

deveria ser aprender a perguntar, a modelar, a argumentar a partir de evidências, a comunicar resultados. Mas tudo isso perde espaço para as famosas “listas de problemas” e para as “repostas corretas”. O resultado é conhecido: os alunos detestam a Física e querem apenas “passar”, inclusive em disciplinas de Física Geral no Ensino Superior.

A aprendizagem significativa crítica de Moreira

M.A. Moreira (1942), autor deste trabalho, tem sido um grande divulgador da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (e.g., Moreira, 1999, 2000, 2006, 2011a) particularmente no ensino de ciências (e.g., Física). Mas como resultado de sua larga experiência como professor de Física usando essa teoria como referencial teórico, assim como em função de sua experiência com teorias de aprendizagem e ensino (e.g., Moreira, 2011), chegou à conclusão de que nos dias de hoje a aprendizagem deve ser significativa e crítica.

Sua teoria da aprendizagem significativa crítica (Moreira, 2005) pode se enquadrada na linha humanista porque é uma antítese da linha comportamentalista, a do ensino para testagem, na qual o humanismo praticamente inexistente e o importante é treinar o ser humano sem levar em conta pensamentos e sentimentos.

Na perspectiva da aprendizagem significativa crítica o aprendiz é pessoa e deve captar criticamente os significados dos conteúdos da matéria de ensino. Quer dizer, deve apresentar uma intencionalidade para captar e internalizar os significados aceitos no contexto da matéria de ensino, porém não como se fossem únicos e definitivos. Isso não existe, mas na escola os significados são ensinados como se fossem únicos e definitivos. Significados aqui podem se referir a fórmulas, equações, reações, taxonomias, modelos, teorias. Tudo isso deve ser aprendido, mas não mecanicamente como se fossem únicos e definitivos.

// Aprendizagem significativa crítica é, metaforicamente, uma perspectiva antropológica que permite ao sujeito fazer parte de uma cultura e ao mesmo tempo estar fora dela. É por meio dessa aprendizagem que o indivíduo poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo. Por intermédio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não causalidade, a probabilidade, a não dicotomização das diferenças, com a ideia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente (Moreira, 2011, p. 227). //

A terminologia “teoria” da aprendizagem significativa talvez seja inapropriada. Assim como outros autores da área de ensino e aprendizagem, o que o autor propõe é uma série de princípios, com ideias e estratégias subjacentes, facilitadores da aprendizagem significativa crítica, alguns dos quais são apresentados a seguir.

- *Princípio da interação social e do questionamento:* aprender/ensinar perguntas em lugar de repostas.
- *Princípio da não centralidade do livro de texto:* aprender a partir de distintos materiais educativos.

- *Princípio da consciência semântica*: aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras, nas coisas.
- *Princípio da aprendizagem pelo erro*: aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros.
- *Princípio da desaprendizagem*: aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes, ou obstaculizadores de novas aprendizagens.
- *Princípio da incerteza do conhecimento*: aprender que perguntas são instrumentos de percepção, constituem o principal instrumento intelectual disponível para os seres humanos. O conhecimento humano depende das definições, perguntas e metáforas utilizadas para construí-lo.
- *Princípio do abandono do quadro de giz (lousa)*: aprender a partir de diferentes estratégias de ensino. Abandono da narrativa do professor como única estratégia.

Todos esses princípios são metafóricos. *Ensinar perguntas em lugar de respostas* não significa que o aluno não tenha acesso às respostas que se tem hoje no contexto da matéria de ensino, mas sim de que é importante também que aprenda a perguntar, a duvidar, a questionar. *Não centralidade do livro de texto*, não significa que livros de texto não devem ser usados, mas sim que o livro de texto, ao invés de ser um manual de treinamento, é apenas um recurso didático entre outros. Por que não usar também aplicativos, tablets, celulares, internet, por exemplo? *Consciência semântica* não significar rejeitar significados, mas sim ter consciência que não são permanentes e que em outros contextos podem ser outros os significados para os mesmos signos (e.g., palavras). *Aprendizagem pelo erro* não significa estimular o erro, mas sim aproveitá-lo, corrigi-lo, e seguir adiante. *Desaprendizagem* não significa “apagar” da memória, mas sim não usar o que pode funcionar como obstáculo epistemológico. *Incerteza do conhecimento* não significa que não vale a pena apropriar-ser dele porque é incerto, mas sim que é o melhor que temos hoje porém não é definitivo, vai mudar, vai ficar ainda melhor, mais potente, mais explicativo. *Abandono do quadro de giz* não significa nunca mais dar aulas expositivas, mas sim que não tem sentido o professor ficar permanentemente escrevendo no quadro de giz conteúdos que os alunos devem copiar, memorizar mecanicamente (decorar), reproduzir nas provas e esquecer.

