

Novas Tendências da Teoria e Prática de Ensino

Conferência de

JOÃO BAPTISTA DE OLIVEIRA

FINEP, Rio de Janeiro

O objetivo do presente trabalho, sugerido no tema, é apresentar novas perspectivas na teoria da instrução.

Para tanto, na primeira parte — que por razões de tempo não será lida nesta oportunidade — foi feita uma tentativa de recuperação e análise dos resultados de alguns dos mais importantes desenvolvimentos curriculares. Este esforço complementa, de certo modo, a descrição apresentada por A.A. Strassenburg na Conferência Internacional sobre o ensino de Física apresentada na Universidade de Edimburgo (Strassenburg, 1975). Se há uma única conclusão a tirar dessa parte, esta refere-se à necessidade de uma fundamentação científica cada vez maior. É como desdobramento deste contexto que apresentamos, na segunda parte (que ora passamos a ler) a discussão de algumas proposições que julgo férteis tanto do ponto de vista teórico quanto do ponto de possíveis aplicações. Trata-se apenas de ilustrar conquistas e contribuições potenciais de uma abordagem psicológica aos problemas da instrução. Falaremos, hoje sobre a análise de tarefas. Não será para uma platéia de físicos que terei necessidade de justificar que não há nada mais prático do que uma boa teoria. Outrossim, recomendo — a quem já não o fez — uma cuidadosa leitura dos documentos da Conferência de Edimburgo, onde é possível observar o que há de mais recente e aplicável em ensino de Ciências.

APRENDENDO DA EXPERIÊNCIA: AS LIÇÕES DA REFORMA DOS CURRÍCULOS

O grande surto de desenvolvimento de currículos e reformas curriculares iniciado nos E.U.A. nos fins da década de 50 (mais de 70 currículos desenvolvidos) está intimamente associado aos progressos realizados no campo das Ciências da aprendizagem e do ensino, bem como a expectativas sobre as funções da escola face a objetivos sociais e científicos julgados relevantes. Seus efeitos transcenderam as fronteiras do país de origem e sem dúvida influenciaram certas correntes de pensamento e certas práticas pedagógicas entre nós.

O que podemos aprender dessas experiências e iniciativas?

Walker e Schaffarzick (1975) compararam 26 estudos — doze dos quais na área de Ciências — a respeito da efetividade e de outros resultados do movimento da "inovação curricular". É digno de menção uma frase introdutória de sua análise, em que afirmam que os novos materiais foram desenvolvidos para substituir os já existentes, não para acrescentar novas matérias ao currículo. Adiante voltaremos a esse comentário. Algumas de suas conclusões:

- Aparentemente os currículos "inovadores" dão resultados melhores do que os "tradicionais", em testes de desempenho.

- Quando corrigidos em termos de tendenciosidade do conteúdo dos testes, os currículos tradicionais comportam-se tão bem quanto os currículos "inovadores". Isto é, testes sobre conteúdos específicos de currículos tradicionais revelam tão bom desempenho dos alunos desses cursos quanto testes sobre conteúdos específicos de currículos inovadores aplicados em alunos de cursos que utilizam novas matérias.

- Uma análise desagregada de resultados desses testes faz ressaltar que há padrões diferentes em diferentes componentes de currículos — quer tradicionais, quer inova-

dores - refletindo a ênfase dada a objetivos tais como informação, desenvolvimento de raciocínio, capacidade de dedução, etc.

- "Oportunidades para aprender", isto é, estar exposto a um currículo particular com suas características de exploração de certos conteúdos e ênfase em determinadas habilidades mostrou-se a variável que mais se correlaciona com o desempenho em tópicos específicos. Isso implica em que currículos diferentes produzem padrões diferentes de desempenho, não necessariamente um padrão geral. O que significa, em outras palavras, que currículos diferentes são associados a diferentes padrões de desempenho.

Sem entrar no mérito da validade e fidedignidade dos experimentos nem da propriedade de usar o método de comparação de currículos, é possível extrair algumas lições das poucas conclusões:

- À questão reincidentemente dirigida ao pedagogo "esse método funciona, esse currículo é bom", sempre cabe mais de uma resposta, em que certos aspectos tem mérito e outros não. Tudo funciona, de certo modo, dependendo dos objetivos e critérios. Portanto não se pode falar que a reforma dos currículos fracassou ou foi um sucesso total. Há que ser mais específico.

- Testes de desempenho possivelmente limitam as chances de inferência a respeito de uma determinada intervenção educacional - mesmo quando bem construídos e sabidamente aptos a aferir razoavelmente os aspectos cognitivos da aprendizagem. No entanto há muitos outros objetivos sobre os quais nos faltam dados elucidativos.

- Com todas as falhas e inadequação do uso de comparação de métodos (para uma crítica detalhada veja Oliveira, 1975) o resultado típico em educação é o de "diferença não significativa". Essa tipicidade não se verificou na análise desagregada dos resultados de aspectos específicos de

certos currículos, implicando em que obtem-se produtos de aprendizagem nitidamente distintos usando-se abordagens diferentes. Esse fato, aparentemente óbvio — e não o é se observarmos também que o fato não é levado devidamente em conta na literatura e nas práticas educacionais — sugere a necessidade de maior atenção aos conteúdos e ênfases que se dão aos currículos, e que deveriam ser tratados como variáveis importantes que afetam o desempenho.

— Uma outra maneira de aferir a validade do uso de uma determinada abordagem curricular é verificar se as promessas apregoadas pelos proponentes se verificam, inclusive em termos de efeitos a longo prazo. Pouco se pesquisou nessa área, e os resultados obtidos são de difícil interpretação face às contaminações e outras dificuldades metodológicas.

Uma perspectiva mais detalhada nos é oferecida por Shulman e Tamir (1973) em sua excelente revisão crítica dos currículos de Ciência.

Além das notáveis diferenças significativas em testes específicos já assinalados, esses autores sugerem critérios indiretos através dos quais podem-se aferir outros resultados.

No que diz respeito à adoção de currículos novos, por exemplo, há evidências do amplo uso do PSSC, inclusive em mais de 50 outros países; do BSCS, a versão amarela foi a mais difundida; não há correlação entre a qualidade da escola e a decisão sobre adoção ou não de novos currículos; o nível geral de matrículas opcionais em Física, mesmo com o PSSC, continuou a decair no "College", fato possivelmente associado a uma expectativa da obtenção de notas mais baixas nessa matéria que em outras.

