científico dos problemas é uma tarefa coletiva e não individual.
1993, EUA, JRST (MESTRE, J.P. e cols) 55	Universitário	Processamento de Informação	Mecânica	Estratégia para a RP: as mudanças no comportamento em RP que resulta da prática de análises qualitativas dos problemas que integram princípios, conceitos e procedimentos.	3 fases: 1) sujeitos submetidos a pré-teste (contendo 7 problemas de mecânica); 2) sujeitos divididos em 3 grupos frente a 25 problemas em 5 sessões de 1 hora, distribuídas ao longo de 3 semanas: um grupo utilizou o HAT (Hierarquical Analysis Tool), o outro o EST (Equation Sorting Tool), contendo 178 equações retiradas de um texto e acessadas por assunto e o último, utilizou o livro-texto. 3) sujeitos submetidos a pós testes (equivalente ao pré),	≠ A prática de uma análise qualitativa por um curto espaço de tempo (no caso, 3 semanas) provocou uma mudança positiva no comportamento em RP; atividades que envolvem a integração do conhecimento conceitual e procedimental (HAT) favorecem mais essa mudança do que o ensino tradicional; parece que o nível de dificuldade dos problemas afeta a habilidade dos sujeitos em usar e assimilar a abordagem do HAT; incentivar o aluno a uma avaliação qualitativa e ao planejamento da solução, permite que o estructure melhor o seu conhecimento.
1993, EUA, JRST (MAIN, J.D., ROWE, M.B.) 56	Fundamental	Teorias de Dewey, Sternberg (1984), Resnick (1987) e resultados em RP (Staves, 1986 outros)	Ciências	Fatores que influenciam a RP em sala de aula: a relação entre orientações sobre controle de variáveis e a estrutura da tarefa no desempenho da RP em Ciências.	A 100 pares de sujeitos, foram propostos problemas de 4 variáveis, a serem realizados em uma das duas condições de tratamento: a condição estruturada (pistas moderadas) e a condição não estruturada (pistas mínimas). Os pares foram submetidos a um pós-teste, para avaliar sua habilidade de compreensão e aplicação conceitual. Os dados foram analisados com base no LOC (instrumento de avaliação da tarefa prática, de controle de variáveis), de um teste de inteligência, de protocolos gerados pelos registros das discussões dos pares, da correlação de variáveis, da análise de regressão.	≠ Embora a maioria dos estudos afirme que o número de variáveis afeta a habilidade em RP (maior número de variáveis ≠ maior carga de memória de trabalho ≠ maior dificuldade para resolver o problema), os pares foram surpreendente bem na tarefa de 4 variáveis. As condições propostas parecem ter influenciado os resultados, uma vez que permitia aos sujeitos, usar suas habilidades para elaborar e testar hipóteses. ≠ A estrutura dos problemas mostrou ter um efeito no número de tentativas de solução: a menos estruturada foi resolvida em menos tempo e com menos tentativas.

