

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: da visão clássica à visão crítica¹ (Meaningful learning: from the classical to the critical view)

Marco Antonio Moreira
Instituto de Física da UFRGS
Caixa Postal 15051 - Campus
91501-970 Porto Alegre, RS
www.if.ufrgs.br/~moreira

Resumo

O objetivo desta apresentação é o de destacar, de um modo resumido e esquemático, distintas visões da aprendizagem significativa e, ao fazê-lo, abordar o tema de maneira histórica e prospectiva. Inicia-se com a visão clássica de Ausubel e subsequentemente passa-se às visões humanista de Novak, interacionista social de Gowin, cognitiva contemporânea de Johnson-Laird, da complexidade e progressividade de Vergnaud, autopoietica de Maturana, computacional de Araujo e Veit até chegar à visão crítica do próprio autor.

Abstract

The objective of this presentation is to emphasize, in a short and schematic way, different views of meaningful learning and, by doing this, to approach the subject from an historical and prospective fashion. It starts with Ausubel's classical view and subsequently goes through views taken from different authors – Novak, Gowin, Johnson-Laird, Vergnaud, Maturana, Araujo and Veit – and ends with the critical perspective of the author himself.

A visão cognitiva clássica

A perspectiva cognitiva clássica da aprendizagem significativa é a proposta por David Ausubel na década de sessenta (Ausubel, 1963; 1968) e por ele reiterada recentemente (Ausubel, 2000).

O núcleo firme dessa perspectiva é a *interação cognitiva* não-arbitrária e não-litera l entre o novo conhecimento, potencialmente significativo, e algum conhecimento prévio, especificamente relevante, o chamado *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Esta interação está esquematizada na Figura 1 enquanto que a teoria como um todo está diagramada conceitualmente na Figura 2.

A esquematização proposta na Figura 1 corresponde à *aprendizagem significativa subordinada* que é o caso mais comum. No entanto, quando um conceito ou proposição potencialmente significativo mais geral e inclusivo do que idéias ou conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva é adquirido a partir destes, e passa a assimilá-los, a aprendizagem é dita

¹ Conferência de encerramento do **V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Madrid, Espanha, setembro de 2006 e do **I Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática**, Tandil, Argentina, abril de 2007. Uma versão preliminar e reduzida desta conferência foi apresentada no **I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa**, Campo Grande, MS, Brasil, abril de 2005. Em ambos os casos, o texto correspondente está publicado nas respectivas Atas.

superordenada. Por último, a aprendizagem de conceitos ou proposições que não são subordináveis a, nem são capazes de subordinar, algum subsunçor é considerada *combinatória*. A aprendizagem significativa de certas leis científicas, por exemplo, pode implicar esta última forma de aprendizagem significativa, pois a compreensão da relação científica subjacente à expressão lingüística ou matemática da lei requer um conhecimento mais profundo da área. A interação não é com algum conhecimento especificamente relevante, como na forma subordinada, mas sim com um "*background*" de conhecimento na área em questão. Observe-se que tal como indicado no esquema da Figura 1, o esquecimento é uma continuação natural da aprendizagem significativa, mas há um resíduo, ou seja, o subsunçor modificado. Os novos conhecimentos acabam sendo obliterados, subsumidos. Mas de alguma forma "estão" no subsunçor e isso facilita a reaprendizagem.