Quanto ao impacto do programa e do ensino, argumentam os revisores que uma plêtorá de material foi produzida, sendo muitos de boa qualidade. Como decorrência, os livreiros e editores tornam-se obrigados a atualizar o seu material, e muitos deles o fizeram já influenciados tecnicamente pelo

movimento. O impacto sobre testes e avaliação é mais mensurável em termos de novos instrumentos gerais e específicos desenvolvidos em torno do BSCS, PSSC, IPI, Harvard Project Physics, Earth Science Curriculum Project e outros ingredientes da "sopa do alfabeto" (*). Novos testes foram desenvolvidos, inclusive visando a aferir componentes da área afetiva e psicomotora. Uma nova mentalidade sobre uso e necessidade de testar currículos e alunos se formou, afetando inclusive editores comerciais, que passaram a publicar evidência de resultados empíricos de certos produtos. O caso mais notável, além do IPI de R. Glasser e do Projeto Talent é o do Harvard Project Physics, em que instrumentos de avaliação formativa e somativa, e ainda avaliação através de pesquisas exploratórias proporcionaram inúmeros dados e informações sobre desempenho de alunos, professores, ambientes de aprendizagem e atitudes. O uso de escores de ganho (pré-pós testes) tornou-se difundido. Estudos transacionais, desenvolvidos a partir da metodologia de Robert Stake revelaram interessantes resultados acerca da maior utilização de horas de laboratórios; maior uso de meios de ensino além do professor; a distorção — já comentada por Silberman — entre objetivos dos currículos e os programas de ensino, bem como entre os programas e sua real implementação; revelaram ainda relações positivas entre clima de sala de aula e desempenho, entre outros. Finalmente, cabe ressaltar que uma grande abertura para inovações surgiu desse movimento. Para citar um exemplo, o Harvard Project Physics já surgiu como reação ao PSSC.

Uma análise de determinados componentes dos currículos é capaz de nos revelar características que facilitarão a compreensão da segunda parte dessa exposição.

(*) "Alphabet Soup" é como os educadores se referem ao "cardápio de novos currículos desenvolvidos na década de 60, quase todos denominados através das suas siglas.

Uso de *Objetivos* - Começemos pelo uso de objetivos, no programa. O AAAS-Science a Process Approach e o IPI - Individually Prescribed Instruction tipicamente ilustram o uso de objetivos comportamentais detalhadamente descritos, o que tornou-se difundido em inúmeros outros programas destinados a clientela de níveis mais elementares. Em programas para o nível secundário, tal como o BSCS, os objetivos são expressos em termos mais gerais, e começa-se a ter mais preocupação com aspectos afetivos e atitudinais. A determinação de objetivos em maior ou menor grau de especificidade reflete uma concepção de estrutura da Ciência ou da disciplina, assunto do qual tornaremos a falar numa análise teórica posterior.

Influências de Teorias - É fácil relacionar diretamente a influência de eminentes psicólogos e pedagogos sobre a abordagem de muitas iniciativas. Assim, por exemplo o AAAS e IPI nitidamente traduzem a influência da abordagem do processo de R. Gagné; o BSCS, as posições de Schwab sobre a investigação como processo de ensino; Piaget e suas proposições psicogenéticas patentemente permeiam-se através do Elementary Science Study, o Science Curriculum Improvement Study e o MacMillan Science, entre outras. Ausubel influenciou o programa Audiotutorial desenvolvido por Postlethwaite. E não se pode omitir a influência generalizada das teorias de Jerome Bruner, bem como sua atuação direta em projetos tais como o de Ciências Sociais (Man, a Course of Study).

Aprendizagem por Descoberta - Por oportuno, analisemos alguns aspectos da descoberta e da pesquisa como abordagem do ensino de Ciências, limitando-nos ao ponto de vista dos resultados empíricos. Há pelo menos três concepções sobre o modo de se ensinar "por descoberta": a questão da descoberta guiada, a *sequência*, e o *papel* do aluno.

No caso do PSSC, Herron (1971) mostra que 80% dos 52 exercícios, isto é, 39 exercícios são totalmente guiados, em que pese a publicidade em torno da "descoberta". No BSCS, 45 de 62 exercícios também refletem essa ênfase. A discus-

são teórica — que o tempo impossibilita — indicaria a defasagem metodológica entre concepção e desenvolvimento curricular, de um lado; de outro, a questão da descoberta como propriedade da Ciência, e não como variável independente do ensino (veja Bruner, 1968; Schwab, 1962).

O segundo aspecto refere-se à *seqüência* (uma excelente revisão está em Briggs, 1968), e é notável a freqüente confusão entre método indutivo de ensino e ensino por descoberta. A confusão entre indutivo e experimental baseia-se possivelmente numa interpretação errônea de Dewey quando este fala que a essência da Ciência moderna reside na quebra do racionalismo do tipo aristotélico com o advento do raciocínio científico. Nessa interpretação, insistimos, errônea, a dedução passa a ser sinônimo do pré-Galileico, e com isso parece que se esqueceu o caráter hipotético-dedutivo da Ciência moderna (Kuhn, Popper, etc.).

Uma seqüência — apresentada ao aluno de forma guiada ou não — pode ilustrar tanto um método indutivo ou dedutivo. Daí surge a impossibilidade quase total de se apreciar a literatura, onde haveria necessidade de se especificar, na avaliação de um currículo, se trata-se de indutivo/dedutivo e guiado/não guiado.

Acrescem dois outros problemas a essas dificuldades conceituais que refletem a debilidade teórico-conceitual dos currículos tanto em sua concepção como em seu desenvolvimento. Um (Briggs, 1968) refere-se às dimensões em que a *seqüência* pode ser estudada: dentro de uma lição, de uma unidade de ensino, um semestre, dentro de um programa. Conquanto o primeiro tipo tenha sido o mais estudado, pouca luz existe sobre otimização sequencial, sendo os estudos de Gagné e Briggs (1974) os mais promissores no que se refere à possibilidade de avaliação empírica de seqüência dentro de uma hierarquia de habilidades. O segundo aspecto, é a noção de *operação* como sinônimo de manipulação mental, que é frequentemente confundida com termos tais como escola ativa, atividade, manipulação, em que a mera possibilidade de

ações concretas e manipulativas pelo aluno é confundida com o postulado de Piaget a respeito da operação como elemento fundamental do pensamento (Aebli, 1958)'. Voltaremos brevemente ao tema ao falar de laboratórios de ensino.

Ainda no que diz respeito à sequência, o papel do aluno (ativo v.s. passivo ou controlado) teria que ser estudado como independente do grau de "guia" ou pistas: importa aqui pesquisar quem conduz a inquirição. É ainda Herron (op. cit.) quem afirma que em que pese a constante insistência de Schwab sugerindo um nível mínimo de guia, há poucos exemplos de situações (BSCS e Elementary Science Study) em que o aluno é incitado a desempenhar o papel de conduzir o inquérito. É possível que na prática — através de estudos transacionais sobre o real processo de ensino — as novas concepções pedagógicas de escola sem muros, educação aberta, etc. estejam adiante das teorias e recomendações. Seria possível — conquanto extenso — destacar as posições de Bruner, Ausubel e Gagné a respeito da aprendizagem guiada e processos de descoberta. Convém apenas frisar a importante distinção entre *invenção* — um conceito que deve ser construído para explicar um fenômeno particular — e *descoberta*, um conceito *inventado* para uso dos estudantes.

A complexidade conceitual e o uso pouco rigoroso desses termos dentro das atividades de desenvolvimento de currículo dificulta uma verificação dos grandes propósitos a que propuseram esses esforços e sugere maior precaução científica na delimitação de propósitos e objetivos curriculares e de ensino.

O Laboratório de Ensino — Há três razões tipicamente aduzidas em favor do uso de laboratórios de ensino:

- 1) Necessidade do concreto, para aprender matérias tão complexas (como a física, por exemplo);
- 2) A coleta e análise de dados levam o aluno a uma maior participação na investigação e lhe permitem familiarizar-se com o método científico;
- 3) Os efeitos de motivação.

