

---

## **DE MAPAS DE CONCEITOS A SINALIZADORES DE CURRÍCULO\***

---

*Mike Watts*  
Roehampton Institute of  
Higher Education  
London – England

A viagem mal tinha começado quando uma vozinha aborrecida vinda lá detrás interroga: “Ainda estamos aqui?”. E, ao longo de toda a viagem, a pergunta é repetida em intervalos maquiavelicamente regulares. Por vezes torna-se cansada e impaciente: “Nós ainda estamos aqui?”, contendo como que uma censura ao tipo de condução que não contribui para chegar-se mais cedo.

Há muitas razões reais e peculiares para desejar rever os progressos, a fim de verificar onde chegamos e o que temos à nossa frente. Torna-se sempre importante fazer o balanço, refletir sobre a prática e avaliar a situação das pesquisas na área. Este artigo é uma tentativa de fazer um sumário dos avanços conseguidos sobre a pesquisa de “conceitos alternativos” no ensino e na aprendizagem da ciência. Em vez de “ainda estamos aqui?” preferimos “onde estamos agora?”, “para onde vamos?”, “como é que encaramos a próxima etapa?” ou “o que é que ela contém para os professores de Física?”.

### **Experiência anterior**

Em meados da década de setenta surgiu um movimento de investigação sobre o que se passa no íntimo do ser humano. Incidiu ela sobre aquilo que tem sido denominado de várias maneiras tais como “conceitos alternativos”, “idéias intuitivas”, “erros”, “preconceitos”, “ciência das crianças”, etc. Torna-se interessante debruçarmo-nos sobre os desenvolvimentos que tiveram lugar no decurso da última década. Mas é mais divertido prever até onde vai chegar o movimento e em que se tornará.

Embora tenham sido produzidos numerosos artigos antes de 1978, foi nesta altura que o movimento tomou maior impulso. Hugh Helm relatou os resultados de um estudo que incidiu sobre estudantes dos últimos anos do ensino secundário e sobre os

---

\* Artigo publicado na revista Physics Education, v. 23, 1988 e encaminhado, pelo autor, para publicação no CCEF.

próprios professores. Nada estava bem, concluiu ele, no que se refere ao estado do ensino e da aprendizagem da Física. A história foi divulgada na imprensa pedagógica e contada em termos tais que sugeriam que não eram só os estudantes que erravam em questões ligadas aos conceitos da Física, mas também os próprios professores dando até origem ao título: “Um cego conduzindo outro cego através de um beco sem saída” (Maddos, 1987). Chegou-se a um ponto em que o movimento de pesquisa saltou dos claustros da universidade para o mundo das salas de aula e dos currículos.

No mesmo ano, vimos publicado um artigo original de Rosalind Driver e Jack Easley, o primeiro a inventar a expressão “idéias intuitivas”. O artigo marcou um passo importante no campo da investigação não devendo, segundo os autores, desmotivar os alunos com a indicação “errado” nas suas respostas, mas procurar utilizar de preferência caminhos que conduzam à nossa compreensão sobre a maneira como os alunos percebem certos assuntos.

As “idéias intuitivas da compreensão” dos estudantes são importantes porque nos ajudam a construir nova informação e novas experiências. Nós atingimos a compreensão das coisas em termos do que já compreendemos. Se não soubermos encaixar as novas idéias dentro daquelas que já possuímos, então as novas experiências perdem todo o seu significado. Em 1979, Roger Osborne e John Gilbert reuniram os seus esforços e iniciaram uma longa e produtiva colaboração seguindo uma via semelhante.

O fato dos seus estudos terem sido desenvolvidos por correspondência entre as Universidades de Surrey, na Inglaterra, e Waikato, na Nova Zelândia, e uma indicação de como o movimento de pesquisa se tornou rapidamente internacional.

Desde então, têm proliferado por todo o mundo livros, comunicações, artigos, relatórios, conferências, edições completas de jornais, teses de mestrado, de doutoramento e dissertações sobre o mesmo tema. A bibliografia compilada pelo Children's Learning in Science Project - CLISP - e pela Secondary Science Curriculum Review - SSCR -(Driver, Phillips e Watts, no prelo) contém várias centenas de títulos. O leitor interessado pode encontrar exemplos deste trabalho, em Duit e Pfundt (1984) e discutidos em Driver et al (1985).