Esses princípios sugerem uma abordagem diferente ao ensino de ciências, da Física em particular. Não tem sentido continuar com um ensino centrado no docente, no quadro de giz (ou no PowerPoint), na narrativa do professor, nas listas de problemas. Este ensino é, segundo Carl Wieman (*Science*, 2013, Vol. 340, p. 292) pior do que ineficaz, é não científico. O ensino de Física hoje deve ser centrado no aluno, no desenvolvimento de talentos e de competências científicas como, por exemplo, a modelagem científica. A aprendizagem significativa crítica aponta nessa direção. É uma esperança. Mas o ensino para testagem, a decoreba, o formulismo dominam o ensino da Física e bloqueiam uma verdadeira aprendizagem de conteúdos físicos, o gosto pela Física e a predisposição para aprender mais Física.

Quadro comparativo

Buscando comparar as teorias de aprendizagem até aqui descritas, neste capítulo 2, no Quadro 2 são destacados conceitos básicos e algumas idéias centrais de cada uma delas, ou da corrente psicológica onde se inserem, assim como possíveis implicações para o ensino de Física ou de ciências de um modo geral.

QUADRO COMPARATIVO ENTRE TEORIAS DE APRENDIZAGEM E ENSINO DE CIÊNCIAS

	Conceitos básicos	Algumas ideias centrais	Implicações para o ensino de ciências
BEHAVIORISMO	Estímulo-resposta; reforço (positivo ou negativo); condicionamento operante; contingências de reforço.	O princípio da frequência e o princípio da recentidade (Watson). A lei do efeito e a lei do exercício (Thorndike). O comportamento é controlado por suas consequências. A conexão resposta-consequência é mais importante do que a conexão estímulo-resposta. O condicionamento importante é o operante pois através dele pode ser adquirida a maior parte da conduta humana (Skinner).	Fazer exercícios repetitivos. Estudar na véspera das provas. Decorar respostas corretas. O ensino se dá quando o que precisa ser ensinado pode ser colocado sob controle de certas contingências de reforço. O papel do professor é o de programador de contingências de reforço.
PIAGET	Esquema de assimilação; conflito cognitivo; acomodação; equilíbrio; adaptação.	O desenvolvimento mental passa por quatro períodos: <i>sensório-motor</i> , <i>pré-operacional</i> , <i>operacional-concreto</i> e <i>operacional formal</i> . Em qualquer período o indivíduo assimila, acomoda e equilibra cognitivamente, dentro das características cognitivas do período. O sujeito constrói esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade. Todo esquema de assimilação é construído. Se não houver conflito cognitivo não haverá construção de novos esquemas de assimilação. A estruturação cognitiva busca equilíbrio, adaptação e organização.	No ensino, deve-se respeitar os períodos de desenvolvimento mental do aluno. Aprender implica construir esquemas de assimilação. Para isso, é preciso criar conflitos cognitivos que levem a uma equilíbrio majorante. A equilíbrio minorante leva ao abandono da tarefa de aprendizagem. Um esquema de assimilação construído permite ao aluno lidar com uma classe de situações
BRUNER	Representação (ativa, icônica e simbólica); predisposição para aprender; estrutura do conhecimento; descoberta dirigida; currículo em espiral.	É possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer sujeito em qualquer estágio de desenvolvimento ("qualquer idade"). Ao desenvolver-se cognitivamente o indivíduo vai adquirindo meios de representar seu ambiente. Uma teoria de ensino deve: 1. ocupar-se de gerar uma predisposição para a aprendizagem; 2. focar na estrutura da matéria de ensino; 3. buscar a melhor sequência para apresentar os conteúdos; 4. deter-se na natureza e aplicação de prêmios e punições.	Ensinar de maneira honesta implica respeitar o modo de representação do aluno. A exploração de alternativas, a descoberta dirigida, deve despertar e manter a predisposição para a aprendizagem, evitando causar confusão e angústia no aluno. O processo instrucional deve prover revisões periódicas, revisitas, a conteúdos e atividades já aprendidas, em níveis crescentes de complexidade.
VYGOTSKY	Interação social; mediação (humana e semiótica); instrumentos e signos; zona de desenvolvimento proximal (ZDP).	O desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais. Instrumentos e signos são construções sócio-históricas e culturais que o ser humano reconstrói, internaliza, e assim se desenvolve cognitivamente. Nessa reconstrução, a interação social é fundamental. A internalização, reconstrução de conhecimentos, é mediada pela interação social (mediação humana, da pessoa) e pela captação de significados de signos (mediação semiótica, da palavra) já compartilhados socialmente. A linguagem é o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo.	No ensino, a dialogicidade é essencial, a negociação de significados é fundamental. O ensino não deve ser monológico, mas sim dialógico. É preciso despertar no aluno a intencionalidade para a captação de significados. Deve haver duas intencionalidades, a do professor (mediador) e a do aluno (captador, reconstrutor). A interação social que leva à aprendizagem deve ocorrer dentro da ZDP.