Nesses casos, o entendimento suposto é o de laboratório como meio de demonstrar o que foi exposto na sala de aula. Shulmann e Tamir (op.cit., p. 119) evidenciam como os estudos empíricos testados a partir dessa abordagem não revelaram a superioridade do uso de laboratório. (*)

Certos desenvolvimentos do movimento da reforma curricular trouxeram em seu bojo um enfoque processual, no qual o laboratório passa a adquirir um papel central, não como um meio de demonstração (apenas), mas embebido no cerne do processo de aprendizagem de Ciências (Romey, 1969; Novak, 1970a).

Estudos empíricos como o de Yager, Engler e Snider (1969) são ilustrativos das inúmeras pesquisas na área, e revelam diferenças não significativas entre grupos usando ou não laboratórios, com ou sem discussão na sala de aula. Menos do que invalidar o uso de laboratórios, algumas questões surgem ao cientista familiarizado com outros resultados da literatura sobre ensino: 1) parece que, em termos de resultado de aprendizagem, o laboratório poderia ser um elemento essencial; 2) é possível que para alguns estudantes o laboratório seja mais adequado, conquanto para outros é possível que ele seja visto como um meio de atrasar maior aprendizagem de novos conceitos e teorias; 3) e não há evidências — mas é plausível admitir — que o laboratório traz substanciais efeitos em termos de atitudes, além, naturalmente, de habilidades típicas de laboratório.

Cumprir assinalar, de passagem, que conquanto os resultados da comparação de testes padronizados de conhecimentos na área de Ciências físicas e biológicas insistentemente

(*) Esses resultados se assemelham aos de pesquisas sobre "meios auxiliares de ensino", particularmente estudos sobre A.V. como "ilustração", e "complementação" da exposição didática. O desvio básico dessas abordagens reside na concepção errônea do uso de variáveis independentes.

mente resultam em diferença não significativa relativa ao uso ou não de laboratório, cabe suspeitar da representatividade (validade ecológica) dos desempenhos aferidos por esses testes.

No entanto, é ainda Shulmann e Tamir (op.cit.) que citam inúmeros resultados de testes sobre compreensão da natureza de atividades científicas em que diferenças não significativas se repetem em relação ao crescimento dos alunos nesse aspecto, o mesmo ocorrendo com estudos sobre testes de pensamento crítico.

Outrossim, os estudos denotam tipos diferenciados do uso de laboratórios, referentes ao papel do aluno, ao tipo de relatórios e à abordagem (programado enquanto conteúdo ou processo). A conclusão mais importante é que tipicamente o laboratório é usado acessoriamente, sem maior fundamentação ou justificativa teórica ou empírica — e se assemelha ao uso adjetivo dos "recursos audiovisuais". Outrossim, como demonstra a maioria dos estudos revistos, o laboratório ainda está longe de ser um centro de pesquisa ou investigação.

Na medida em que o tratamento ("*laboratório*", "*método da descoberta*") for descrito de maneira menos obscura, em que a comparação de métodos (que comumente demonstra o Óbvio, se tanto) e o pressuposto de que não há um método que seja tipicamente superior a outro para todos os fins o ensino for eliminado será possível passar a uma fase de estudos sobre ensino de Ciências em que ambientes mais naturais do ensino poderão ser pesquisados e sugerir respostas não sobre que *tipo* de instrução é o melhor, mas *quão* bem os programas funcionam.

Se há, portanto, razões para ser otimista, se há claras linhas de pesquisa delineadas para ajudar a compreensão dos processos e efeitos de um currículo, se há mesmo resultados que favorecem a adoção de certas metodologias e práticas pedagógicas no ensino de Ciências, há também razões de outra ordem que vale a pena relerbrar.

Charles Silberman, autor de *Crisis in the Classroom*, comentando os resultados do movimento da renovação curricular em seu país conclui com poucas palavras sobre seus efeitos. A profundidade e singeleza das observações dispensam comentários, mas convidam a uma permanente reflexão:

1) Os currículos não produziram grandes mudanças na escola enquanto instituição, restringindo-se à sala de aula e eventualmente ao laboratório de ensino;

2) Em termos sociais, apenas uma pequena proporção de estudantes foi beneficiada, pela pouca quantidade implementada; ora, se os currículos não foram adotados, como poderão ser bem sucedidos ?

3) Finalmente, basta sentar numa sala de aula para observar que, na prática, os novos currículos raramente são usados efetivamente, conforme os propósitos de seus idealizadores.

Há muitas outras lições a tirar, dessas iniciativas. Uma delas é que se devem criar expectativas fantasiosas em relação a uma revolução no ensino — que, mais, talvez, que uma resolução científica — é difícil de se desencadear. Muito menos partindo-se apenas de uma disciplina e aceitando os cânones da tradição escolar. É possível que estejamos diante de uma possibilidade revolucionária, ameaçada em sua expressão pela rigidez do formalismo de que se reveste a estrutura acadêmica da instituição escolar. Adiante voltaremos ao assunto.

É possível e desejável o trabalho interdisciplinar em educação, e a participação de eminentes cientistas em atividades curriculares pode contribuir significativamente para um repensar de todo o processo do ensino.

Ainda convém ressaltar a importância dos conteúdos, da relevância de que se ensina, que deve ser considerada como variável dependente, e não como um dado. Essa observação convida à pluralidade, à oferta de alternativas.

Finalmente, sem esgotar as implicações, cumpre ressal-

tar o aspecto prático da questão do ensino. Exceto se nos limitarmos às elites - para os quais sempre se encontrar; alguma saída - é preciso pesquisarmos formas, estratégias e possibilidades alternativas de aprender e de ensinar - e é minha convicção que uma visão analítica e científica de processo de instrução pode trazer alguma luz. É essa a tentativa da segunda parte, restringindo-se a um item apenas, desse vasto e inexplorado campo.

ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E CIENTÍFICO-EXPERIMENTAIS DA PSICOLOGIA DA APRENDIZAGEM E DA INSTRUÇÃO

Grande parte do que se denomina psicologia da aprendizagem pode ser pensada como de potencial aplicável a situações práticas de ensino. No entanto, no atual estado de remota aplicabilidade de porções substanciais desses conhecimentos, é notória a existência de duas principais razões irremediáveis: a) as condições artificiais talvez sejam **necessárias** para as pesquisas sobre a aprendizagem, mas não são representativas das condições reais em que a aprendizagem humana ocorre, e b) o tipo de tarefas usadas nesses estudos, e que vão do peculiar ao **esotérico** (Gagné, 1969).

Recentemente muitos psicólogos tem voltado suas investigações para a **análise** do processo de instrução, tanto para exploração de novos campos, como premidos por necessidades sociais relevantes. Interessa apontar a diferença entre a descrição **empírica** ou **teórica** da aprendizagem (psicologia da aprendizagem) e a análise psicológica apropriada ao desenvolvimento de procedimentos para a **otimização** da aprendizagem (Glaser e Resnick, 1972).

Jerome Bruner (1968) ressalta que uma teoria da instrução é prescritiva, no sentido de estabelecer regras pertinentes ao melhor meio de alcançar conhecimento ou desenvolver uma habilidade. Enquanto uma teoria de aprendizagem descreve, após o fato, as condições sobre as quais algum comportamento ocorreu, uma teoria de instrução é normativa, no sentido de que ela estabelece um critério e as condições

de alcançá-lo.