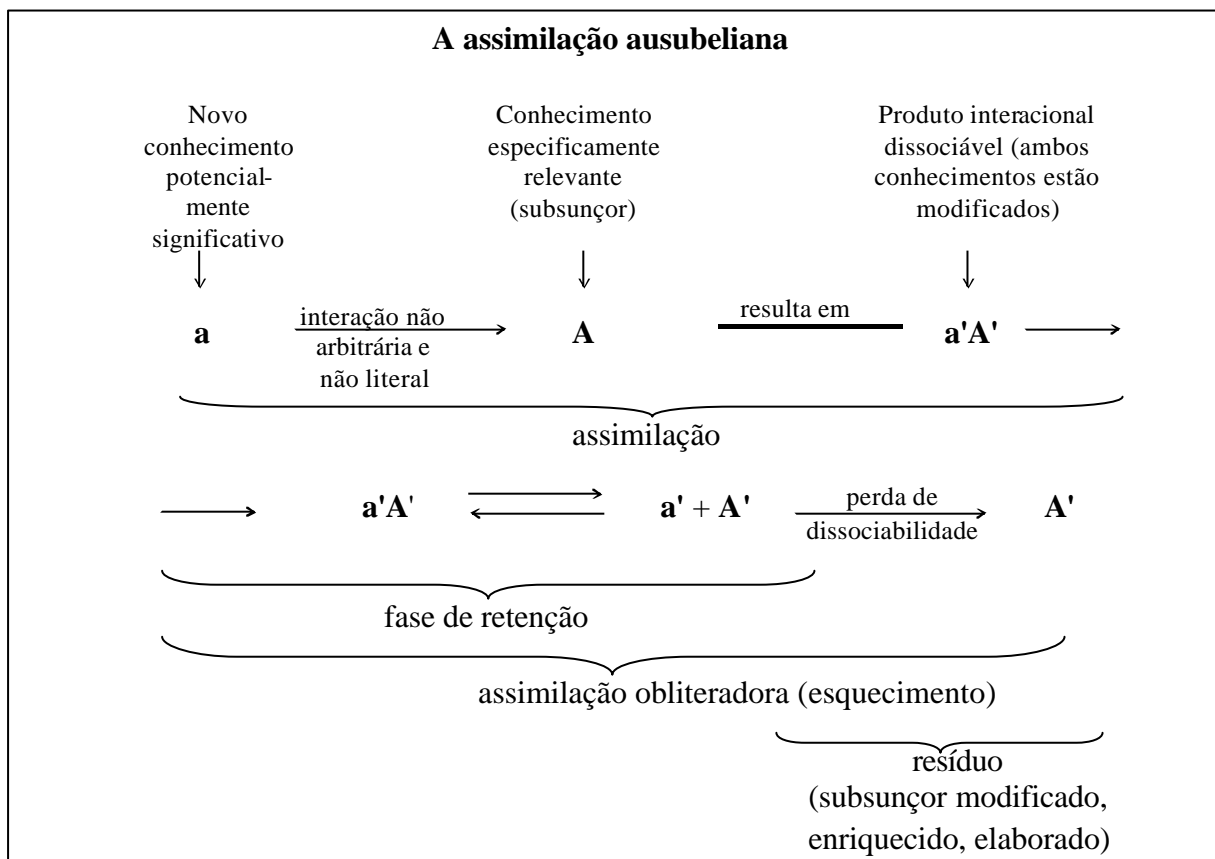


Figura 1. A aprendizagem significativa na visão cognitiva clássica de Ausubel.

Na visão clássica, aquilo que o aprendiz já sabe é o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem. Naturalmente, então, o ensino deve, necessariamente, ser conduzido de acordo.

Nessa perspectiva, as *condições* para a aprendizagem significativa são a *potencialidade significativa* dos materiais educativos (i.e., devem ter significado lógico e o aprendiz deve ter subsunçores especificamente relevantes) e a *pré-disposição do sujeito para aprender* (i.e., intencionalidade de transformar em psicológico o significado lógico dos materiais educativos).