Ano País, Fonte, Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte <i>Teórico</i>	Conteúdo Trabalhado	Questão Investigada	Metodologia	Resultados/Conclusões
1993, Canadá, JRST (ZAJCHOWKI, R., MARTIN, J.) 57	Universitário	Processament o da Informação	Mecânica (2ª lei de Newton)	Diferenças entre especialistas e novatos: investigação da extensão através da qual, diferenças no desempenho em RP de novatos “fortes” e “fracos” em Física provém de: a) diferença na extensão do domínio de conhecimento; b) diferenças na organização do domínio de conhecimento; c) diferenças na aplicação estratégica do domínio de conhecimento.	3 fases: 1) laboração de 2 problemas para minimizar as diferenças no conhecimento real de Física requerido para a solução e as diferenças na tipicidade e complexidade de aplicação desse conhecimento; 2) estes problemas foram propostos em sessões individuais a 10 estudantes do 1º ano universitário de Física, que relataram em voz alta seu processo de resolução; 3) análise dos protocolos verbais gerados pelo registro em áudio das sessões e do material escrito produzido durante resolução dos dois problemas foi analisado e pontuado em uma escala de 10 pontos.	≠ A organização e aplicação do conhecimento é que diferencia novatos “fortes” e “fracos” em RP. ≠ Sugestões para o ensino em cursos envolvendo a RP quantitativos: 1) enfatizar a importância de conhecer e entender a informação crucial associada com cada conceito que é ensinado; 2) encorajar a classificação dos problemas de acordo com os conceitos requeridos para a solução; 3) quando resolver um problema exemplo, mostrar claramente como a solução do problema depende da aplicação cuidadosa da fórmula fundamental apropriada para a situação específica descrita no problema; 4) minimizar ou eliminar o uso de fórmula específica (não fundamental).
1993, Brasil, RBEF (ROSA, P.R.S., e cols) 58	Universitário	Aprendizagem significativa de Ausubel	Mecânica	Diferenças entre especialistas e novatos: caracterização dos bons solucionadores de problemas.	3 fases: 1) seleção de 70 sujeitos, 34 classificados como bons solucionadores e 36 classificados como maus solucionadores; 2) sujeitos submetidos a testes de associação de conceitos e técnicas de AMD e AAH para o seu mapeamento cognitivo ; 3) correlação entre resultados nos testes e desempenho em RP de Física.	Não é a quantidade de conceitos e/ou conceitos diferentes na estrutura cognitiva que determina o bom ou mau resolvidor de problemas mas, talvez, a forma como são associados, armazenados e recuperados na memória; os bons solucionadores parecem apresentar agrupamentos conceituais a partir de critérios de agregações operacionais. Os maus solucionadores estabelecem associações menos operacionais em termos de RP; a limitação do estudo está na hipótese de que os testes de associação e as técnicas de AMD e AAH de fato mapeiam a estrutura cognitiva.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte <i>Teórico</i>	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1994, Inglaterra, IJSE (WATSON, J.R.) 59	Fundamental	Processament o de Informação	Ciências (calor)	Fatores que influenciaram a RP em sala de aula: : a) aparato apresentado; b) observação de como é utilizado; c) interpretação dos resultados; d) idéias trazidas para a situação de resolução.	2 fases: 1) 13 alunos (11-12 anos) foram observados através de registro em vídeo, durante uma atividade prática de RP , por aproximadamente 30 alunos; 2) foi utilizado o ciclo APU (Assessment of Performance Unit) como referência, para a análise do comportamento dos alunos durante uma atividade de RP prática, em sala de aula.	O que mais afeta a atividade de RP é o envolvimento dos alunos no problema e sua aptidão para vê-lo numa forma holística; o aparato fornecido e a observação dos outros grupos de trabalho influenciou os estudantes; os estudantes enfatizaram a importância de relacionar o experimento ao seu conhecimento prévio; a elaboração e apresentação do problema são fatores preditivos de dificuldades para os alunos.
1995, França, EC (LANGLOIS, F. e cols) 60	Médio	Baseado em trabalhos de RP	Mecânica (Trabalho – Energia)	Estratégia para a RP: a relação entre estratégia de resolução e o texto do problema.	2 fases: 1) formação de 2 grupos de sujeitos: estudantes em sala de aula e estudantes voluntários, fora de sala de aula, sem limite de tempo para desenvolver a atividade proposta; 2) são propostos aos 2 grupos, 3 tipos diferentes de problemas, por escrito: tipo I – com enunciados familiares aos alunos; tipo II e III com situações originais e não familiares, para serem resolvidos em duplas com uma solução única; 3) a atividade das duplas foi registrado em áudio e por 2 observadores.	As atividades propostas aos alunos devem permitir que eles façam algo mais do que reproduzir procedimentos; devem permitir (e valorizar) a verificação, a formulação e a validação de conjecturas dentro do marco de tempo escolar e das atividades de aula; para isto, é necessário permitir que trabalhem durante um tempo muito maior do que se utiliza tradicionalmente.
1995, Argentina, CCEF (ESCUDERO, C.) 61	Médio	Aprendizagem significativa (Ausubel), estratégia facilitadora da aprendizagem (Chrobak, 1992) e V de Gowin.	Termodinâmica e Mecânica	Estratégias para a RP: a utilização do V de Gowin como ferramenta útil para facilitar a RP.	Análise da aprendizagem significativa ocorrida através do uso do V de Gowin, para defesa da proposta que entende a RP em Física como um processo que integra os 3 domínios (conceitual, metodológico e atitudinal) em equilíbrio dinâmico. O “V” permite visualizar os elementos que interatuam na produção de conhecimento, tornando mais explícitas as suas relações.	A proposta do “V” é uma ferramenta que auxilia estudantes e professores, ao promover a reflexão sobre a essência de um problema, de sua resolução e os elementos básicos que o configuram; o importante é que o docente não persiga o “método” ou a “técnica” e sim construa reflexivamente as estratégias de ensino mais adequadas a seus propósitos e aos dos alunos; a RP é uma atividade considerada indispensável para a aprendizagem em Física.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolaridade do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1995, Israel, JRST (KOCH, A.) 62	Médio	Fundamenta-se em pesquisas sobre habilidades de compreensão em leitura	Mecânica (leis de Newton)	Fatores que influenciam na RP: investigação das habilidades necessárias para a leitura crítica de textos de Física.	<p>≈ Hipóteses do estudo: Ia) Separação e identificação do tipo segmento, em uma passagem contínua é uma habilidade de um nível mais alto do que do tipo declaração em formato de lista; Ib) essas habilidades são também separáveis; IIa) a habilidade em identificar declarações que não foram inferidas no texto prévio é uma habilidade de nível mais alto do que a habilidade em identificar de clarações falsas e verdadeiras. III) Habilidades em RP não são separáveis das habilidades de compreensão de textos.</p> <p>≈ 2 fases: 1) os sujeitos divididos em 4 níveis de habilidades, de acordo com suas notas em Física introdutória. 2) sujeitos submetidos à um teste de compreensão de leitura que combinava características de detecção de erros e testes não relatados de verdadeiro-falso.</p>	As hipóteses I e II foram confirmadas pelos resultados da pesquisa; a hipótese III não foi confirmada: as notas dos estudantes em compreensão de leitura de textos que requerem uma habilidade em RP muito baixa, não são correlacionadas com suas notas em RP que requerem uma habilidade muito baixa em decodificação. Isso sugere que as duas habilidades são independentes.
1996, Espanha e Inglaterra, EC (OÑORBE DE TORRE, N.)	Universitário	Estudos sobre dificuldades na RP	--	Fatores que influenciam a RP: as concepções prévias que alunos e professores têm sobre as dificuldades da RP.	Foram elaborados 2 questionários de opinião, respondidos por 419 estudantes de bacharelado (71,1%), estudantes do último ano de Formação de Professores de Ciências (8,6%) e estudantes ingleses (20,3%), cujos resultados foram analisados estatisticamente.	Os resultados apontam as seguintes dificuldades no que diz respeito à RP: 1) Aplicação: conhecimento procedimental; 2) Incompreensão do problema: linguagem e delineamento inicial; 3) aluno: falta de conhecimento, de estudo, de memória, de interesse, de auto-confiança; 4) dificuldades externas: cálculo e professor.
1996 Portugal, EC. (LOPES, B. COST, N.)	Fundamental e Médio	Estudos sobre RP, teorias de ensino-aprendizagem e epistemologia da Ciência.	--	Proposta de procedimento didático: apresentação de um modelo de ensino-aprendizagem centrado na RP.	Proposta de um modelo de ensino-aprendizagem centrado na RP concebido para orientar o ensino da Física nos níveis básico e secundário, estruturado em : 1) Apresentação e definição dos conceitos-chave; 2) princípios orientadores do modelo; 3) estrutura global do modelo e suas etapas.	Implicações educacionais do modelo: É necessário alterar as maneiras de pensar e de fazer do professor; a preocupação central deixa de ser a do “domínio” dos conceitos. Um modelo de ensino e aprendizagem deve ter uma componente muito mais forte de problematização e, por outro lado, os problemas e tarefas-problema devem ser diferenciados de acordo com a fase de crescimento conceitual dos alunos.