Conquanto uma teoria prescritiva dispense (ao menos inicialmente) uma descrição teórica, há um conjunto de hipóteses (ou descrição) a respeito dos processos subjacentes de aprendizagem. Independentemente do tipo da teoria descritiva utilizada, há certas características básicas que são comuns a uma teoria prescritiva da instrução: 1) a determinação do comportamento (estado final de conhecimento) desejado; 2) a *descrição* do estado inicial do aprendiz; 3) as ações ou condições (alternativas) a se implementar; 4) a aferição da ocorrência das modificações no estado inicial; 5) a avaliação da consecução de um estágio final de desempenho (aprendizagem, retenção e transferência).

Diversas hipóteses alternativas a respeito da utilização desses conceitos são objeto do campo de estudo denominado recentemente *sistemas de instrução* (para uma descrição geral com ilustrações e exemplificações desse conceito ver Oliveira e Oliveira, 1974). Destacaremos, em nossa discussão de hoje, alguns aspectos relacionados com os objetivos de ensino e análise de tarefas. Antes, algumas definições para precisarmos o que estamos falando.

Instrução é entendida como "o processo pelo qual o ambiente de um indivíduo é deliberadamente manipulado", de maneira a permitir-lhe aprender a emitir ou engajar-se em comportamentos específicos sob condições especificadas ou como resposta a situações específicas (Corey, 1967).

O planejamento da instrução, ou o delineamento de um sistema de instrução é "o processo de especificar e produzir situações ambientais particulares que levam o aprendiz a interagir de tal modo a que ocorram mudanças em seu comportamento" (Merrill, 1971).

Em linguagem experimental, uma situação de instrução pode ser analisada em termos de *variáveis independentes* (método, materiais, meios, características de professores, alunos, etc.), em termos de *variáveis dependentes* (ou objetivos a que se quer chegar, em termos de aprendizagem, reten-

ção e transferência a novas situações, bem como no sentido mais genérico de desenvolvimento intelectual) e de *variáveis intervenientes* (os processos, atividades e eventos não diretamente observáveis que são inferidos para explicar porque certa mudanças numa variável independente leva a alteração de valor na V.D.).

Se por um lado as práticas educacionais pouco evoluíram nos Últimos séculos — os pré-socráticos, Newton e nos seus contemporâneos muito teriam em comum no seu comportamento docente — há razões para acreditar que uma profunda base científico-experimental — e só uma fundamentação dessa natureza — propicia condições capazes de assegurar um real progresso em nossos métodos e práticas de ensino. Isso não equivale a dispensar o que há de arte, de vocação e de outros *imponderáveis* no processo de ensino. Mas ao focar a relação ensino-aprendizagem como precedente a qualquer outra (inclusive a estratificada postulação de um imutável binômio professor-aluno), contemporâneas pesquisas e teorias de instrução podem equivaler a uma revolução copernicana do ensino. Que, aliás, já começou.

Assim, em que pese o caráter mediato e aparentemente teórico da aceitação de um enfoque científico aos problemas do ensino, nada nos parece mais fecundo e comunicativo do que essa convicção e esse tratamento aos problemas do ensino. Pode ser que estejam ainda muito defasados em relação a aplicações práticas — mas não é isso que a própria revisão anterior da literatura sobre currículos nos deixa inspirar.

Quanto aos que crêem que o ensino é só ou é fundamentalmente uma questão de prática, de arte, ou de intuição — ou que crêem na imutabilidade sem contestação da polaridade professor-aluno — embora reconhecendo o apelo intuitivo de suas posições e o pragmatismo de sua convicção, não vemos aí habilidades, atitudes ou fundamentação que sejam generalizáveis, reproduzíveis ou capazes de beneficiar a formação e constituição de um conhecimento predizível e pres-

critivo dos fatos do ensinar e do aprender.

Tendo limitado o escopo dessa parte do trabalho a apenas um aspecto do modelo instrucional, qual seja, a determinação do que se espera ensinar, discutiremos, para ilustrar o potencial das novas teorias da instrução (*) a questão fundamental da *estrutura* e do conceito de disciplina, referindo-nos sempre que possível à Física ou áreas afins do ensino de Ciências. Pelo tempo, limitaremos as discussões em torno das teorias de Bruner, Ausubel e Gagné, explorando suas extensões, quando necessário ou ilustrativo. O pressuposto de qualquer esforço instrutivo reside na concepção que se tem de uma *tarefa* de aprendizagem. Qual é a unidade de *conhecimento* ou de *comportamento* que se deseja ensinar? É o comportamento reflexo? Operante, de Skinner?

O problema da estrutura — longe ainda de ter sido resolvido, no que se refere aos materiais significativos usuais no ensino formal — tem sido estudado a partir de dois enfoques: *estrutura de disciplina* (seja como informação verbal ou conceitual) e a *estrutura de habilidades* (um conjunto de performances ou operações intelectuais).

A importância da estrutura para o ensino é que é possível prever diferenças de *desempenho* se tivermos um modelo explicativo de como formas diferentes do mesmo conteúdo requerem diferentes comportamentos de aprendiz. Essa questão é básica para assentar qualquer esforço de pesquisa ou desenvolvimento curricular.

O primeiro passo nesse sentido consiste em caracterizar os requisitos da tarefa a ensinar, o que só é possível através da caracterização dos aspectos cruciais da estrutura.

As pacientes e fecundas pesquisas do suíço Jean Piaget tiveram, nos Estados Unidos, sobretudo, e, em decorrência,

(*) Uma análise descritiva e comparativa das principais teorias de instrução e de suas possíveis aplicações a situações práticas pode ser encontrada em Oliveira, 1973.

em inúmeros países que se lhe seguem a tradição científica, uma enorme difusão e impacto, particularmente através e a partir do livro de Jerome Bruner, *O Processo da Educação* (Bruner, 1960), escrito após a histórica conferência de Woods Hole, marco inicial do movimento da reforma de currículos.

Nesse livro, Bruner analisa quatro concepções fundamentais à compreensão de sua teoria: 1) a *noção de estrutura* — a partir do que insiste na necessidade da redefinição dos conteúdos e objetivos do ensino; 2) a sua crença na capacidade (ilimitada) do aprendiz de assimilar qualquer conteúdo desde que lhe seja apresentado em forma acessível e honesta; 3) a *heurística* do processo de aprendizagem, princípio segundo o qual a Ciência pode ser descoberta intuitivamente, e 4) a importância de uma *tecnologia do ensino*, isto é, a necessidade do uso de transmissores e amplificadores necessários ao processo de aprender.