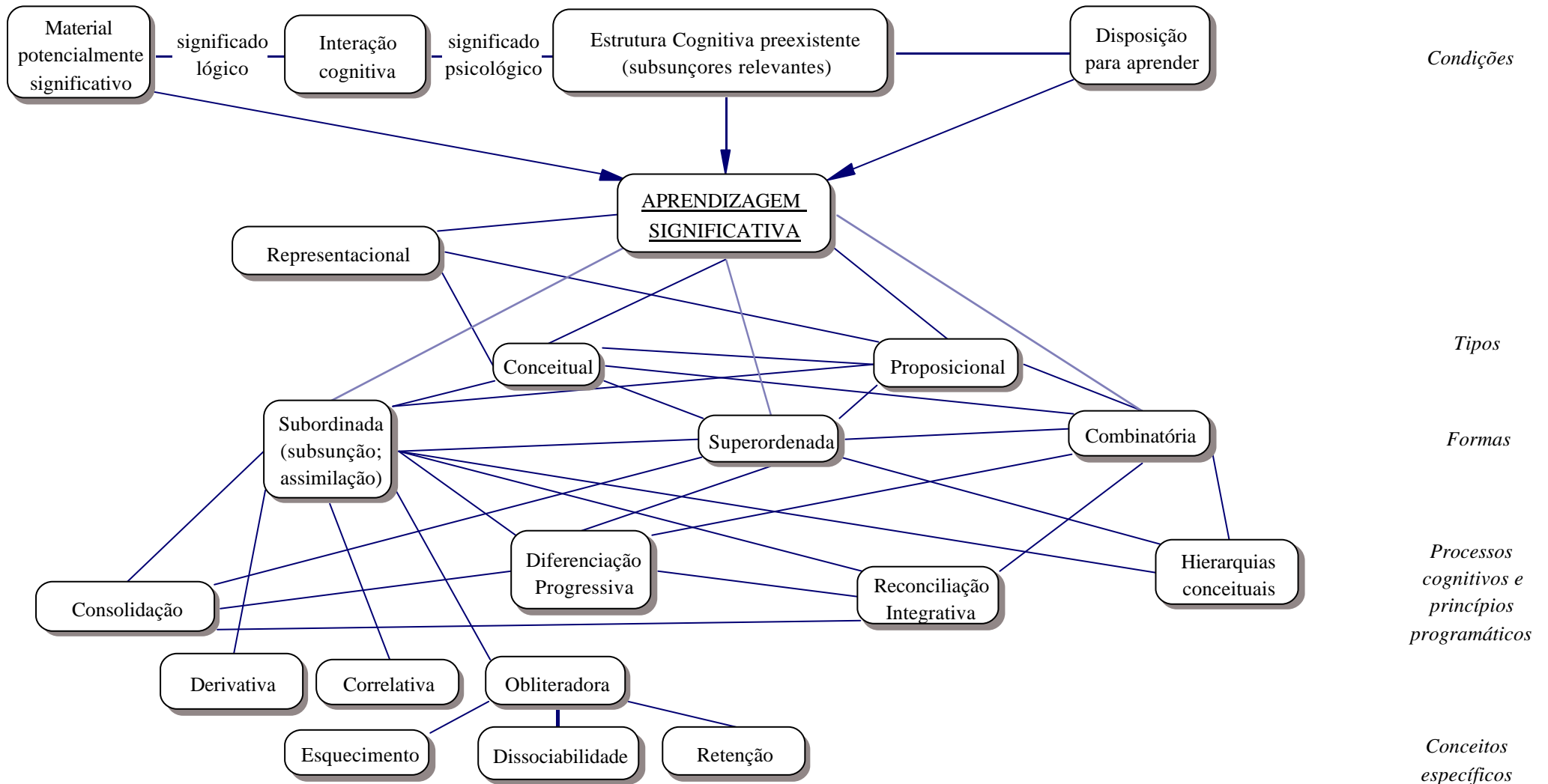


Figura 2. Um mapa conceitual para a teoria da aprendizagem significativa

Estas condições aparecem no topo da Figura 2. Nesta figura vê-se também que a aprendizagem significativa pode ser representacional (de representações), conceitual (de conceitos) ou proposicional (de proposições). A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são, ao mesmo tempo, processos da dinâmica da estrutura cognitiva e princípios programáticos da organização da matéria de ensino, assim como a consolidação (do que está sendo estudado e aprendido). A organização seqüencial é o princípio programático segundo o qual deve-se tirar partido das dependências seqüenciais naturais existentes na matéria de ensino. Finalmente, na parte inferior da figura 2 aparecem conceitos considerados secundários na estrutura da teoria. Aprendizagem subordinada derivativa é aquela em que o novo material aprendido não provoca grandes mudanças ou enriquecimentos no subsunçor, enquanto que correlativa é aquela aprendizagem que estende, elabora, modifica ou qualifica a idéia-âncora.