### **Em que altura estamos: mapas de conceitos**

Grande parte da investigação feita tem nos proporcionado um catálogo razoavelmente extenso do conteúdo das idéias das crianças em Ciência. Embora nem de longe esteja completo, fornece mesmo assim uma boa indicação das conceptualizações das crianças em alguns ramos da Ciência.

É claro que os estudantes possuem um número de idéias não ortodoxas sobre uma vasta gama de tópicos; que essas idéias podem permanecer intactas face ao ensino

cotidiano normal; e que elas podem constituir o modelo segundo o qual os alunos interpretam novos dados e nova informação e podem até persistir em face da contra-argumentação e da evidência. Os tópicos investigados têm incidido principalmente sobre a Física – não se sabe bem o porquê. No entanto, se você vai ensinar um destes temas – energia, força, movimento, atrito, calor, temperatura, luz, corrente elétrica, pressão, gravidade ou a natureza corpuscular da matéria – seria aconselhável que, antes de começar, lesse alguma coisa sobre as concepções que as crianças têm de tais conceitos.

Esta fase da investigação tem sido referida como “caça às borboletas” ou “colecionando selos”. Trata-se do levantamento topográfico do terreno a fim de fornecer uma imagem dos obstáculos e das armadilhas que poderão vir a surgir durante a aprendizagem de novos temas: é a fase da aquisição de dados. Trata-se de uma fase vital, que muitas vezes provoca mais questões do que as que podem ser respondidas. Como se desenvolvem as idéias alternativas? São elas estruturalmente coerentes ou apenas uma miscelânea de associações e impressões? Quais são os métodos mais indicados para explorá-las?

As idéias sobre um tópico são tantas quanto os alunos na aula, ou há apenas um número restrito para cada tópico? E, o mais importante de tudo, o que vamos fazer uma vez que saibamos da sua existência podemos mudá-las e, se sim, qual a melhor maneira de organizarmos o processo?

Algumas destas perguntas são empíricas, outras são de raciocínio e de valor. Para encontrar as respostas adequadas já foi iniciado o processo. As concepções desenvolvem-se quando os indivíduos respondem a miríades de influências e de experiências cotidianas em torno deles. Você poderia ficar espantado por que, por exemplo, as crianças encontram dificuldade em acreditar que um velho livro empoeirado em cima de uma prateleira possui energia. Argumentarão elas que, energia está relacionada com atividade, vivacidade, vida. Você, também, igualmente, pode ter visto o anúncio de eletricidade no qual se mostra um bebê recém-nascido dentro de uma incubadora encimada pelo letreiro “Energia é vida”. Ou ter observado, na televisão, a publicidade de chocolate, a qual sugere que uma barra lhe dá toda a energia que precisa para “trabalhar, repousar e jogar”. Que fique bem claro que os professores não constituem a única fonte de experiências de aprendizagem e o “conhecimento do mundo que rodeia as crianças”, como Joan Solomon (1986) o descreve, é reforçado por muitas imagens poderosas.

### **Aprendizagem como mudança conceitual**

Em alguns aspectos, o que os professores fazem com as idéias intuitivas dos alunos, uma vez reveladas, diz respeito à filosofia e ao estilo do ensino. Haverá aqueles

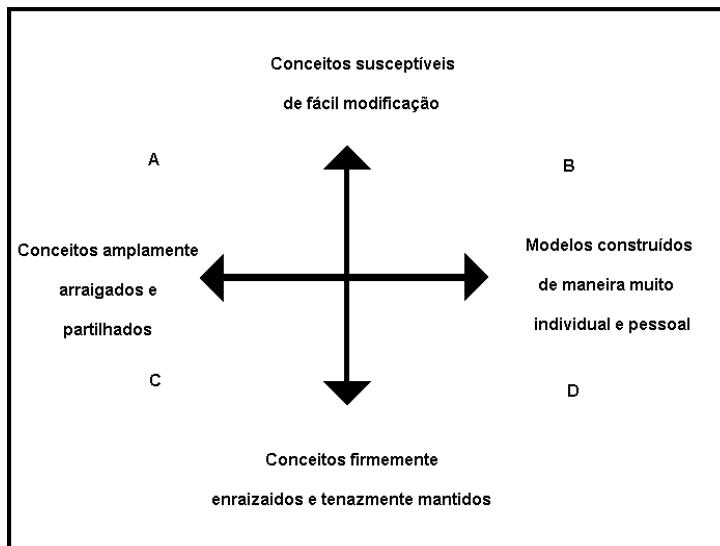
que desejam ignorá-las, que trabalham com vista “ao exame” e confiam que os alunos as mudarão no devido tempo. Se o leitor adota este ponto de vista então tudo o que se segue neste artigo poderá apresentar apenas um interesse passageiro.