Para Schwab, (1962) que enorme liderança exerceu na década anterior na área do ensino de Física, a estrutura de uma disciplina consiste, em parte, num corpo de concepções impostas, que definem a matéria estudada por uma disciplina e controla suas investigações. A estrutura, então, não só precede os fatos mas determina o que será considerado um fato. Para ele, há três maneiras de encarar o conceito de estrutura: 1) de um prisma filosófico; por exemplo, uma visão comtiana, platônica ou aristotélica da Ciência — e que naturalmente refletiriam em diferentes estruturas de organização curricular; 2) os aspectos *substantivos* ou *semânticos* (que é sinônimo de corpo de conceitos, em Bruner), e 3) os aspectos *sintáticos*. A estrutura conceitual substantiva (semântica) determina aquilo sobre o que vamos pesquisar, e em termos essa estrutura é imposta sobre a matéria, dependendo do enfoque, e não é inerente à mesma. Daí, em termos práticos de organização curricular, a futilidade de se procurar esquemas conceituais ou de captar uma Única estrutura de uma matéria. Ademais, Schwab distingue o *ensino*

como método de investigação da Ciência enquanto investigação. A aprendizagem não é uma atividade científica *per se*, mas conduz a ela através de análises, interpretações, etc.: é a atividade do investigar (e não uma retórica de conclusões) que é o mais importante na sala de aula. Isso leva ao conceito de estrutura sintática, que se volta para as operações usadas num campo de investigação determinado, e refere-se aos procedimentos e métodos da Ciência.

Essa reflexão nos conduz a dois fecundos e polêmicos pontos de discórdia a respeito de objetivos do ensino da Ciência: o aspecto normativo e o aspecto cognitivo.

Quanto ao aspecto *normativo* — e a posição de Schwab já antecipada acima favorece a exploração dos aspectos mais fluídos e portanto menos estáveis — estamos no domínio da filosofia, da teoria de conhecimento, e respostas diferentes dependem de pontos de partida diferentes. O ensino será para formar cientistas, como Bruner teria proposto? Ensinar uma Ciência revolucionária vs. uma Ciência normal, conforme propõe Kuhn? Este é o aspecto fundamental — o que precisa ser continuamente repensado e explicitado no decorrer de qualquer esforço pedagógico. Dele depende todo o arcabouço de um desenvolvimento curricular — o que não se trata apenas de uma questão de técnica, mas de opção, que reflete, inclusive, a ideologia educacional da comunidade científica e dos administradores que legislam sobre educação (Hamburger, 1975).

O segundo aspecto, no qual nos deteremos, é o *aspecto cognitivo*, e tem a ver com a capacidade de aprender, seus modos, a ordenação e sequência, enfim, as variações e sentidos que a estrutura do que se deve aprender, estudadas do ponto de vista dos psicólogos. Insisto em que é apenas um aspecto de questão, e que o trabalho do psicólogo ou do cientista da instrução não se esgota em si mesmo.

Os dois níveis de discussão interessam ao psicólogo e ao pedagogo. No nível *normativo* cabe perguntar: o que os alunos devem saber? Deve ser ele um cientista — como tal-

vez ambiciosa e inadequadamente se propuseram muitos dos desenvolvimentos curriculares ? Ou deve ele apenas aprender os esquemas conceituais da Ciência ? Deve haver uma ênfase em processos ou objetivos ? Em que consiste a alfabetização científica ? A resposta a essas perguntas dependerá da posição filosófica e epistemológica, e é um passo essencial, muitas vezes esquecido em discussões a respeito de objetivos de ensino. Esse nível sugere que podemos ter diversos tipos de currículo, de acordo com a posição previamente adotada, e que não há uma Única resposta correta.

Ao nível *cognitivo* a pergunta é: o que é mais permanente e que merece ser ensinado, em termos de aprendizagem, retenção e transferência ? Que operações intelectuais se esperam do aprendiz ?

Bruner é enfático: os objetivos do ensino são as estruturas gerais da Ciência e a *heurística* da descoberta. E o que é a estrutura do conhecimento, para ele ? Uma estrutura ótima refere-se a um conjunto de proposições a partir das quais pode ser gerado um corpo de conhecimento: é característica da formulação dessa estrutura a fluidez, dependendo do estágio de avanço de uma Ciência em particular. Basta dizer que o mérito de uma estrutura reside em seu poder de simplificar informações, gerar novas proposições e aumentar a capacidade de manipulação de um corpo de conhecimento (Bruner, 1968, p.41). Bruner enfatiza (*op.cit.* p.44) que qualquer idéia, problema, ou corpo de conhecimento pode ser apresentado de forma simples o suficiente para que qualquer aluno seja capaz de compreendê-lo e reconhecê-lo. Para isso ele distingue três características: o *modo de representação* - que pode ser enativo, icônico ou simbólico; a *economia* - isto é, a quantidade de informação que deve ser armazenada; e o poder *efetivo* - qual seja, o valor generativo do conjunto de proposições aprendidas por um indivíduo em particular. Modo, economia e poder variam em relação a idades e estilos diferentes dos aprendizes, e também em relação a diferentes *matérias*.

Conquanto sua insistência maior seja sempre no ensino das estruturas genéricas da Ciência, mas recentemente (Bruner, 1970) o autor chega a mencionar a necessidade do ensino de habilidades intelectuais — além das estruturas genéricas — como objetivos do ensino.

Terminamos essa breve análise da posição de Bruner com três citações, para permitirem substanciar melhor a conclusão abaixo e a indicação de aplicações ao ensino de Física.

"... uma teoria de currículos reflete não somente a natureza do próprio conhecimento mas também a natureza do aprendiz e o processo de obtenção de conhecimento: É a linha de indistinção entre conteúdo e método. ... Instruir não é uma questão de sobrecarregar a mente com resultados. Ao invés, trata-se de ensinar o aprendiz a participar no processo que torna possível o estabelecimento do conhecimento. Ensinamos a um aluno não a produzir pequenas bibliotecas ambulantes de uma disciplina, mas sim a pensar sistematicamente para si mesmo, a considerar a história como o faz o historiador (a, respeito veja o leitor o artigo de Gilbert, 1976), a tomar parte no processo de busca de conhecimento. Conhecer é um processo, não um produto (op. cit., p.72). É mais adiante "uma" disciplina é uma invenção das sociedades letradas. Ela pode ser concebida como um modo de pensar a respeito de determinado fenômeno ... Subjazendo ao modo de pensar de determinada disciplina há um conjunto de proposições generativas interconectadas. Em Física e em Matemática tais proposições são muito explícitas tais como teoremas sobre conservação, axiomas, regras de análise, etc. ... Daí porque, diz o autor "não há nada mais central a uma disciplina que o seu modo de pensar. Não há nada mais importante do que dar a uma criança oportunidades prematuras de aprender este modo de pensar — as formas de conexão, as atitudes, esperanças, brincadeiras e frustrações que o acompanham". É nesse ponto que Bruner introduz as características diferenciais dos estágios de desenvolvimento e explora a teoria de Piaget em termos pedagógicos, pro-

pondo "uma psicologia de cada disciplina".

A terceira citação de Bruner a respeito de estrutura curricular é uma lista de objetivos, a propósito de um dos currículos que ele orientou mais de perto, no caso, na área de Ciências Sociais (Man, a Course of Study), mas cujas inferências para o ensino de Física são diretamente traçáveis. Eis a lista:

- 1) Dar ao indivíduo respeito e confiança nos poderes de sua própria mente;
- 2) Dar-lhe respeito, sobretudo, para os poderes do pensamento em relação à condição do homem e à vida social;
- 3) Proporcionar-lhe um conjunto de modelos que lhe torne mais simples analisar a natureza do mundo (social);
- 4) Dar um senso de respeito às capacidades; e condições do homem enquanto espécie, às suas origens, seu potencial;
- 5) deixar ao estudante, um senso de inacabado (op. cit., p.101).