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolaridade do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1996, EUA, JRST. (HALLOUM, I.) 65	Fundamental e médio	Teoria epistemológica da modelagem esquemática (modelos científicos)	Mecânica (dinâmica rotacional)	Proposta de procedimento didático: a modelagem esquemática como estrutura epistemológica para a instrução em Física.	<p>≈ 87 estudantes (59 do nível fundamental e 28 do médio) foram submetidos a tutorias planejadas para ajudá-los a construir alguns modelos básicos da Mecânica Newtoniana e empregá-los na solução de problemas paradigmáticos. Os modelos usados nas tutorias do nível médio eram explicativos; os das tutorias do nível fundamental eram descritivos e explicativos.</p> <p>≈ O procedimento foi avaliado através de pré-testes e pós-testes (de problemas paradigmáticos).</p>	Os resultados apontam: corroboração para as validades interna e externa das tutorias, mostrando que a modelagem é uma estrutura epistemológica válida para a instrução em Física; a abordagem intuitiva e dialética pode ser especialmente útil para os estudantes desenvolverem o processo de modelagem, especialmente habilidades de validação e de desenvolvimento.
1997, Espanha, EC (VARELA NIETO, M.P.; MATINEZ AZNAR, M.M.)	Médio e Universitário	Teorias de Vigotsky, Kelly, Piaget e Ausubel. Perspectiva construtivista da aprendizagem	Mecânica e Eletricidade	Proposta de procedimento didático: a RP como estratégia de mudança conceitual.	<p>≈ Hipótese: estudantes submetidos ao modelo de RP orientado pelo paradigma da investigação (análise do problema, formulação de hipóteses, elaboração de estratégias, resolução do problema, análise do resultado) apresentarão uma mudança conceitual e diferenças significativas quanto aos esquemas inicialmente disponíveis nos campos da Mecânica e Eletricidade.</p> <p>≈ Avaliação experimental do modelo: grupo experimental (36 alunos do último ano do nível médio) expostos a aulas baseadas no modelo; grupo controle (40 estudantes universitários do 1º ano). Ambos submetidos a 3 avaliações: antes, durante e após as aulas.</p>	O grupo experimental apresentou uma evolução positiva quanto à sua eficácia para resolver problemas de enunciado aberto. A mudança conceitual obtida neste grupo, em Mecânica e Eletricidade não somente é significativa e persistente no tempo, mas também é estatisticamente superior à que se obtém com as metodologias usualmente utilizadas em nossas aulas.
1997, Brasil, CCEF (PEDUZZI, L.O.Q.) 67	--	Wallas, Polya, Kramers-Pals e Pilot, Gil Pérez	--	Estratégias para a RP: proposta de uma estratégia para a resolução significativa de um problema.	<p>≈ Proposta de uma estratégia para a RP (conjunto de 12 ações a serem desenvolvidas na abordagem de um problema de Física básica), vista como elemento desencadeador para: a) promover uma discussão sobre a RP; b) fornecer subsídios para que o estudante desenvolva estratégias próprias para a RP.</p> <p>≈ Não apresenta avaliação experimental.</p>	<p>≈ modelo proposto, contribui para que o estudante proceda a resolução significativa de um problema, incorporando a solução à sua estrutura cognitiva: afasta-se o “fantasma” da solução mecânica.</p> <p>≈ A RP deve ser vista como um tema de aprendizagem por parte do aluno.</p> <p>≈ O estudante deve investir parte de seu tempo de estudos ao aprofundamento teórico do quadro conceitual.</p>