Quadro 1. Comparação entre várias teorias de aprendizagem, em termos de seus conceitos básicos, de algumas ideias centrais de cada uma delas e de possíveis implicações para o ensino de ciências em situação formal de ensino, presencial ou a distância.

	Conceitos básicos	Algumas ideias centrais	Implicações para o ensino de ciências
VERGNAUD	Campo conceitual; conceito; situação; esquema de ação; invariantes operatórios (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação).	O ângulo do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização; ela é a pedra angular desse desenvolvimento. São as situações que dão sentido aos conceitos, os quais são definidos por três conjuntos: um de situações (seu <i>referente</i>), um de propriedades e relações (seu <i>significado</i>) e um de representações simbólicas (seu <i>significante</i>). Os esquemas de assimilação não são vazios, contêm invariantes operatórios (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação) que são implícitos e entram em ação frente a determinada situação.	O domínio de um campo conceitual (a aprendizagem) é progressivo, lento, com rupturas e continuidades. O ensino deve enfatizar os conceitos centrais, estruturantes, da matéria de ensino. As situações-problema iniciais devem fazer sentido para o aluno, devem ser de seu mundo, de seu contexto. A descontextualização deve ser progressiva. É importante criar situações de ensino nas quais o aluno externalize seu conhecimento implícito.
AUSUBEL	Aprendizagem significativa; subsunção; predisposição para aprender; aprendizagem mecânica; diferenciação progressiva; reconciliação integrativa.	Se fosse possível isolar uma variável como a que mais influencia a aprendizagem, esta seria o conhecimento prévio do aprendiz. Outra variável igualmente importante é a predisposição para aprender, a intencionalidade em aprender. A aprendizagem significativa depende da interação cognitiva entre o novo conhecimento e algum conhecimento prévio especificamente relevante. A diferença entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não é dicotômica, há um contínuo entre as duas. A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos simultâneos da dinâmica da estrutura cognitiva.	No ensino, o conhecimento prévio do aluno deve ser sempre levado em consideração em alguma medida. Ideias e proposições centrais da matéria de ensino devem ser abordadas, de modo introdutório, desde o começo do ensino e progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidades e, ao mesmo tempo, reconciliadas. A predisposição para aprender deve ser sempre despertada. Por isso, as primeiras situações devem fazer sentido para o aluno.
JOHNSON-LAIRD	Representações externas e internas (mentais); representações analógicas e proposicionais; representações mentais localizadas e distribuídas; modelos mentais.	O ser humano não capta o mundo diretamente, mas sim o representa em sua mente. Modelos mentais são análogos estruturais de estados de coisas do mundo, construídos na memória de trabalho. Modelos mentais são funcionais para o indivíduo e podem ser revisados recursivamente. Modelos mentais iniciais são instáveis e descartáveis, mas podem se estabilizar e, inclusive, evoluir para esquemas de assimilação. Modelo mental é um terceiro construto representacional além das imagens (imagismo) e das proposições mentais (proposicionalismo).	Ensinar é facilitar a construção e revisão de modelos mentais. O primeiro passo da interação cognitiva que caracteriza a aprendizagem significativa é a construção de modelos mentais. Aprender é construir modelos mentais do que está sendo ensinado. Na resolução de problemas, o primeiro passo para buscar uma solução é construir um modelo mental da situação-problema. O ensino deve facilitar isso.
HUMANISMO	Ensino centrado no aluno; aprender a aprender; aprendizagem significativa; construtos pessoais; educação bancária; educação dialógica; criticidade; aprendizagem significativa crítica.	Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser humano, positiva ou negativamente. Aprendizagem significativa é pela pessoa inteira, não só cognitivamente ou comportamentalmente (Rogers). Para antecipar eventos o ser humano usa construtos pessoais. O ser humano vê o mundo por meio de seus construtos pessoais e através deles pode impor construções alternativas sobre a realidade (Kelly). Na educação dialógica, a pergunta é essencial: o ato de perguntar está ligado ao ato de existir, de ser, de estudar, de pesquisar (Freire). Na perspectiva da aprendizagem significativa crítica, o aprendiz é pessoa e deve captar criticamente os significados dos conteúdos da matéria de ensino (Moreira).	O aluno é pessoa. O ensino deve ser centrado no aluno, tendo o professor como mediador, facilitador. O professor também é pessoa. O ensino deve promover o aprender a aprender. O conhecimento prévio do aluno pode conter construtos alternativos que poderão funcionar como obstáculos epistemológicos. Ensinar não é transferir (depositar) conhecimento na cabeça dos alunos. A educação autêntica, dialógica, é do educador com o educando. É importante que o aluno aprenda a perguntar, com criticidade. A aprendizagem deve ser significativa e crítica.