Não seria justo, sobretudo para uma audiência de não-psicólogos, inferir conclusões finais e sugerir aplicações diretas a partir de uma visão tão breve.

As posições de Bruner sobre a heurística da descoberta como objetivo de ensino e a necessidade de exploração da transferência lateral de aprendizagem via método de investigação são algumas de suas inúmeras intuições geniais. A dificuldade tem sido operacionalizar esses conceitos mantendo a força de pensamento do autor (*).

Voltemo-nos brevemente para o pensamento de David P. Ausubel. Para esse autor, o objetivo curricular deve ser o ensino de corpos organizados de conhecimento. O conceito

(*) O que se tem visto, na maioria das vezes, é uma interpretação livre do pensamento de Bruner, em que qualquer atividade prática, qualquer laboratório de ensino, qualquer currículo definido em termos genéricos ambiciosos é considerado "bruneriano" e isso tem ajudado mais a confusão que ao progresso.

de estrutura cognitiva, para ele, consiste nos processos mentais que facilitam a integração de conteúdo através da organização do material aprendido. Ausubel preocupa-se fundamentalmente com a aprendizagem de materiais significativos, através do processo de assimilação que ele denomina *subsunção*. Ele crê que há um corpo de conhecimentos organizados que vale a pena ensinar, e cuja estabilidade (vs. a fluidez ajustada por Schwab) é maior do que parece.

A posição de Ausubel, portanto, reconhece a existência de disciplinas com conteúdos específicos, com uma forma de organização inerente, e cujos conteúdos vale a pena ensinar. A forma de apresentação desse material deve facilitar a *estruturacão* cognitiva dos materiais através da *subsunção* e de outros processos mentais que ele descreve. O importante a ressaltar — com a limitação de tempo que nos impede uma descrição mais ampla e uma análise dessa teoria — é a importância fundamental de suas pesquisas e *teorizações* para a compreensão da aprendizagem de materiais verbais, um dos aspectos capitais da aprendizagem escolar.

Vejamos agora, ainda a respeito do mesmo problema de estruturas, matérias e determinação de objetivos, a posição de um eminente psicólogo, Robert Gagné. Sua preocupação central é com os resultados da aprendizagem, sobretudo do ponto de vista de capacidades mais permanentes. Gagné distingue, baseado nos tipos diferentes de resultados e de processos mentais requeridos, cinco domínios da aprendizagem, isto é, tipos de capacidades aprendidas. São esses: o conhecimento (ou informação), as habilidades intelectuais, as *estratégias* cognitivas, as atitudes e as habilidades motoras.

Esses cinco domínios implicam em diferentes controles sobre os mecanismos de instrução que permitem sua aprendizagem, e também significam que há diferentes categorias de coisas a se aprender. Apresentando características diferentes, eles podem, inclusive, ser armazenados em diferentes partes do cérebro.

Ao pensarmos em currículo, a tradição impõe sobre nós o conceito de *disciplinas*, o que, na verdade, é uma super-simplificação de objetivos sociais e educacionais, mais do que atividade; que refletem as reais funções do homem na sociedade. Isso equivale a pensarmos na *disciplina* de tiro ao alvo numa sociedade primitiva, correspondente à função de caçar. Uma melhor expressão dos objetivos educacionais se traduz em termos de atividade humana. Essas atividades podem ser decompostas num conjunto de capacidades humanas — que, aliás, tornam possíveis essas funções ou atividades sociais. Para uma elaboração curricular, cabe encontrar meios de identificar as capacidades humanas, e, daí, determinar os objetivos educacionais desejados.

A usual designação de matérias — Inglês, Física II, etc., são bastante arbitrárias, e difíceis de se fazer generalizar. Uma alternativa seria a determinação de objetivos específicos — inclusive por disciplinas. Ainda aí seria difícil generalizar, e o esforço de detalhamento, bastante grande. Interessa simplificar a tarefa do planejamento curricular em bases científicas, e Gagné o faz identificando as cinco grandes categorias de capacidades humanas. Essas categorias podem ser distinguidas porque cada uma delas leva a uma diferente classe de desempenho, e cada uma segue um diferente conjunto de condições de ensino para uma aprendizagem efetiva. Mais importante, diz Gagné, dentro de cada categoria, independentemente da matéria, as mesmas condições se aplicam. Isso tem profundas implicações para a análise do conteúdo de estruturas.

Essas categorias correspondem, portanto, às estruturas e processos do nosso pensamento — e não são meramente arbitrárias. Uma breve definição impõe-se (Gagné e Briggs, 1974).

Habilidades *intelectuais* são capacidades que tornam o indivíduo competente, isto é, habilitam-no a responder às categorizações do seu ambiente. Elas se constituem na estrutura mais básica — e ao mesmo tempo mais pervasiva —

da educação formal.

Estratégias Cognitivas são uma classe especial de habilidades que governam as próprias capacidades de aprendizado, retenção e do pensar. Incluem-se nessa categoria as capacidades de criatividade, heurística, e possivelmente essa categoria refere-se a habilidades ou traços mais amplos e generalizáveis.

Informação Verbal ou conhecimento, refere-se às enormes quantidades de nomes, letras, datas, fatos, proposições que aprendemos a cada dia. Armazenamos grandes massas de informações organizadas, parte do qual é intimamente ligado às matérias específicas, mas parte da qual é extremamente necessária para o uso cotidiano.

Habilidades Motoras são bem conhecidas. As *atitudes* ou domínio afetivo referem-se às preferências ou opções de um indivíduo em relação a uma situação.

Pensar em estrutura de conhecimento em termos de categorias é econômico, e, além disso, no caso das capacidades supralistadas, permite-nos descrever a real aquisição mental do aprendiz e prever instâncias particulares de seu comportamento. São categorias distintas porque referem-se a classes distintas de desempenho. Infelizmente não cabe aqui descrever os mecanismos de aprendizagem referentes a cada categoria. Resta enfatizar a utilidade dessa classificação, válida para qualquer conteúdo. Essas capacidades humanas são descrições das expectativas a respeito do que um indivíduo deve saber, mais particularmente, do que deve saber como fazer. Elas não se referem diretamente ao conteúdo de uma disciplina — embora tenham relação com isso. Em um curso de Ciências, por exemplo, os objetivos: 1?) resolver problemas de velocidade, aceleração e tempo, 2?) formular um experimento para testar uma hipótese científica especificada, e 3?) descrever os resultados de um experimento, podem se aplicar a diversos conteúdos; referem-se a classes de desempenho, não a tópicos ou títulos de um curso específico.

As implicações dessa taxonomia são diversas, em termos de planejamento curricular, sequência e avaliação. Detenhamo-nos nos aspectos de estrutura, particularmente na estrutura das habilidades intelectuais — um dos cinco domínios supralistados.