A visão humanista

Joseph Novak (1981; Novak e Gowin, 1996) colaborador de Ausubel e co-autor da segunda edição da obra básica sobre aprendizagem significativa (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980), dá à aprendizagem significativa uma conotação humanista propondo que ela subjaz à integração construtiva, positiva, entre pensamentos, sentimentos e ações que conduz ao engrandecimento humano. Essa integração entre pensamentos, sentimentos e ações pode ser positiva, negativa ou matizada. A perspectiva de Novak é que quando a aprendizagem é significativa o aprendiz cresce, tem uma sensação boa e se predispõe a novas aprendizagens na área. Mas o corolário disso é que quando a aprendizagem é sempre mecânica o sujeito acaba por desenvolver uma atitude de recusa à matéria de ensino e não se predispõe à aprendizagem significativa. Muito do que se passa nas situações de ensino e aprendizagem ocorre entre esses dois extremos. A visão de Novak é importante por que a predisposição para aprendizagem é umas das condições da aprendizagem significativa e certamente tem a ver com a integração de pensamentos, sentimentos e ações.

A óptica de Novak está esquematizada na Figura 3. Nesta figura aparecem também os chamados lugares comuns da educação – aprendizagem, ensino, currículo, meio social e avaliação (acrescentado por Novak) – que também estariam integrados na aprendizagem significativa.

Ainda que muito difundidos por Novak (2000), os mapas conceituais são apenas uma possível estratégia facilitadora da aprendizagem significativa, assim como os diagramas V (Gowin & Alvarez, 2005).

A visão interacionista social

A perspectiva interacionista social da aprendizagem significativa é a abordagem triádica (aluno ? professor ? materiais educativos do currículo) de D.B.Gowin (1981; Novak e Gowin, 1996) esquematizada na Figura 4. Trata-se de uma visão basicamente vygotskyana, na qual o processo ensino-aprendizagem é visto como uma negociação de significados cujo objetivo é compartilhar significados a respeito dos materiais educativos do currículo. O professor (mediação humana) é quem já domina os significados aceitos no âmbito da matéria de ensino e o aprendiz é aquele que busca captar tais significados. Cabe ao professor apresentar, das mais diversas maneiras, e várias vezes se necessário, esses

significados e buscar evidências de se o aluno os está captando. Ao aluno compete verificar se os significados que está captando são aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. É isso que se entende por negociação de significados e ela ocorre em outro contexto que é o meio social.