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1997, EUA, JRST (HUFFMAN, D.) 68	Fundamental	Estudos sobre RP, principalmente em Física	Mecânica	Fatores que influenciam na RP: o efeito da instrução explícita em RP na compreensão conceitual da Física.	<p>✍ Objetivo: comparação do desempenho de 145 estudantes expostos, metade à estratégia explícita de RP (grupo experimental) e a outra metade exposta à estratégia do uso do livro-texto (grupo de controle).</p> <p>✍ O estudo foi conduzido durante 18 semanas, sendo que o grupo experimental e o de controle foram submetidos a pré e pós-teste.</p>	A instrução explícita de RP, em comparação com aquela do livro-texto, mostrou-se mais adequada para melhorar a qualidade e a integralidade das representações dos problemas. Entretanto: não há evidência de que a instrução explícita seja mais adequada, no que concerne ao uso da matemática, do que a instrução do livro-texto; apesar da ênfase da instrução explícita nos aspectos conceituais da RP, ela não deve ser vista, necessariamente, como um meio mais adequado do que a de livro-texto para melhorar a compreensão conceitual,
1998, Argentina, RBEF (CUDMANI, L.C. de) 69	Universitário	Perspectiva construtivista do ensino-aprendizagem.	--	Proposta de procedimento didático: a RP em aula, segundo um marco teórico com significados claros e precisos do que seja “problemas” e sua “resolução”.	Objetivo do trabalho: análise de resultados de relatos de pesquisas para fundamentar a proposta de enquadrar a estratégia de RP em um marco teórico que dê significados claros e precisos ao que se entende por “problema” e sua “resolução”.	Evidência de que: 1) é possível propor a aprendizagem como tratamento de situações problemáticas de interesse para os alunos (abordados com estratégias, coerentes com um tratamento científico das questões), e de que essa é positivamente valorizada por docentes e estudantes; 2) os alunos acostumados ao “adestramento” na aquisição de hábitos não reflexivos (com os quais se assegurava sua aprovação), resistem ao processo que exige reestruturação no âmbito das conceituações mais lento e profundo: etapas como a delimitação do problema, a seleção do modelo, o planejamento da experiência, a análise crítica dos resultados, exigem um trabalho intelectual de alto nível, com o qual não está acostumado e nem preparado. Com trabalho de reflexão em grupo, é possível superar essa situação.