Os diferentes níveis do complexo processo mental permitem uma classificação dessas habilidades intelectuais. As pesquisas de Gagné (1965) permitem destacar oito tipos de capacidades, que vão desde conexão entre estímulo e resposta até habilidades de solução de problemas, passando por discriminação, conceitos e regras. Em qualquer "disciplina", as habilidades intelectuais podem ser caracterizadas numa dimensão de complexidade, isto é, os aspectos intrínsecos dos processos mentais são inferidos para explicar o desempenho. Inúmeras habilidades de formação de padrões espaço-temporais, por exemplo, são essenciais para muitas disciplinas. Cumpre registrar o caráter seqüencial — hierárquico dessas habilidades, já que a aprendizagem de uma capacidade de nível superior tem como pré-requisito o domínio de habilidades de nível taxonômico hierarquicamente inferior. Outras implicações, teóricas e práticas dessa hierarquização não serão examinadas nesse trabalho, exceto no que se refere à noção de estrutura.

Qualquer disciplina envolve vários tipos de habilidades, necessitando cada caso de equilibrar a relevância de cada tipo, mesmo por razões práticas. A estrutura das habilidades intelectuais — para falar apenas desse nível de domínio — teoricamente representa o caminho para maior eficiência da aprendizagem. A análise dos objetivos educacionais em termos de habilidades — e não de conteúdos ou tópicos — forma uma estrutura de aprendizagem equivalente ao mapa do terreno a ser percorrido no ensino. O estudo desse mapeamento (categorização) permite duas contribuições inestimáveis para o desenvolvimento curricular: a determinação não arbitrária dos pré-requisitos e o planejamento de condições externas para o ensino das novas habilidades.

Indo adiante na compreensão das formulações de Gagné, ele insiste em que não há necessidade (de um ponto de vista teórico, ao menos), de definir *disciplina* ou *matéria organizada* (Gagné, 1976). Interessa definir: 1º) o estímulo a ser apresentado e 2º) as entidades (capacidades) a serem aprendidas. Para ele, acrescentar ou adicionar o conceito de *matéria organizada* é desnecessário e só traz confusão.

Quanto ao *estímulo*, há dois tipos: *nominal* (representação física) e *funcional*. Aos estímulos funcionais é que se denomina de *conteúdo*, organizados de maneira significativa através de proposições com sujeito e um predicado. Uma definição, por exemplo, é uma conexão entre uma palavra-coisa e uma palavra relaciona1 (o uso da coisa). Assim, o *conteúdo* de qualquer matéria consiste de proposições que relacionam classes de *conceitos-coisa* a seus referentes ou a outras classes de *conceitos-coisa*.

Quanto ao que é aprendido (*capacidades*), pode-se tratar de uma *informação* ou de uma habilidade intelectual, ou de ambas. No primeiro caso aprende-se a *dizer* algo do conteúdo; no caso de uma habilidade intelectual, aprende-se a demonstrar o sentido referencial do conteúdo. Como quase sempre as habilidades intelectuais são aprendidas a partir de verbalização, há uma relação entre informação e essa habilidade, embora não se trate de pré-requisitos no sentido da hierarquia.

Ainda não se exploraram todas as implicações dessas posições de Gagné em termos de uma revisão curricular, mas, como no caso de suas descobertas anteriores sobre habilidades intelectuais e o enfoque processual (a influência no AAAS, por exemplo) pode-se antever uma fecunda linha de exploração, a mais imediata das quais, *indicada* pelo próprio Gagné, é a possibilidade de elaboração de testes de validade de conteúdo para aferir o que realmente significa dizer que um estudante "aprende o conteúdo" ou "sabe a matéria".

Conquanto a ênfase das pesquisas de Gagné se refiram à estrutura das habilidades intelectuais — e acima mos-

tramos sua relação com o conteúdo das matérias, ele insiste em que a instrução, que tem seu ponto final no domínio cognitivo do conhecimento humano, deve balancear adequadamente as três categorias de capacidades aprendidas (habilidades intelectuais, informações e estratégias cognitivas). Uma teoria fértil da instrução deve permitir o estabelecimento de princípios básicos para nortear o estabelecimento de objetivos (tipos de capacidades a aprender) e a especificar as condições que caracterizam a instrução de cada um desses tipos de capacidade. O progresso do conhecimento se dará na medida em que soubermos mais sobre essas capacidades, conhecimento esse generalizável para qualquer "matéria" ou disciplina, porque refere-se às próprias maneiras de processamento mental.

As bases teóricas lançadas particularmente por Ausubel e Gagné foram especificadas e estudadas em detalhes por diversos autores. Recentemente tem-se enfatizado o papel das relações semânticas e lógicas como foco de análise. Em geral, as pesquisas se desenvolvem no sentido de especificar regras caracterizando o conteúdo e os comportamentos requeridos para dar evidência a esse conteúdo. Scandura (1972 a e b), e também Frase (1969) estudaram a predição da aprendizagem a partir dos processos semânticos utilizados pelo sujeito sob diferentes tipos de tarefas. Propuseram a necessidade de três tipos de teoria para compreender uma tarefa: uma teoria do conhecimento, uma teoria de desempenho e uma teoria da memória. Dunnin e Scandura (1973), por exemplo, utilizaram-se do enfoque de algoritmos para especificar o domínio de tarefas (mapeamento) em problemas de adição. Um algoritmo é similar a um diagrama de fluxo que especifica modos de solução de um problema. Merrill e Boutwell (1973) tentaram incluir uma dimensão de conteúdo e uma de comportamento, a partir das noções de Gagné (veja Gagné, 1976). Nesse quadro de referência uma tarefa pode ser classificada juntamente com o comportamento e o conteúdo. As dificuldades de separar conteúdo de comportamento

tornam claro que o conteúdo nominal (daí sem dúvida a explicação mais econômica de Gagné, que acha redundante o uso da categoria adicional de material estruturalmente organizado, *op.cit.*).

Interessante é observar que o próprio conteúdo das pesquisas nessa área se volta para corpos complexos de conhecimento, e não para tarefas esotéricas ou irrelevantes do ponto de vista educacional como as que caracterizam muitos estudos da psicologia da aprendizagem durante muitos anos.

Tais pesquisas sugerem que cada tarefa de aprendizagem, isto é, cada objetivo curricular requer uma cuidadosa análise estrutural de seus componentes, já que tarefas diferentes têm diferentes características conceituais e comportamentais. Essa variabilidade, se por um lado limita a possibilidade de generalização e de formulação de princípios de ensino nem por isso se torna dispensável ou menos importante.

Poderíamos ainda por muito tempo detalhar as implicações dessas, e de outras teorias, para o ensino de Ciências. Seria possível analisar os demais componentes do processo de instrução anteriormente indicado. O objetivo, no entanto, foi simplesmente o de exemplificar recentes avanços na teoria da aprendizagem e da instrução que trazem em si não só fecundidade teórico-experimental — como no caso das teorias de Bruner, Ausubel e Gagné — como já permitem enormes avanços do ponto de vista prático de elaboração de currículos.

Tirar todas as lições seria ambicioso. Só algumas indicações, para concluir:

1. Se há estruturas substantivas diferentes — mesmo para uma disciplina — pode-se antever, de acordo com a teoria adotada, um vasto campo para pesquisas (e aplicação) na área do ensino de Ciências. O limite da capacidade de generalização (para Gagné, ilimitado, para Bruner, há uma psicologia de cada disciplina) talvez encontre uma saída

não no enfoque centrado na disciplina, mas em diferentes estruturas e processos cognitivos.