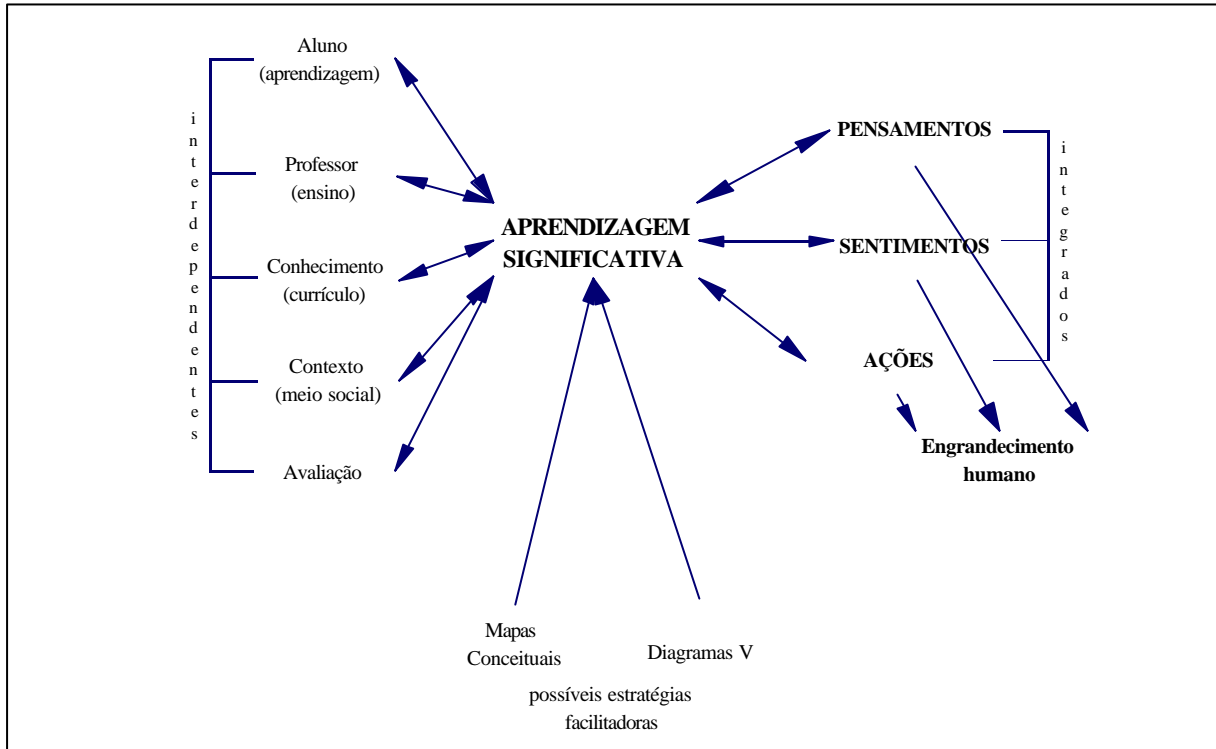


Figura 3: A aprendizagem significativa na visão humanista de Novak.

Nesse modelo, um episódio de ensino se consome quando o aluno capta os significados que o professor queria que ele captasse e que são aqueles já aceitos por uma comunidade de usuários. É nesse sentido que há um compartilhamento de significados.

Nesse olhar, o aprendiz está em condições de decidir se quer aprender significativamente quando capta os significados aceitos no âmbito da matéria de ensino, compartilhando significados com o professor a respeito dos materiais educativos do currículo. Quer dizer, Gowin introduz a idéia de captação de significados como algo anterior à aprendizagem significativa propriamente dita.

No processo de negociação de significados típico dessa abordagem, a linguagem (mediação semiótica) tem um papel fundamental, imprescindível (Moreira, 2004).

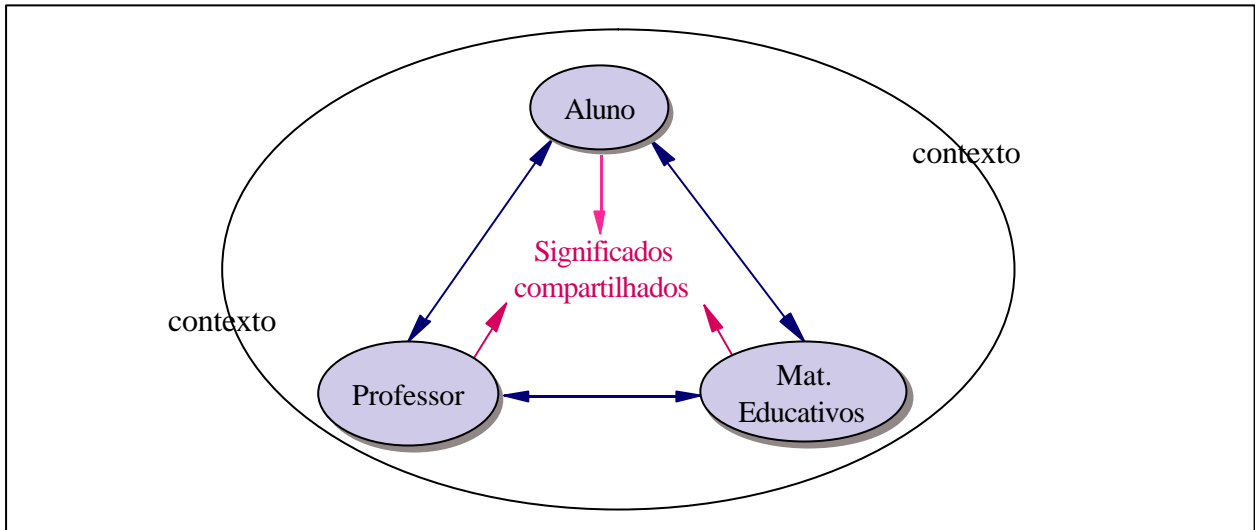


Figura 4. A aprendizagem significativa na visão interacionista social de Gowin.

A visão cognitiva contemporânea

A idéia clássica de Ausubel de interação entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios como estando na essência da aprendizagem significativa é, sem dúvida, muito apropriada. Contudo, ela pouco diz sobre como ocorre essa interação.

A teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird (1983) oferece uma explicação nesse sentido: frente a um novo conhecimento, uma nova situação, a primeira representação mental que o sujeito constrói, em sua memória de trabalho, é um modelo mental (um análogo estrutural dessa situação). Em certas circunstâncias essa representação pode estabilizar-se e evoluir até um esquema de assimilação piagetiano. (Moreira, 2002; Greca e Moreira, 2002). É isso que está esquematizado na Figura 5.