Ano País, Fonte, Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão Investigada	Metodologia	Resultados/Conclusões
1998, Cingapura, SE (DHILLON, A.S.) 70	Universitário (graduação e pós- graduação)	Fundamenta- se em Ausubel, Gagné, Garret e autores que propõem estratégias para a RP	Mecânica (Dinâmica Rotacional)	Diferenças entre especialistas e novatos: compreensão do desenvolvimento de um programa interativo de RP baseado em um ambiente construtivista com fornecimento de informação através da transmissão.	<p>✍ Objetivo: comparar as atividades desenvolvidas por especialistas e novatos numa situação de RP .</p> <p>✍ 1 professor universitário, 2 estudantes de doutorado, 4 estudantes de mestrado e 6 universitários calouros foram submetidos a sessões individuais onde se solicitava que resolvessem problemas, por escrito, “pensando em voz alta”. Os alunos foram entrevistados. As sessões foram observadas e registradas.</p>	<p>✍ Foram identificadas 14 atividades utilizadas na RP que estão relacionadas aos métodos gerais e estratégias de RP relatadas na literatura : 1) checagem; 2) representação ilustrada; 3) representação quantitativa; 4) leitura da questão; 5) relacionar quantidades; 6) referência; 7) uso de símbolos; 8) clarificação; 9) comparação; 10) declarar quantidades; 11) qualificação; 12) análise qualitativa; 13) recapitulação; 14) resolução de dificuldades. Nem sempre estavam cientes das estratégias que estavam usando.</p> <p>✍ Os solucionadores agem através de estratégias que evidenciam como os participantes exploram , acessam a informação e usam as atividades para a RP. O conhecimento das estratégias ajuda a informar a representação do conhecimento; a representação do conhecimento deve suprir as estratégias usadas; em média, o número total de atividades para a RP foi muito menor para os especialistas do que para os novatos; o conhecimento acessado e o caminho utilizado pelo solucionador foi governado pelo seu conhecimento prévio.</p>

Ano País Fonte Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte Teórico	Conteúdo Trabalhado	Questão/Fator Investigado	Metodologia	Resultados/Conclusões
1999, Espanha, EC (MARTINEZ LOSADA, C. e cols) 71	Universitário (professores em formação e em exercícios)	Cita trabalhos/res ultados em diferentes linhas de pesquisa em RP	Ciências	Proposta de procedimento didático: intervenção junto a professores: com abordagem orientada para o ensino- aprendizagem da RP de papel e lápis.	<p>≈ Objetivo: provocar a reflexão por parte dos professores.</p> <p>≈ 3 fases: 173 professores, em formação e em exercício, são submetidos em grupos a sessões nas quais: 1) provoca-se uma discussão sobre suas idéias sobre a RP; 2) apresenta-se 2 tipos de problemas resolvidos, um tradicional A e outro alternativo B, para comparação dos modelos de resolução; 3) aplica-se questionários de opinião; se estimula a discussão em grande grupo sobre as dificuldades da RP.</p>	<p>≈ É imprescindível partir das idéias dos professores sobre o ensino-aprendizagem da RP, mas insuficiente. É preciso a análise de modelos corretos de RP e a ampliação do conceito de problema.</p> <p>≈ Os professores reconhecem a capacidade educativa da RP.</p> <p>≈ Para que o modelo inovador de RP seja levado à sala de aula, é preciso que os professores o reconheçam como útil e que possuam conhecimento que lhes permita analisar os diferentes tipos de problemas e selecionar os adequados aos seus objetivos.</p> <p>≈ É questionado se a análise de atividades tradicionais e alternativas seria suficiente para superar a inércia no ensino-aprendizagem de problemas e reduzir a preponderância dos problemas operativos tradicionais no ensino.</p>

Ano País, Fonte, Autor	Nível de Escolarida- de do Sujeito	Aporte <i>Teórico</i>	Conteúdo Trabalhado	Questão Investigada	Metodologia	Resultados/Conclusões
1999, Argentina e Brasil, EC (ESCUDERO, C., MOREIRA, M.A.) 72	--	Cita trabalhos onde se utilizaram o V de Gowin e a RP	--	O V de Gowin simplificado como uma ferramenta de referência para a análise de 4 tendências da pesquisa em RP em Física.	≠ Aplicação do V de Gowin na análise de 4 propostas de RP: a) estratégias reformuladas por Peduzzi; b) a RP como investigação (Gil Pérez); c) a RP e o seu contexto social (Contreras); d) a RP em Ciências e Tecnologia como proposta e apresentação de resultados práticos (Watts).	A análise mostra para cada uma das propostas, que: a) Boa seqüência, enriquecida com recomendações e sugestões concretas. Dá excessiva importância ao tema da unidade. b) solucionador tem que definir a situação que quer resolver. Pode ser que nem todos os alunos estejam preparados para isto. Portanto, é necessário treinamento e criatividade entre outras coisas. c) Descreve como professores de Física constróem socialmente a RP em suas interações diárias com estudantes e com os materiais curriculares. Nessa perspectiva a RP não é apenas um processo psicológico individual, mas também uma atividade interativa-reflexiva entre o estudante e seu ambiente imediato. Entretanto, esta atividade deveria também envolver de maneira significativa, o domínio conceitual do problema, não apenas o metodológico. d) Propõe como modelo de RP um processo em espiral. Os problemas podem ser experimentais ou técnicos, com vários níveis de dificuldade, fechados ou abertos, com uma ou mais soluções. A RP é entendida como resoluções de situações práticas, que vai além do treinamento de exercícios abstratos.