Quadro 1 (continuação). Comparação entre várias teorias de aprendizagem, em termos de seus conceitos básicos, de algumas ideias centrais de cada uma delas e de possíveis implicações para o ensino de ciências em situação formal de ensino, presencial ou a distância.

Conclusão

Como foi dito na Introdução, as chamadas teorias de aprendizagem têm muitas implicações para o ensino. A lógica é a seguinte: aprendizagem é uma especificidade do ser humano e as teorias de aprendizagem apontam várias características dessa especificidade; então, por que não utilizá-las nas estratégias de ensino para facilitar a aprendizagem?

Todas as teorias apresentadas neste texto são “funcionalistas”, ou seja, procuram descrever como o cérebro funciona em processos de aprendizagem, não como ele é. Não tardará muito para que a neurociência traga contribuições relevantes para as teorias de aprendizagem. Na verdade, isso pode já estar acontecendo ou, pelo menos, incentivado. Por exemplo, em um dossiê sobre Grandes Desafios para o Ensino de Ciências no Século XXI publicado na revista *Science* em 2013. (Vol.340, pp. 290-323), destaca-se a necessidade de investigar, com base neurológica, as Desabilidades Específicas de Aprendizagem (*Specific Learning Disabilities*, em inglês) como dislexia, discalculia, autismo, a fim de compreendê-las melhor para facilitar o ensino dirigido a alunos com tais dificuldades (pp.300-304).

Mas fiquemos com as teorias de aprendizagem que temos hoje. Várias delas são consagradas, estão nos livros de ensino e aprendizagem, fazem parte do currículo da formação de professores e servem de referencial teórico para pesquisas em ensino. No entanto, apesar de tudo isso, e da obviedade de certas implicações dessas teorias para o ensino, elas são, praticamente, ignoradas.

O que predomina, ou domina, no ensino de ciências são as aulas expositivas (que muitas vezes são narrativas aborrecidas), os “temas de casa” (que muitas vezes são meros exercícios de aplicação de fórmulas) e as intermináveis listas de questões de vestibulares e, agora, do ENEM, para as quais a única tarefa é saber a resposta correta sem precisar entendê-la.