2. Com todo o esforço já realizado, as teorias da aprendizagem e da instrução ainda se constituem em fundação débil para suportar toda a necessidade prescritiva de um desenvolvimento curricular. No melhor das hipóteses há que usar diferentes teorias, modelos e explicações parciais para diferentes aspectos. Para exemplificar só dentro do que foi exposto, aparece claro como Ausubel pode ser explorado no que diz respeito ao ensino de habilidades de informação; Gagné, no que se refere às habilidades intelectuais; Bruner, para o ensino de estratégias cognitivas.

Sendo o ensino uma atividade do domínio prático, parece adequado indicar um enfoque eclético, dependendo dos objetivos. Isso não impede ou nega a necessidade de pesquisas mais fundamentais.

Se — como diz Frase — a teoria da instrução parece pobremente articulada e o desenvolvimento curricular tem tanto de arte quanto de Ciência, é porque não se pode esperar que nenhuma teoria ou conjunto de regras explique todos os componentes do episódio instrucional (Frase, 1975). O que necessitamos é uma série de pequenas teorias que tratam de componentes específicos da instrução.

3. Há muitas direções em que olhar, e uma visão pragmática como a requerida para substanciar esforços de pesquisa, e desenvolvimento em ensino de Ciências em geral e Física em particular pode ser orientada. Uma indicação a se explorar são as atividades de pesquisas e desenvolvimento sobre conteúdos de relevância direta para as Ciências e seu ensino, através de grupos — tarefa orientada para solução de problemas determinados. E é para esse esforço que se espera uma substancial contribuição e ênfase da S.B.F.

. Afinal os progressos têm sido lentos não apenas devido à falta de teorias e de pesquisadores, mas porque fazer educação realmente é complicado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AEBLI, H. *Una Didactica Fundada en la Psicologia de Jean Piaget*, Buenos Aires, Ed. Kapelucz, 1958.
2. BRIGGS, L.J. *Sequencing of Instruction in Relation to Hierarchies of Competence*, Pittsburgh, A.I.R., 1968.
3. BRUNER, J. S. *The Process of Education*, Cambridge, Harvard U. Press, 1960.
4. BRUNER, J.S. *Toward a Theory of Instruction*, N.York, W. W. Norton Co., 1967.
5. BRUNER, J.S. "The Skills of Relevance and the Relevance of Skills". In: *SR*, abril 1970, pp. 66-79.
6. COREY, S.M. "The Nature of Instruction". In: *66th NSSE Yearbook* (Parte II), Chicago, Univ. Chicago Press, 1967, p. 6.
7. DURNIN, J.H. e SCANDURA, J.M. "An Algorithmic Approach to Assessing Behavior Potential: Comparison with Item Forms and Hierarchical Technologies". In: *Journal of Educational Psychology*, 65, 1973, pp. 262-212.
8. FRASE, L.T. "Paragraph Organization of Written Materials: The Influence of Conceptual Clustering upon the Level and Organization of Recall". In: *Journal of Educacional Psychology*, 63, 1969, pp. 394-401.
9. FRASE, L.T. "Advances in Research and Theory in Instructional Technology". In: Fred N. Kerlinger (Ed.) *Review of Research in Education*, Itasca, F.E. Peacock Publ., Inc., 1975, p. 67.
10. GAGNÉ, R.M. *The Conditions of Learning*, N. York Holt, Rinehart e Winston, 1965.
11. GAGNÉ, R.M. e ROHWER, W.D. Jr. "Instructional Psychology". In: *Annual Review of Psychology*, 20, 1969, pp.381-418.
12. GAGNÉ, R.M. "The Content Analysis of Subject Matter: The Computer as an Aid in the Design of Criterion-Referenced Tests". In: *Instructional Science*, 5, 1976, pp. 1-28.
13. GAGNÉ, R.M. e BRIGGS, L.J. *Principles of Instructional Design*, N.Y. Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1974.

14. GILBERT, T.F. "Saying What a Subject Matter Is". In: *Instructional Science*, 5, 1967, pp. 29-53.
15. GLASER, R. e RESNICK, L.B. "Instructional Psychology". In: *Annual Review of Psychology*, 23, 1972, pp.207-276.
16. HAMBURGER, E.W. "The Impact on Physics Education of Recent Educational Trends". Apresentado no ICPE, Edimburg, Univ. de Edimburg, julho/agosto 1975.
17. HERRON, M.D. "The Nature of Scientific Enquiry". In: *School Review*, 79, 1971, pp. 171-212.
18. MERRILL, M.D. *Instructional Design: Readings*, N. Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1971, p.1.
19. MERRILL, M.D. e BOUTWELL, R.C. "Instructional Development. Methodology and Research". In: F.N. Kerlinger (Ed.), *Review of Research in Education*, I. Itasca, 111, F.E. Peacock, 1973.
20. NOVAK, J.D. *The Improvements of Biology Teaching*, New York, Bobbs-Merrill, 1970.
21. OLIVEIRA, J.B.A. *Tecnologia Educacional: Teorias da Instrução*, Petrópolis, Vozes, 1973.
22. OLIVEIRA, J.B.A. "A Pesquisa Experimental e a Metodologia Didática". In: *Revista Brasileira de Teleducção*, 6/7, 1975, pp.83-105.
23. OLIVEIRA, J.B.A. e OLIVEIRA, M.R. *Tecnologia Instrucional*, São Paulo, Pioneira, 1974.
24. ROMNEY, W.D. *Inquiry Techniques for Teaching Science*, Englewood Cliffs, N.Y. Prentice-Hall, 1969.
25. SCANDURA, J. "A Plan for the Development of a Conceptually Based Mathematics Curriculum for Disadvantaged Children. Part I: Theoretical Foundations". In: *Instructional Science*, 1, 1972, pp.247-262 (a).
26. SCANDURA, J. "A Plan for the Development of a Conceptually Based Mathematics Curriculum for Disadvantaged Children. Part II: Applications". In: *Instructional Science*, 1, 1972, pp. 363-387 (b).
27. SCHWAB, J.J. "The Teaching of Science as Enquiry". In: J.J. Schwab e P.F. Brandwein (Eds.): *The Teaching of*

- Science*, Cambridge, Harvard U. Press, 1962, pp.1-103.
28. SHULMAN, L.S. e TAMIR, P. "Research on Teaching in the Natural Sciences". In: *Second Handbook of Research on Teaching*, Ed. por Robert M.W. Travers, Chicago, Rand McNally, 1973, pp. 1098-11.
29. STRASSENBERG, A.A. "Comment se Developpent les Projets de Renovation de l'Enseignement et leur Evaluation". Apresentado na ICPE, Edimbourg, Univ. de Edimbourg, julho/agosto 1975.
30. YAGER, R.G.; ENGLER, H.B. e SNIDER, C. "Effects of the Laboratory and Demonstration Methods upon the outcomes of Instruction in Secondary Biology". In: *Journal of Research on Science Teaching*, 6, 1969, pp.76-86.
31. WALKER, D.F. e SCHAFFAR ZICK, J. "Comparing Curricula". In: *Review of Educational Research*, 44, 1, 1975, pp. 83-111.