Referências

- Aguirre de Carcer, I. (1983). Dificultades en la comprensión de las explicaciones de los libros de texto de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 92-98.
- Allal, L. & Saada- Robert, M. (1992). La métacognition: Cadre conceptuel pour l'étude des régulations en situation scolaire. *Archives de Psychologie*, 60, 265-296.
- Alonso, M., Gil, G. & Martinez Torregrosa, A. J. (1992). Los exámenes de Física en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 127-138.
- Anderson, J.R. (1993) Problem Solving and Learning. *American Psychologist*, vol. 48, 1, 35-44.
- Altés, A. S. & Mercé, M. M. (1988). The scientific method used in physics. *International Journal of Science Education*, 10(1), 111-120.
- Barba, R. H. & Rubba, P. A. (1992). A comparison of preservice and in-service earth space science teachers general mental abilities, content knowledge and problem solving skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(90), 1021-1035.
- Barba, R. H. & Rubba, P. A. (1993). Expert novice earth and space science: teachers declarative, procedural and structural knowledge. *International Journal of Science Education*, 15(3), 273-282.
- Bascones, J. & Novak, J. D. (1985). Alternative instructional systems and the development of problem-solving skills in physics. *European Journal of Science Education*, 7(3), 253-261.
- Blanchet, A. & Chabrol, C. (1999). L'interaction et ses processus d'influence. Introduction. *Psychologie Française*, 44(4), 289-290.
- Brown, A. L. (1982). Learning and development: The problems of compatibility, access, and induction. *Human Development*, 25, 98-115.
- Chabrol, C. & Bromberg, M. (1999). Préalables à une classification des actes de parole. *Psychologie Française*, 44(4), 291-306.
- Chiappeta H., E. L. & 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.
- Costa, S. S. C. & Moreira, M. A. (1996). Resolução de Problemas I: diferença entre novatos e especialistas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2), 176-192.
- Costa, S. S. C. & Moreira, M. A. (1997a). Resolução de Problemas II: Propostas de Metodologias Didáticas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(1), 5-26.
- Costa, S. S. C. & Moreira, M. A. (1997b). Resolução de Problemas III: Fatores que Influenciam na Resolução de Problemas em Sala de Aula. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(2), 65-104.
- Costa, S. S. C. & Moreira, M. A. (1997c). Resolução de Problemas I V: Estratégias para Resolução de Problemas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(3), 153-184.

- Cudmani, L. C. de (1998). La Resolución de Problemas en el Aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 20 (1): 75-85.
- Dhillon, A. S. (1998). Individual differences within problem-solving strategies used in physics. *Science Education*, 82 (3), 379-405.
- Driver, R. (1986) Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-15.
- Escudero, C. (1995). Resolución de problemas em Física: Herramienta para Reorganizar Significados. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12 (2), 95-106.
- Fávero, MH (1994) O valor sócio-cultural dos objetos e a natureza sócio-cultural das ações humanas: a mediação exercida pelo meio escolar no desenvolvimento e na construção do conhecimento. Anais do II Congresso de Psicologia Escolar, pp. 58-61.
- Fávero, MH; Carneiro Soares, MT (2000) Initiation scolaire et notation numerique: une question poue l'étude du développement cognitive adult. Colloque "CONSTRUTIVISMES: USAGES, PERSPECTIVES E EDUCATION" Genève, 4-8 septembre 2000, Resumés, p. 26, Université de Genève, Suisse.
- Fávero, MH (2000) Regulações cognitivas e metacognitivas do professor de primeiro grau: uma questão para a articulação entre a psicologia do desenvolvimento e a psicologia da educação matemática. Em XXX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Psicologia. Resumo de Comunicações Científicas. Brasília, DF; Prática Gráfica e Editora Ltda, p. 11-12.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In: L. B. Resnick (Ed) *The nature of intelligence* (pp 231-235). Hildale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Fuller, R. G. & Thornton, M. C. (1981). How do college students solve proportion problems? *Journal of Research in Science Teaching*, 18 (4), 335-340.
- Furió, C. J. & 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 Rath's. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 5 (2), 61-73.
- Garnett, P. J., Tobin, K. & Wingler, D. G. (1985). Reasoning abilities of secondary school students aged 13-16 and implications for the teaching of science. *European Journal of Science Education*, 7 (4), 387-397.
- Garret, R. M. (1987). Issues in science education: problem solving, creativity and originality. *International Journal of Science Education*, 9 (2), 125-137.
- Garret, R. M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 224-230.
- Garret, R. M., Satterly, D., Gil Pérez, D. & Martinez Torregrosa, J. (1990). Turning exercises into problems: an experimental study with teacher and training. *International Journal of Science Education*, 12 (1), 1-12.