O ensino é centrado no professor que “dá a matéria e as respostas” que o aluno deve memorizar para os testes locais, nacionais e internacionais. É o ensino para testagem ao qual professores e alunos são submetidos porque na cultura mercadológica atual, a principal, muitas vezes única, função da escola é “preparar para o mercado”.

É preciso fugir disso e buscar um ensino diferente, uma escola, não treinadora, preparadora para a cidadania, para a vida, para a aquisição de conhecimentos e habilidades com significados, compreensão, competências. A inserção no mercado, quando necessária, deveria uma consequência natural desse ensino distinto, dessa outra escola.

Voltamos então às teorias de aprendizagem reiterando claras implicações para o ensino, não necessariamente em ordem de importância ou prioridade:

- Não tem sentido ensinar sem levar em conta, em alguma medida, o conhecimento prévio do aluno; é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem (Ausubel) e pode ajudar ou dificultar a aquisição significativa de novos conhecimentos. A criança desde o nascimento está construindo esquemas de assimilação, que são esquemas de ação (Piaget), com os quais incorpora a realidade a seu modo. Ou, segundo Kelly, elabora construtos pessoais com os quais antecipa eventos fazendo réplicas. Construtos pessoais podem conter crenças, mitos, sentimentos; por isso, são ditos pessoais. O conhecimento prévio pode também conter invariantes operatórios do tipo teoremas-em-ação (Vergnaud) que são proposições tidas como verdadeiras pelo sujeito para uma dada situação ou classe de

situações. Pode também conter modelos mentais que se estabilizaram, ou são altamente imagísticos.

No ensino de ciências, conhecimentos prévios não são apenas as conhecidas concepções alternativas. É muito mais do que isso. São esquemas, construtos, modelos mentais, invariantes operatórios, imagens fixas, ... E tudo isso pode funcionar como precursor ou como obstáculo para a construção e incorporação de novos conhecimentos à estrutura cognitiva. Esses conhecimentos prévios podem também "conviver com novos conhecimentos inibindo a mudança conceitual, de tal modo que em determinada situação o aluno escolhe entre uma e outra resposta, a do professor e a sua.

É um grande erro ensinar sem levar em conta, ainda que minimamente (devido ao grande número de alunos, à reduzida carga horária e outros fatores), o conhecimento prévio dos alunos.

- O ensino não deve ser monológico, mas sim dialógico (Freire). A interação social é fundamental para a internalização, reconstrução interna, de conhecimentos externamente construídos (Vygotsky). A dialogicidade entre professor e aluno e entre alunos é essencial para uma aprendizagem significativa. O ensino deve ser centrado no aluno, no aprender a aprender (Rogers). A aprendizagem do aluno é o que se espera do ensino. Não existe ensino sem aprendizagem. Não tem sentido o professor ficar falando sozinho nas aulas, narrando coisas que estão nos livros e que os alunos devem decorar mecanicamente para as provas. A participação do aluno deve ser ativa, não passiva. Pouco ou nada sobra da aprendizagem mecânica depois das provas.

- A intencionalidade (Freire), a predisposição (Ausubel, Bruner) para aprender é fundamental no processo ensino aprendizagem. O aluno, enquanto ser humano, aprende significativamente se quiser. O sistema cognitivo se autoregula, procurando sempre manter o equilíbrio cognitivo, a organização cognitiva (Piaget). É o aprendiz quem decide "o que fazer" em sua estrutura cognitiva para "dar conta" das "perturbações" que são os novos conhecimentos. Muitas vezes é muito mais fácil memorizar mecanicamente (i.e., decorar) novos conhecimentos do que "mexer" na estrutura cognitiva para inseri-los significativamente. O ensino não deve incentivar esse tipo de aprendizagem, mas é o que usualmente acontece nas aulas de ciências com as fórmulas, as equações, as reações químicas, as taxonomias, as definições, ...