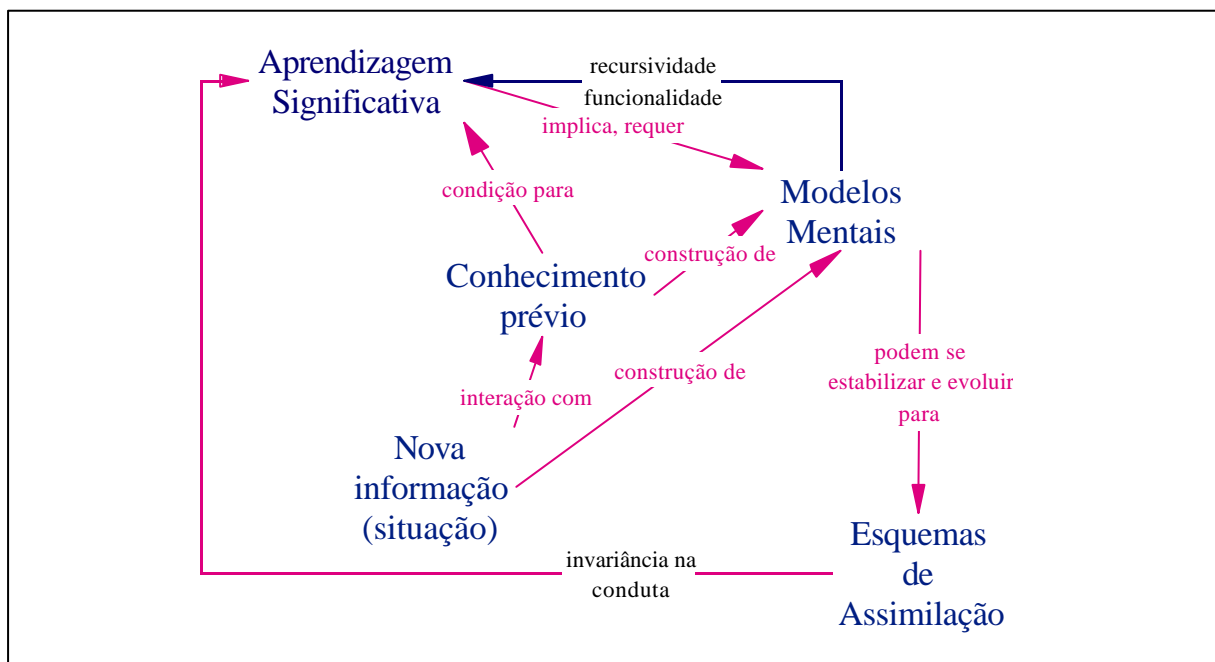


Figura 5. A aprendizagem significativa em uma visão cognitiva contemporânea.

Quer dizer, a construção de um modelo mental pode ser vista como o primeiro passo para uma aprendizagem significativa. Tal construção reflete uma intencionalidade do sujeito porque se ele constrói o modelo é porque quer dar conta da situação. Mas o modelo mental tem um único compromisso que é o da funcionalidade para o sujeito. Não implica, portanto, uma aprendizagem significativa no sentido de compartilhar significados, pois o modelo mental pode estar "errado" contextualmente, mas funcionar bem para o sujeito. Por outro lado, a modelagem mental é recursiva de modo que o modelo mental pode ser modificado tantas vezes quantas necessárias ao longo da negociação de significados e ser, de fato, um passo essencial para a aprendizagem significativa podendo, até mesmo, evoluir para esquemas de assimilação.

Essa visão cognitivista contemporânea da aprendizagem significativa é compatível com a visão clássica também no sentido de que o conhecimento prévio é fundamental pois os modelos mentais são construídos a partir de conhecimentos que o indivíduo já tem em sua estrutura cognitiva e daquilo que ele percebe da nova situação, seja por percepção direta seja por alguma descrição ou representação dessa situação, desse novo conhecimento.

A visão da complexidade e da progressividade

Esta visão que está muito clara na teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1990; Moreira, 2002) é importante para que não se pense que a aprendizagem significativa ocorre abruptamente ou que a aprendizagem é significativa ou mecânica, ou seja, que há uma dicotomia entre as duas.