Outros há que desejarião gastar algumas aulas mudando as idéias de maneira que os estudantes possam vir a apreciar o “estudo da Física”. Isto é, evidentemente, muito mais difícil. Além do mais, os métodos para conseguir isso são incertos, estão por provar, consomem tempo e levam à exaustão. A necessidade já apreendida de fazer qualquer coisa pelos conceitos dos estudantes provém, no entanto, de um ponto de vista segundo o qual a aprendizagem implica uma mudança conceitual: será só através da reflexão, da exploração, da testagem, da correção e da revisão dos nossos conceitos correntes para encontrar novas circunstâncias e experiências que garantiremos uma aprendizagem com significado.

Para começar, torna-se importante saber que espécies de concepções têm sido relatadas dentro de uma certa área temática. Conforme já foi mencionado, Driver et al (1985) e Osborne e Freyberg (1985) constituem um ponto de partida. Também ajuda já ter alguma idéia da probabilidade da ocorrência de tais conceitos num grupo de uma idade particular. Esta espécie de informação é mais difícil de determinar, mas quanto maior for a pesquisa desenvolvida, maior será a possibilidade de imaginar como estão as idéias espalhadas. Para começar a enfrentar seriamente as idéias intuitivas das crianças, precisamos também conhecer quão teimosamente elas estão enraizadas. Não é só a publicidade e a televisão, mas uma quantidade de experiências cotidianas e sensações físicas que vão apoiar as idéias intuitivas e as “de senso comum”. Há conceitos alternativos que aparecem em todos os níveis de escolaridade da Física e têm sido registrados nos níveis da graduação e da pós-graduação. Devemos interpretar essa ocorrência como uma indicação de que esses conceitos são razoavelmente resistentes à mudança.

A Fig. 1 pretende expor alguns dos fatores mais relevantes.

Há conceitos que são partilhados por um grande número de pessoas e, assim, a probabilidade de encontrar essa concepção presente nas respostas de uma classe deve ser muito grande. Outras concepções são produtos de experiências e maneiras de pensar particulares, portanto deverão ser específicas apenas para um pequeno número de indivíduos. Umas são fáceis de mudar, enquanto outras, devido a estarem profundamente arraigadas e carregadas de significado, tornam-se mais difíceis de alterar.



*Fig. 1 – Uma matriz conceitual.*

A maneira de situarmos as concepções nesta matriz pode influenciar a nossa escolha das estratégias a adotar no ensino. Por exemplo, os conceitos do quadrante A poderão ser enfrentados rapidamente fazendo intervir toda a classe. Um exemplo disto pode ser o caso dos estudantes que possuem um modelo “corrente que choca” dos circuitos elétricos, isto é, sugerem que a corrente saia dos pólos da bateria em sentidos opostos e choque na lâmpada para produzir luz. Ao falar para um grupo, este modelo pode ser atribuído “aos alunos que ensinei o ano passado” e pode ser explorado em termos de lâmpadas em série e em paralelo para mostrar como o modelo fica seriamente limitado.

Os conceitos do quadrante B são mais difíceis de se descobrir e manifestar-se-ão provavelmente em discussões de grupos, em respostas individuais a questões propostas e nos trabalhos de casa. Também será melhor, talvez, tentar resolvê-los individualmente.

Mais incômodas são as concepções do quadrante C. Têm sido objeto da maior parte dos estudos de investigação sobre a mudança dos conceitos. Um exemplo típico pode ser o movimento de um projétil, uma bola de golfe, por exemplo, através do ar. Grande número de crianças argumentará, contrariamente à Física clássica, que há uma força na direção e sentido do movimento. A força é necessária para manter o movimento do objeto e, se não houvesse força, dizem elas, do objeto pararia imediatamente.

Os argumentos estão profundamente enraizados e são reforçados por interpretações do senso comum de acontecimentos do dia a dia. Como uma criança afirmou: “Se a bola de golfe acertar na sua testa, então você saberá muito bem que ela tem uma força a empurrá-la para si!”