Porém, intencionalidade/predisposição não implica "gostar" da matéria de ensino, mas sim perceber que os novos conhecimentos são relevantes, importantes, enquanto construções humanas, para a cidadania, para a vida, para o contexto sócio-cultural, para a formação profissional. São muitos os fatores que podem despertar a predisposição/intencionalidade para aprender. Mas é outro grande erro ensinar sem levar em conta que é preciso despertá-la, estimulá-la, promovê-la. O aluno não vai se predispor a aprender só porque a "matéria é bem dada", porque o professor "explica tudo muito bem". Isso é uma ilusão. Os alunos estão acostumados com a "educação bancária" (Freire) e esperam que o professor "dê a matéria muito bem" para que possam anotar e estudar para as provas. Só isso! Nada de aprendizagem significativa, nada de aprender a aprender (Rogers).

- Outro aspecto que não pode ser ignorado no processo ensino-aprendizagem é que as situações é que dão sentido aos conceitos (Vergnaud). Generalizando, pode-se dizer que as situações de aprendizagem devem fazer sentido para os alunos. E aí chega-se a um problema incontornável: o contexto sócio-cultural atual e o ensino tradicional expositivo,

narrativo. O contexto do aluno contemporâneo é tecnológico, informático, digital, virtual, mas o ensino não incorpora as tecnologias de informação e comunicação. Um paradoxo: alunos do século XXI e ensino dos séculos XX, XIX, ou antes. Não tem sentido propor aos alunos situações que não façam sentido para eles/elas. Parece um jogo de palavras, mas não é. A realidade do ensino contemporâneo é essa. As situações propostas não fazem sentido para os alunos e estimulam a aprendizagem mecânica. Por que continuar assim? Porque não interessa ao sistema educativo a aprendizagem significativa? Talvez! A educação têm muitas facetas políticas.

- Independente de críticas às estratégias didáticas vigentes, ao ensino tradicional, “bancário”, treinador, estimulador da aprendizagem mecânica, uma questão curricular básica é a dos conceitos, da conceitualização. Para Vergnaud, a conceitualização é a pedra angular do desenvolvimento cognitivo. Para Toulmin (1977), conceitos estão na essência da compreensão humana. Ausubel também atribui aos conceitos um papel fundamental na cognição. Mas os currículos escolares, os parâmetros curriculares, ignoram, ou minimizam, os conceitos nos conteúdos curriculares. Um absurdo! Conceitos-chave são muito mais importantes do que quantidade de informação. Não se deve, nunca, dar um curso, ministrar uma disciplina, sem fazer uma análise conceitual do conteúdo curricular (Bruner), para identificar os conceitos-chave e as ideias centrais, os quais devem receber muito mais atenção no ensino do que informações secundárias. É muito mais importante que o aluno construa conceitos ao invés de armazenar informações. Os conceitos podem ficar para sempre na estrutura cognitiva do aprendiz, ainda que obliterados. As informações desaparecem depois das provas.

- A aprendizagem significativa depende da interação cognitiva entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios especificamente relevantes. Mas como começa essa interação? Uma resposta plausível é a construção de modelos mentais (Johnson-Laird) na memória de trabalho. Se o conhecimento é novo, se a situação é nova, é porque o aprendiz não tem subsunçores ou esquemas de assimilação para dar significados a esse conhecimento ou para resolver essa situação. Então, o primeiro passo cognitivo é construir um modelo mental na memória de trabalho. Mas o modelo mental é um análogo estrutural da situação-problema, do conhecimento a ser assimilado. Se os novos conhecimentos, as novas situações, forem apresentados ao aprendiz com ambiguidades, indeterminações, será impossível modelá-los mentalmente e a aprendizagem significativa estará prejudicada, se não inviabilizada. No ensino, é fundamental levar em consideração que, na perspectiva da psicologia cognitiva contemporânea, a aprendizagem “começa na memória de trabalho” e, para isso, é preciso que o aprendiz tenha predisposição, intencionalidade, para tal e que os novos conhecimentos e situações lhe cheguem com possibilidades de modelagem mental. Sem modelização mental, a aprendizagem só poderá ser mecânica.