- Gil Pérez, D. & 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. (1983). A model for problem – solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*. 7 (4), 477-455.
- Gil Pérez, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 126-133.
- 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.
- Gil Pérez, D., Martinez Torregrosa, J. & Senent Perez, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por novos supuestos. Enseñanza de las Ciencias, 6 (2), 131-146.
- Gil Pérez, D., Martinez-Torregrosa, J., Ramírez, L., Dumas-Carré, A., Gofard, M. & 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.
- Good, R. (1987) Artificial intelligence and science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (4), 325-342.
- Gorodetsky, M., Hoz, R. & 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.
- Halloun, I. (1996). Schematic modeling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (9), 1019-1041.
- Huffman, D. (1997). Effect of explicit problem solving instruction on high school students' problem-solving performance and conceptual understanding of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (6), 551-570.
- Johnstone, A. H. Hogg, N. R. & Ziane, M. (1993). A working memory model applied to physics problem solving. *International Journal of Science Education*, 15 (6), 663-672.
- Joshua, S. & Dupin, J. J. (1991). In physics class, exercises can also cause problems... *International Journal of Science Education*, 13 (3), 291-301.
- Karmilloff-Smith, A. (1986). From metaprocesses to conscious access: evidence from children's metalinguistic and repair data. *Cognition*, 23, 95-147.
- Koch, A. (1995). Skills needed for reading comprehensions of physics texts and their relation to problem. Solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*. 32 (6), 613-628.

- Kramers-Pals, H. & Pilot, A. (1988). Solving quantitative problems: guidelines for teaching derived from research. *International Journal of Science Education*, 10 (5), 511-521.
- Lang da Silveira, F., Moreira, M. A. & Axt, R. (1992). Habilidad en preguntas conceptuales y en resolución de problemas de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 58-62.
- Langlois, F., Gréa, J. & Viard, J. (1995). Influencia de la formulación de enunciado y del control didáctico sobre la actividad intelectual de los alumnos en la resolución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 179-191.
- Larkin, H. H. & Reif F. (1979). Understandings and teaching problem solving in physics. *European Journal of Science Education* 1 (2), 191-203.
- Larking, J. H. & Rainard, B. (1984). A research methodology for studying how people think. *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (3), 235-254.
- Lawson, A. E. (1987). The four-card problem resolved? Formal operational reasoning to a contradiction. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (7), 611-627.
- Linn, M. C. (1977). Scientific reasoning: influences on tasks performance and response categorization. *Science Education*, 61 (3), 357-363.
- Linn, M. C. (1980). When do the adolescents reason? *European Journal of Science Education*, 2 (4), 429-440.
- Lopes, B. & Cost, N. (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 45-61.
- López, E. F. (2000). *Explicaciones sobre el Desarrollo Humano*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Main, J. D. & Rowe, M. B. (1993). The relation of lows – of control orientations and task structure to problem – solving performance of sixth – grade student pairs. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (4), 1401-426.
- Maloney, D. P. (1988). Novice rules for projectile motion. *Science Education*, 72 (4), 501-513.
- Martinez Losada, C., Garcia Barros, S., Mondelo Alonso, M. & Vega Marcote, P. (1990). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 211-225.
- Mc Shane, J. (1991). *Cognitive development: an information processing approach*. Cambridge, MA: Basil Blackwell.
- Mcmillan, C. & Swadener, M. (1991). Novice use of qualitative versus quantitative problem solving in electrostatic. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (8), 661-670.
- Mestre, J. P., Dufresne, R. J., Gerace, W. J., Hardiman, P. T. & Touger, J. S. (1993). Promoting skilled problem-solving behavior among beginning physics students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (3), 303-317.

- Mohapatra, J.K.(1987). Can problem-solving in physics give an indication of pupils' process knowledge? *International Journal of Science Education*, 9 (1), 117-123.
- Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem Significativa*. Coleção Publicações Acadêmicas do CESPE/UnB. Série Fórum Permanente de Professores. Brasília: Editora da Universidade de Brasília.
- Neto, A. J. (1991). Factores psicológicos de insucesso na resolução de problemas de Física: uma amostra significativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 275-280.
- Newell, A & Simon, H A (1972) Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- Norman, D. A. (1982). *Learning and memory*. San Francisco, CA: W. H. Freeman.
- Novak, J. D., Gowin, D. B., & Johansen, G. T. (1983). The use of concept mapping and knowledge Vee mapping with junior high school students. *Science Education*, 67 (5), 625-645.
- Nuffield Foundation (1972). *Física Básica*. Barcelona, Editorial Reverté. 15v.
- Oñorbe de Torre, A. & Sánchez Jiménez, J. M. (1996). Dificultades en la Enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. I. Opiniones del alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 165-170.
- Osborne, R. J. & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: a generative process. *Science Education*, 67 (4), 489-508.
- Pascual-Leone, J. (1995). Learning and development as dialectic factors in cognitive growth. *Human Development*. 38, 338-345.
- 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. & Moreira, M. A. (1981a). Solução de problemas de Física: um estudo sobre a influência da estrutura cognitiva. *Revista Brasileira de Física*, 11 (4), 1085-1102.
- Peduzzi, L. O. Q. & Moreira, M. A. (1981b). Solução de problemas em Física: um estudo sobre o efeito de uma estratégia. *Revista Brasileira de Física*, 11 (4), 1067-1083.
- 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. (1997). Sobre a resolução de problemas no ensino da Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 14 (3), 229-253.
- Peduzzi, L. O. Q. Zylberstajn, A. & 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.
- Perales Palacios, F. J. & Cervantes Madrid, A. (1984). Influencia Del conocimiento Del resultado numérico en la resolución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2), 97-101.