Uma solução possível é ajudar os alunos a desenvolver, em conjunto, modelos sobre o que pensam que está acontecendo e gastar então algum tempo trabalhando com eles em pormenor. O artigo de Nussbaum e Novick (1982) “Discussão de idéias (brainstorming) na sala de aula” dá indicações de como este processo pode funcionar. Neste exemplo, os professores convidaram a classe a explorar vários modelos sobre a natureza dos gases e a “testar os modelos a fim de destruí-los”. Isto resultou numa certa mudança, que conduziu ao modelo da “natureza corpuscular dos gases”.

Outros investigadores têm procurado maneiras de suavizar a transição da construção pessoal para o modelo científico por meio de uma sucessão de passos estratégicos (stepping-stone.) ou (em calão profissional) utilizando os exercícios que fazem a ponte. O artigo de Jim Minstrel (1982) “Explicando as condições de repouso de um objeto” fornece um exemplo desta maneira de trabalhar. O CLISP tem explorado muitas vias segundo as quais os conceitos podem ser expostos, examinados e explorados nas aulas. Este trabalho começa agora a estar disponível sob a forma de coleções de fichas para a sala de aula (CLISP, 1987).

Uma minoria empreendedora prefere encarar os próprios conceitos físicos, para ver se eles podem ser revistos, de maneira a parecerem mais próximos das idéias intuitivas dos principiantes. A discussão de Jon Ogborn (1986) sobre “energia livre” é um exemplo interessante a apontar.

Finalmente os conceitos do quadrante D são os que oferecem maior dificuldade à luta contra eles. Por exemplo, os modelos interessantes e criativos que uma criança pode construir sobre a luz (Watts, 1984) estão neste caso. Tais conceitos são os que apresentam usualmente maior interesse, pois permitem abrir uma janela sobre as maneiras como as concepções se desenvolvem. Podem, no entanto, estar fora do alcance das possibilidades da maior parte dos professores, nas aulas, impossibilitando uma mudança conceptual se as concepções estiverem tenazmente arraigadas e forem claramente idéias idiossincráticas.

### **Estratégias a usar na sala de aula**

No entanto, existem algumas etapas que podem ser cumpridas na maior parte das classes e na maior parte dos temas. Osborne e Freyberg (1985) dão-nos um bom programa para elaborar um plano. Na sua maior parte diz respeito à preparação para a introdução de uma nova unidade de trabalho.

*(1) Familiarize-se, você mesmo, com o tema, observando-o bem sob vários ângulos. Muitos dos conceitos possuem, por um lado, uma definição física sólida e, por outro, um significado corrente na vida cotidiana. Termos como energia, potência, força, pressão, trabalho, onda, ciclo, calor ou corrente tomam significados particulares dentro da Física. Sempre que possível tente imaginar qual o sentido que as crianças darão às palavras que você usa, de maneira a estar preparado para os tipos de construções alternativas que elas possam desenvolver. Como já foi mencionado, muitos relatórios documentam esse gênero de pesquisa: tanto os resumos de Driver e Erickson (1983) como os de Gilbert e Watts (1983) são muito úteis.*

*(2) Ponha os estudantes a explorar quais os significados que eles atribuem a certos termos e de que maneira as idéias se encadeiam umas nas outras. O uso dos “mapas de conceitos” numa lição pode servir simultaneamente de diagnóstico e de aprendizagem: um guia útil, neste aspecto, existe em Novak e Gowin (1985). Prepare-se, também, para levar a sério as idéias dos estudantes. Se for possível encontrar as vias diretas que permitem às crianças testarem suas próprias idéias a fim de destruí-las, proporcione-lhes tempo e espaço para o fazerem. As técnicas de discussão estão largamente espalhadas noutras áreas do saber, mas raramente em Ciência – a conversa é aqui encarada mais como algo a desencorajar do que propriamente a ser usada de um modo criativo e construtivo. Na contribuição de Kate Ellington para a série “Melhor Ciência” (SSCR, 1987) pode-se encontrar soluções diversas para o ensino da ciência.*

*(3) Embora a aprendizagem da descoberta esteja fora de moda, devem haver sempre pontos para os quais é possível ajudarmos as crianças a tornarem seus os modelos científicos já existentes. Mesmo no caso delas acabarem por rejeitar o modelo científico ortodoxo, como muitas rejeitam as Leis de Newton, nós devemos pedir-lhes para “suspendingerem a descrença” enquanto explorarem a sua utilidade, o seu potencial e a sua plausibilidade. Se bem que nem tudo possa ser inteiramente explicado por modelos da Física, podemos, pelo menos, mostrar-lhes que alguns deles são altamente relevantes na vida cotidiana e que funcionam.*

Cada tópico, em Física, merece uma planificação cuidadosa e premeditada – não podemos aceitar qualquer coisa como verdadeira sem razões objetivas que o provem. Voltando ao exemplo anterior, por um momento, podemos encontrar em Energy Mattes (Driver e Millar, 1986) uma discussão muito interessante sobre o ensino da energia.