Para Vergnaud, o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito que aprende, ocorre ao longo de um extenso período de tempo. Campo conceitual é, sobretudo, um conjunto de situações-problema, cujo domínio requer o domínio de vários conceitos de natureza distinta. Os conhecimentos dos alunos são moldados pelas situações que encontram e progressivamente dominam. Mas essas situações são cada vez mais complexas. Um campo conceitual é um campo complexo. A única maneira de um sujeito dominá-lo é dominar, progressivamente, situações cada vez mais complexas.

As situações são os novos conhecimentos e são elas que dão sentido aos conceitos, mas para dar conta delas o sujeito precisa conceitos, ou seja, conhecimentos prévios. Mas esses conhecimentos prévios ficarão mais elaborados em função dessas situações nas quais são usados. Está aí a interação que caracteriza a aprendizagem significativa, porém em uma óptica de progressividade e complexidade.

Esta perspectiva de complexidade e progressividade está expressa nas proposições constantes no Quadro 1 e no mapa conceitual da Figura 6. Os novos conhecimentos de Ausubel seriam as novas situações. Os conhecimentos preexistentes (subsunoeres) seriam conceitos em construção. Da interação (relação dialética) entre eles resultaria a aprendizagem significativa, de maneira progressiva.

Quadro 1. Proposições básicas da visão da progressividade e da complexidade da aprendizagem significativa.

A AQUISIÇÃO, OU DOMÍNIO, DE UM CORPO DE CONHECIMENTOS (I.E., UM CAMPO CONCEITUAL) É UM PROCESSO LENTO, NÃO LINEAR, COM RUPTURAS E CONTINUIDADES.

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA É, ENTÃO, PROGRESSIVA.

OS CONHECIMENTOS SÃO MOLDADOS PELAS SITUAÇÕES PREVIAMENTE DOMINADAS

HÁ UM CONTÍNUO ENTRE APRENDIZAGEM MECÂNICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.