- A criticidade (Freire), a aprendizagem significativa crítica (Moreira), o aprender a aprender (Rogers) são também claras implicações para o ensino, mas difíceis de serem consideradas. Não tem sentido ensinar ciências como se os conceitos, os modelos, as teorias, fossem definitivos, verdades, descobertas geniais. Fazer ciência é perguntar, questionar, argumentar a partir de evidências, buscar explicações cada vez melhores. É certo que o ensino de ciências não visa preparar o aluno para fazer ciências. Mas aprender ciências é também aprender a não aceitar conhecimentos científicos como se fossem definitivos. A aprendizagem deve ser significativa e crítica. O ensino deve facilitar, promover, a aprendizagem significativa, a captação e internalização de significados, mas não como se fossem “corretos” para sempre. O aprender a aprender depende da criticidade, da dúvida, da busca, do perguntar. Mas na prática a criticidade é difícil de ser incorporada ao ensino, pois, ao mesmo tempo que os conhecimentos científicos devem ser abordados como construções

científicas de alto poder explicativo e geradores de tecnologias avançadas, devem também ser trabalhados como não definitivos, não acabados. Uma tarefa docente muito difícil em uma cultura da resposta correta, do treinamento para provas.

- Finalmente, a questão do aluno como pessoa. Nos parágrafos anteriores foram destacadas várias implicações de teorias de aprendizagem para o ensino ou várias interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino: a importância do conhecimento prévio, a dialogicidade, a predisposição para aprender, a autoregulação cognitiva, as situações que devem fazer sentido, a conceitualização, a análise conceitual do conteúdo, a modelagem mental, a criticidade, o aprender a aprender. Tudo isso é importante no ensino, assim como é a aprendizagem ativa, o ensino centrado no aluno, o uso das tecnologias de informação e comunicação, o domínio do conteúdo por parte do professor, mas nada disso deve afuscar, ignorar, o fato de que o aluno é pessoa e integra pensamentos, sentimentos e ações, positiva ou negativamente. A relação professor-aluno é fundamental, a compreensão empática (Rogers) é essencial, o ensino deve ser com o educando (Freire), é importante apostar, acredita, no aluno e propiciar-lhe experiências positivas. Infelizmente, não é o que acontece no ensino de disciplinas como a Física e a Matemática. A experiência dos alunos nessas disciplinas geralmente é negativa, não tanto porque sejam difíceis, mas muito mais pela maneira como são ensinadas.

REFERÊNCIAS

- Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton. 253p.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. 685p.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher. 212p.
- Bruner, J.S. (1969). *Uma nova teoria de aprendizagem*. Rio: Bloch. 1ª ed.
- Bruner, J.S. (1973). *O processo da educação*. São Paulo: Nacional.
- Bruner, J.S. (1976). *Uma nova teoria de aprendizagem*. Rio: Bloch 2ª ed.
- Driscoll, M.P. (1995). *Psychology of learning and instruction*. Boston, MA: Allyn and Bacon. 409p.
- Eisenck, M.W. & Keane, M.T. (1990). *Cognitive psychology: a student's handbook*. Hove, U.K.: Lawrence Erlbaun. 557p.
- Freire, P. (1988). *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e Terra. 18ª edição. 184p.
- Freire, P. (2007). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra. 36ª edição 79p.
- Gadotti, M. (2001). *Convite à leitura de Paulo Freire*. São Paulo: Scipione. 2ª ed.

- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge, M.A.: Harvard University Press. 583p.
- Kelly, A.G. (1963). *A theory of personality - The psychology of personal constructs*. New York: W.W. Norton & Company. 189p.
- Moreira, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB. 129p.
- Moreira, M.A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor. 100p.
- Moreira, M. A. (2005). *Aprendizagem Significativa Crítica*. Porto Alegre: Ed. do Autor. 47p.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria de aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB. 185p.
- ➔ Moreira, M.A. (2011). *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: E.P.U. 2ª.ed.ampl. 242p.
- Moreira, M.A. (2011a). *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física. 179p.
- Rogers, C. (1969). *Freedom to learn*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill. 358p.
- Rogers, C. (1971). *Liberdade para aprender*. Belo Horizonte: Interlivros. 331p.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana – Vol. 1: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Vergnaud, G. (1982). *A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems*. In: Carpenter, T., Moser, J., and Romberg, T. *Addition and subtraction. A cognitive perspective*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum. pp. 29-59.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 10(23): 133-170.
- Wieman, C. (2013). Transformation is possible if a university really cares. *Science*, vol.340, pp. 292-296.