## O cenário da mudança

“Se eu soubesse para onde ia o jazz” – disse uma vez Humphrey Littleton – “já lá estaria”. Em educação em ciência, poucas pessoas podem apostar com segurança sobre o que o futuro lhes reserva.

Em termos de campo de investigação, o ritmo do desenvolvimento, bastante rápido de início, tem começado a abrandar.

A procura de razões, cada vez mais pormenorizadas, para os conceitos alternativos dos alunos, em Física, originou uma rede que permite uma vasta escolha. As próximas tarefas são, no entanto muito mais difíceis, compreendendo a construção de modelos teóricos, o desenvolvimento do currículo e a mudança na sala de aula. Nem sempre se torna claro aonde nos conduzem os padrões dos dados obtidos. A previsão necessita de um modelo ou de uma teoria coerentes e, num certo aspecto, isto se perdeu. Dick White, discursando como conferencista convidado (White, 1986), falou sobre uma “teoria do conteúdo” (das idéias dos alunos) de modo a se poder prever os tipos de idéias que as crianças possuem sobre um dado assunto, para nos permitir atuar sobre elas.

Estamos bastante longe ainda de uma teoria coerente. Uma das razões é que, embora haja muitas linhas comuns, os investigadores têm passados e currículos muito diferentes e trazem com eles numerosas orientações teóricas e escolas de pensamento diversificadas. Não há um consenso, por exemplo, sobre os melhores caminhos de promover a mudança conceitual.

Mais ainda, esta diversidade está associada a um cenário educacional que muda rapidamente. Por exemplo, que aspecto terá a vida, no ano 5ANC (After the National Curriculum)? A investigação atual pode perder o seu significado se áreas temáticas sobre as quais incide, forem retiradas do futuro Currículo Nacional para a Física ou para a Ciência. Provavelmente o risco disto acontecer é pequeno visto que muitos dos conceitos em análise foram escolhidos precisamente por serem considerados conceitos fundamentais ou básicos da Física. No entanto, no que diz respeito a alterações produzidas na maneira de pensar, como por exemplo, os numerosos estudos empreendidos sobre a compreensão do mol, na idade dos 15 anos, podem já ter desaparecido.

### Onde estamos agora? A resolução de problemas em Física

Aonde nos conduzem as mudanças se é que nos conduzem a algum lado? Uma frase que começa a aparecer com muita freqüência é a resolução de problemas. Ainda não há muito tempo utilizavam-se os problemas, em Física, para efetuar cálculos com o apoio do livro de texto. Tratava-se de cálculos ou de problemas “mentais” e tinham soluções a que nós chamamos agora soluções “software” (processadores de dados). Tais problemas lançavam toda a espécie de dificuldades conceituais para cima das crianças. Grande parte da pesquisa efetuada sobre os conceitos e as mudanças conceituais tem sido conduzida contra a prática da resolução deste tipo de problemas. Por que falhavam os jovens físicos? Era porque careciam do treino de cálculo, do raciocínio

das proporções, da capacidade para controlar as variáveis ou de quê? Em alguns aspectos a consideração das “idéias intuitivas” das crianças é um reconhecimento da existência de algumas insuficiências da didática. É também uma reação contra o tipo de regime curricular que se assenta simplesmente na divisão do conteúdo da Física em fatias suficientemente pequenas para serem facilmente (ou não tão facilmente) digeridas pelas massas estudantis. Nos dias de hoje, as atividades relacionadas com a resolução de problemas são bem diferentes. Eles podem ter soluções “software” ou “hardware”. Eles variam imensamente e podem cobrir zonas que vão desde “quebra-cabeças” para testar o QI e “egg-races” até atividades “projete e faça você mesmo”, projetos ampliados e problemas do “mundo real”. Por toda a parte se dá usualmente bastante ênfase às habilidades, aos processos e a um método de resolver problemas.