- Perales Palacios, F. J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 170-178.
- Piaget, J. (1974). *La prise de conscience*. Paris: PUF, France.
- Piaget, J. (1983). Psicogênese dos conhecimentos e seu significado epistemológico. Em: Massimo Piattelli – Palmarini (Org.) *Teorias da linguagem, teorias da aprendizagem. O debate entre Piaget e Noam Chomsky*. São Paulo: Cultrix/Edusp, 39-49.
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- Pozo, J. I. (coord.), (1994). *La solución de problemas*. Serie Aula XXI, Editorial, Santillana, Madrid.
- PSSC (1960). *Physics*. Lexington, MA, D.C. Heath and Company. 650p.
- 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.
- Rosa, P. R. S., Moreira, M. A., & Buchweitz, B. (1993). Alunos bons solucionadores de problemas: caracterização a partir da análise de testes de associação de conceitos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 15_(1 a 4), 52-60.
- Ross, J. & Maynes, F. (1983). Experimental problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (6), 543-555.
- Saltiel, E. (1991) Un ejemplo de aportación de la didáctica ala enseñanza: los ejercicios cualitativos y los razonamientos funcionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 257-262.
- Sebastiá, J. M. (1984). Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), 161-169.
- Soares, C M SG; Fávero, MH (1999) A Física na escola: um estudo sobre as representações sociais do ensinar e do aprender. Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, SP, 01 a 04 de setembro.
- Staver, J. R. & Pascarella, E. T. (1984). The effect of method and format on the response of subject to a piagetian reasoning problem. *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (3), 305-314.
- Staver, J. R. (1986). The effects of problem format, number of independent variables, and their interactions on student performance on a control of variables reasoning problem. *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (9), 763-775.
- Thorndike, EL (1898) Animal intelligence: na experimental study of the associative processes in animals. *Psychological Review*, Monograph Supplement, 2 (2, Whole no. 8).
- Torres, M. V. & Cruz, J. A. G. (1998). *Psicología de la Educación y del Desarrollo*. Madrid: Ediciones Pirámide.

- Varela Nieto, M. P. & Matínez Aznar, M. M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la Física: la resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 173-185.
- Vergnaud, G. (1981). Quelques orientations theoriques et methodologiques des recherches françaises en didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 2(2), 215-232.
- Vergnaud, G. (1989-1990). Psychologie du developpement et didactique des mathématiques. Un exemple: les structures additives. *Petit X*, 22: 51-69.
- Vergnaud, G. (1990a) Catégories logiques et invariants opératoires. *Archives de Psychologie*, “Hommage à Pierre Gréco”, 58(224): 145-149.
- Vergnaud, G. (1990b). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23), 133-170.
- Vergnaud, G. (1996). Au fond de l’action, la conceptualisation. Em J. M. Barbier (dir), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. (pp 177-191). Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Villani, A. (1991). Reflexões sobre dificuldades cognitivas dos professores de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 8 (1), 7-13.
- Vion, R (2000) La communication verbale. Analyse des Interactions. Paris: Hachette Supérieur.
- Watson, J. R. (1994). Student’s engagement in practical problem solving: a case study. *International Journal of Science Education*. 16 (1), 7-13.
- Willey, J (1998) Expertise as mental set: the effects of domain knowledge in creative problem solving. *Memory & Cognition*, 26 (4), 716-730.
- Yussen, S. R. (1985). The role of metacognition in contemporary theories of cognitive development. In: D. L. Forrest-Pressley, G. E. Mackinon & T. Gary Waller (Eds) *Metacognition, Cognition and Human Performance*, Vol. 1, pp 253-283.
- Zajchowski, R. & Martin, J. (1993). Differences in the problem solving of stronger and weaker novices in physics: knowledge, strategies on knowledge structure? *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (5), 459-470.
- Zalamea Godoy, & Paris Espinosa, R. (1989). Saben los maestros la física que enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 251-256.

Recebido em 27.03.2001

Revisado em 03.07.2001

Aceito em 30.07.2001