Existem boas razões para supor que “a resolução de problemas” sobreviverá nos próximos anos. As suas idéias estão firmemente arraigadas, por exemplo, na retórica – senão na prática – do ensino e da aprendizagem em ciência e em tecnologia. Hannon (1986) sugere que uma das marcas de qualidade da “nova educação” (Ranson et al., 1986) é uma “mudança pedagógica no sentido do trabalho de grupo participativo e afastando-se dos métodos didáticos”. Isto quer dizer que no futuro deverá haver uma forte confiança numa vasta gama de métodos de ensino – a exposição didática formal de conhecimento factual afirma a autora “não é planeada para despertar interesses”.

Como um método não-didático, a resolução de problemas encabeça a lista. Acontece assim, por exemplo, na Science Education 5-16 (DES 1985), que provavelmente augura muito do que será dito a favor da ciência no Currículo Nacional. A. Further Education Unit (1986) encara a resolução de problemas como uma via principal de integrar a ciência e a tecnologia, como fazem Black e Harrison (1985). O Conselho de Engenharia (1984) recomenda a resolução de problemas para a ciência da escola primária, enquanto, e isto provavelmente é mais importante, a mesma resolução de problemas assume um especial relevo na avaliação dos trabalhos de curso para a maior parte das bolsas GCSE. A ênfase éposta na tentativa que os estudantes farão para resolver os problemas usando um caminho planeado, e tendo como suporte os processos tecnológicos apropriados e as capacidades do método científico.

A resolução de problemas, como um processo conceitual, tem sido abordada indiscriminadamente na sua maior parte. Fizeram-se algumas tentativas para colocá-la numa certa espécie de contexto (Heaney e Watts (no prelo)). Mas, no conjunto, tem sido tomada quase como um artigo de fé, servindo de panacéia para as insuficiências noutros processos de ensinar uma aproximação que aborda aspectos da aprendizagem que outros métodos não consegue atingir.

## **Duas hipóteses**

Na base da resolução de problemas estão, pelo menos, duas hipóteses principais. Estas hipóteses caem justamente no domínio da pesquisa dos conceitos alternativos e estão prontas para serem exploradas. Em primeiro lugar, a resolução de problemas envolve claramente a construção de um modelo mental, o qual necessita criar um espaço (“O espaço do problema”) a fim de atingir a meta que foi definida. Mesmo naqueles problemas muito bem definidos, a meta não pode ser atingida diretamente (de outro modo não seria um problema). Quem procura resolver o problema deve estabelecer, para si próprio, em que ele consiste e orientar-se dentro do espaço do problema, a fim de iniciar a tarefa de busca de soluções. É a esta formulação ou reformulação, o problema, que a: “Assessment of Performance Unit” (APU, 1984) chama o processo de concretização. Isto é, em primeiro lugar, parte do problema está vinculado ao ato de conceitualizar pessoalmente e de lhe dar forma. Em segundo lugar, a resolução de problemas envolve a transferência de conteúdo cognitivo e ainda artifícios de cálculo. No sentido trivial, até a decifração do problema exige o uso de conhecimentos anteriores de maneira que esse mesmo problema possa ser localizado em domínios pessoais do conhecimento. Se isto não acontecesse, o problema seria absurdo. Deve-se salientar que quanto mais mal definido estiver o problema, maior é o conhecimento e a compreensão que o aluno deve trazer da aprendizagem e experiências anteriores, assim como maior número de artifícios e habilidades ele necessitará conhecer. Neste sentido, a mudança de conceitos e a resolução de problemas caminham lado a lado: ambos envolvem utilização de idéias já existentes e a sua modificação em face de novas circunstâncias.

A transferência da aprendizagem é, no entanto, notoriamente difícil. Envolve a compreensão de como o material aprendido num certo momento afeta a aprendizagem de outro material num outro tempo. Nas avaliações da APU, as crianças executavam as tarefas com menor êxito quando lhes pediam para trazer o conhecimento de conceitos adquiridos num contexto científico, a fim de aplicá-lo num outro (ver APU, 1984). Quanto mais diferente era o contexto, menos bem sucedida era a transferência. Kahney (1986) sugere, a partir de pesquisas feitas, que aqueles que resolvem problemas obtêm maior sucesso quando se lhes diz que dois problemas são muito semelhantes. Eles conseguem melhor resultado na transferência do saber de uma situação para outra quando lhes é dada uma certa orientação e/ou quando as diferenças entre os problemas são muito pequenas.

Isto origina uma multidão de questões para investigar. Muito da investigação feita neste campo – resolução de problemas – tem se concentrado sobre a maneira como os estudantes lutam com os cálculos e as perguntas tipo exame. Pouquíssima é a que se debruça sobre a maneira como eles trazem as idéias intuitivas da compreensão e as

aplicam a um problema a fim de utilizá-las no que precisam fazer e como, em que ordem e até que ponto. A experiência em tarefas anteriores, ou em fases anteriores de uma tarefa complexa, pode incluir transferências de aprendizagem tanto positivas como negativas. Por exemplo, os estudantes nem sempre encontram semelhanças e, por conseguinte, nem sempre utilizam analogias produtivas. Inversamente quando julgam ver semelhanças em problemas anteriormente resolvidos os quais, de fato, não são particularmente similares, eles tentam usar estratégias que se mostram improdutivas. Pode também acontecer que os estudantes enveredem por um caminho no qual persistem e nesse caso vêm o problema apenas sob um ângulo. Eles ficam agarrados a uma determinada via da qual podem vir a arrepender-se, quando compreenderem como deviam ter atuado. O pensamento que os deve orientar é: volta; ao ponto em que se torna necessário fazer uma nova abordagem do problema. Isto é semelhante em muitos aspectos à sujeição dos estudantes a certas idéias intuitivas dos quadrantes C e D.

### **Aonde nos levará a investigação**

A investigação sobre os conceitos alternativos tem um longo caminho a percorrer. A fase de aquisição de dados deve continuar por duas razões. A primeira é que, embora tenhamos uma compreensão cada vez maior dos tipos de idéias que as crianças usam, há ainda muitas áreas por explorar (magnetismo, ondas, tempo, por exemplo). Temos de pensar sobre todos os aspectos da Física que ensinamos e não apenas naqueles termos -como potência - que têm idênticas significações na vida cotidiana e nas definições físicas.

A segunda razão radica-se no fato de que os fins, os objetivos, os métodos, o conteúdo e a avaliação em Física continuam a mudar, pelo que se torna necessário proceder a uma avaliação permanente do significado que as crianças dão aquilo que lhes é pedido para fazer. O conteúdo não é independente do contexto e, como os contextos mudam também, a pesquisa deve acompanhar a alteração das idéias. Devem continuar as diligências para encontrar uma teoria geral. Deste modo é possível fazermos previsões a partir de modelos -como sugere White -a fim de maximizar as vias segundo as quais podemos desenvolver propostas diferentes para o ensino e para a aprendizagem. O mais importante, porém, é que o ensino da Física deve continuar a ser informado dos resultados da investigação feita sobre a maneira como as crianças reagem às tarefas, aos fenômenos e às experiências.

Quanto mais os professores explorarem “os espaços dos problemas” dos alunos construídos para compreender os conceitos do mundo real, do laboratório da escola ou procurando resolver novos problemas ou ainda qualquer outra coisa que queiram examinar novamente – tanto melhor. No SSCR Directory (SSCR, 1987) podem

encontrar-se alguns exemplos de excelentes trabalhos de levantamento das idéias das crianças feitas pelos professores.

Para terminar, devemos acrescentar que a pesquisa sobre conceitos alternativos deve acompanhar os movimentos surgidos na ciência escolar. Mesmo em tempos de incerteza, quando a depressão é endêmica e a dificuldade em fazer previsões cada vez maiores, alguma coisa se pode fazer e dizer. Não se trata propriamente de temas como a resolução de problemas, a aprendizagem assistida por computador, a ciência e o drama, a ciência integrada ou não, etc. Podem prestar-se contribuições noutros campos, como, por exemplo, para o debate sobre os testes nas idades dos 7, 11 e 14 anos, não propriamente sobre a elaboração dos testes, mas principalmente no que se refere aos resultados. Se, como somos conduzidos a crer, tais testes se destinam a desempenhar uma função de diagnóstico, podíamos então aprender bastante sobre a compreensão das crianças.

As viagens através do desconhecido podem conduzir a esta espécie de otimismo cor de rosa. Assim o espero.

TRADUÇÃO DE: Maria Amélia Cutileiro Indias – Professora Associada do Departamento de Física da Universidade de Évora, Portugal.

REVISÃO DE: Maria Manuela Costa Rosa – Professora Efectiva na Escola Secundária Sebastião e Silva, em Oeiras, Portugal.

### **Referências Bibliográficas**

- ASSESSMENT OF PERFORMANCE UNIT - APU. The assessment framework for science at ages 13 and 15. Londres: HMSO, 1984.
- BLACK, P., HARRISON, G. In place of confusion: technology and science in the school curriculum. Nottingham: The Nuffield Chelsea Curriculum Trust, NSCT. Trent Polytechnic, 1985.
- CHILDREN'S LEARNING IN SCIENCE PROJECT -CLISP. TeachinR schemes. Leeds: Centre for Science and Maths Education, 1987.
- DEPARTMENT OF EDUCATION AND SCIENCE -DES. A statement of policy. Science Education, p. 5-16, 1985.
- DRIVER, R., EASLEY, J. Pupils and paradigms: a review of the literature related to concept development in adolescent students. Stud. Sci. Educ., v. 5, p. 61-84, 1978.

- DRIVER, R., ERICKSON, G. Theories-in-action: some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual frameworks in science. Stud. Sci. Educ., v. 10, p. 37-60, 1983.
- DRIVER, R., GUESNE, E., TIBERGHIEN, A. Children's ideas in science. Milton Keynes: Open University, 1985.
- DRIVER, R., MILLAR, R. Energy matters. Leeds: Centre for Science Maths Education, 1986.
- DRIVER, R., PHILLIPS, I., WATTS, D.M. (in presa) A bibliography of alternative conceptions research. Leeds: Centre for Science and Maths Education.
- ELLINGTON, E.C. Better science: approaches to teaching and learning. London: Heinemann/ASE for Schools Curriculum Development Committee, 1987.
- ENGINEERING, COUNCIL. Problem solving in primary science. London: Engineering Council, 1984.
- FURTHER EDUCATION UNIT. Supporting science and technology in CPVE. London: FEU, 1986.
- GILBERT, J.K., WATTS, D.M. Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education. Stud. Sci. Educ., v. 10, p. 61-90, 1983.
- HANNON, V. The “new education”: what's in it for girls? In: RANSON, S., TAYLOR, B.,
- BRIGHOUSE, T. (eds.) The revolution in education and training. Harlow: Longman, 1986.
- HEANEY, J., WATTS, D.M. Doing problem solving. London: Schools Curriculum Development Committee, 1987.
- KAHNEY, H. Problem solving: a cognitive approach. Milton Keynes: Open University, 1986.
- MADDOX, J. Physics: how blind had blind up a blind alley. Times, dez. 1978. Educ. suppl. 1.
- MINSTRELL, J. Explaining the “at rest” conditions of an object. Phys. Teach., p. 19-24, 1982.

- NISBET, J., SCHUCKSMITH, J. Learning strategies. London: Routledge and Keegan Paul, 1986.
- NOVAK, J.D., GOWIN, D.B. Learning to learn. Cambridge: Cambridge University, 1985.
- NUSSBAUM, J., NOVICK, S. Brainstorming in the classroom to invent a model: a case study. Sch. Sci. Rev., v. 221, p. 771-778, 1981.
- OGBORN, J. Energy and fuel: the meaning of the Hugo of things". Sch. Sci. Rev., v. 242, p. 30-35, 1986.
- OSBORNE, R.J., FRYEBERG, P. Learning in science. London: Heineman Educational, 1985.
- OSBORNE, R., GILBERT, J.K. An approach to student understanding of basic concepts in science. Guildford: Department of Educational Studies, University of Surrey, 1979.
- PFUNDT, H., DUIT, R. Bibliography: students' alternative frameworks and science education: IPN reports in brief, 31. Kiel: University of Kiel FRG.
- RANSON, S., TAYLOR, B., BRIGHOUSE, J. The revolution in education and training. Harlow: Longman, 1986.
- SECONDARY SCIENCE CURRICULUM REVIEW. Better science: a directory of resources. London: Heinemann/ASE for Schools Curriculum Development Committee, 1987.
- WATTS, D.M. Student conceptions of light: a case study. Phys. Educ., v. 20, p. 183-187, 1985.
- WHITE, R.T. The future of research on cognitive structure and conceptual change (an address to the AERA special interest group: cognitive structure and conceptual change). Washington: AERA Conference, 1986.