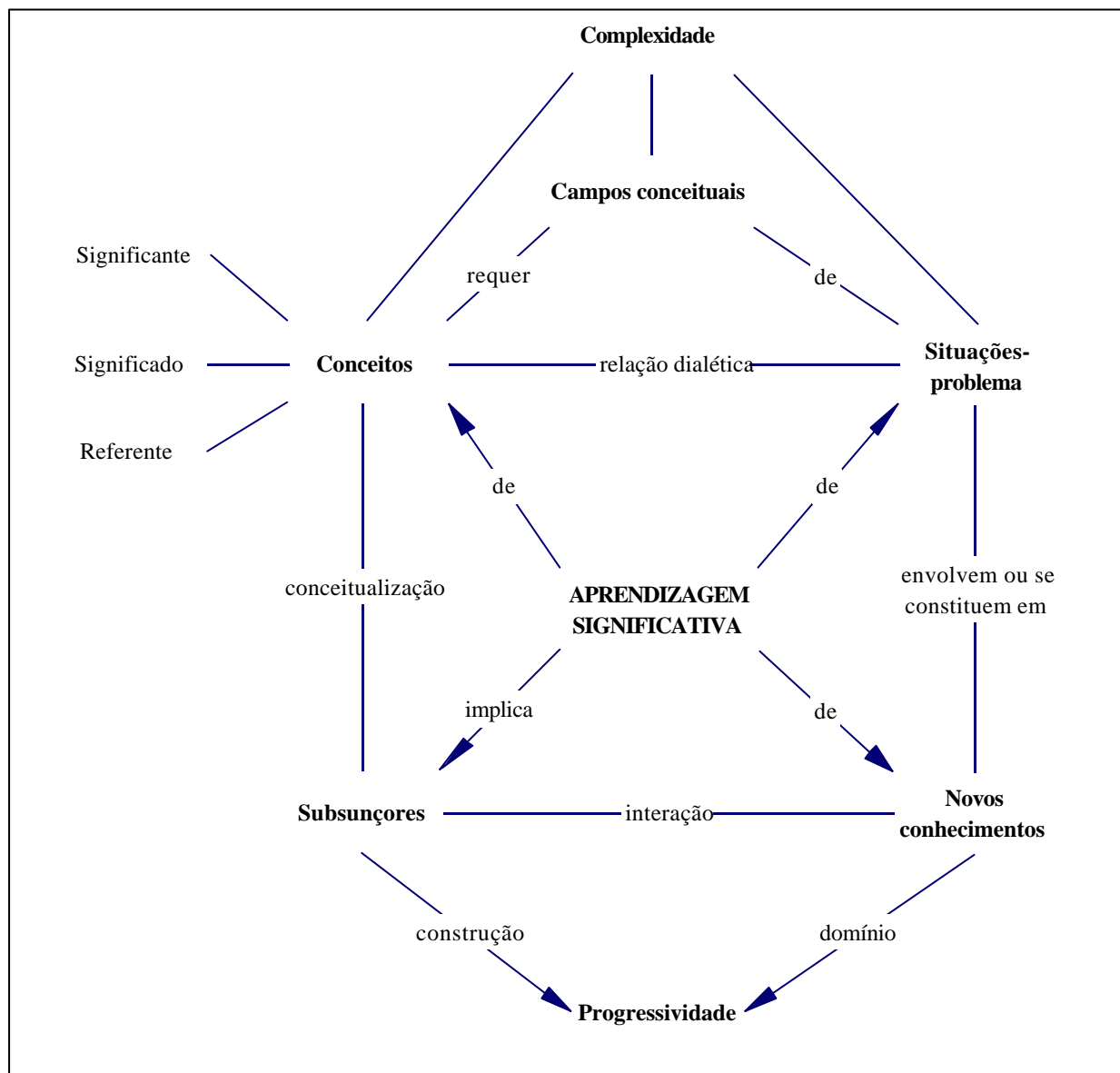


Figura 6: Um esquema conceitual para a visão da progressividade e da complexidade da aprendizagem significativa.

A visão autopoietica (Maturana, 2001)²

Os seres vivos são máquinas autopoieticas, ou seja, máquinas que continuamente especificam e produzem sua própria organização através da produção de seus próprios componentes, sob condições de contínua perturbação e compensação dessas perturbações.

As máquinas autopoieticas são autônomas (subordinam todas suas mudanças à conservação de sua própria organização). Podem ser perturbadas por fatores externos e experimentam mudanças internas que compensam essas perturbações.

Para explicar o conhecer, é necessário explicar o conhecedor que é o ser humano, uma máquina autopoietica.

O explicar se dá na linguagem, mas sua validade depende de quem aceita a explicação. Há tantos explicares, tantos modos de explicar, como modos de aceitar explicações.

Nessa visão, o aluno é uma máquina autopoietica, o professor e os materiais educativos são agentes perturbadores.

Contudo, a perturbação não contém em si mesma uma especificação de seus efeitos sobre o ser vivo (no caso, o aluno) é este em sua estrutura que determina sua própria mudança frente a tal perturbação. Esta propriedade das máquinas autopoieticas chama-se determinismo estrutural. O ser vivo é uma máquina autopoietica determinada estruturalmente.

A aprendizagem significativa ocorre no domínio de interações perturbadoras que geram mudanças de estado, ou seja, mudanças estruturais sem mudar a organização, mantendo a identidade de classe.

Os conhecimentos prévios dos alunos são explicações que são reformulações da experiência. Tais explicações podem ser aceitas no contexto científico ou não. No primeiro caso, são válidas por que atendem aos critérios de validade da ciência; no segundo, podem ser válidas porque são aceitas no cotidiano. Então, ambas são válidas dependendo de onde são aceitas. E essas explicações se dão na linguagem.

Os novos conhecimentos são perturbações que, na aprendizagem significativa, receberão significados e, ao mesmo tempo, através de uma interação perturbadora modificarão em alguma medida, a estrutura dos conhecimentos prévios sem alterar sua organização.

A visão autopoietica da aprendizagem significativa está mapeada conceitualmente na Figura 7.

A visão computacional

Por um lado, esta visão tem muito a ver com a que chamamos de cognitiva contemporânea, ou seja, a dos modelos mentais. Por outro, tem a ver com o computador como instrumento de aprendizagem.

² Maturana, H. (2001). *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Belo Horizonte, Editora UFMG.

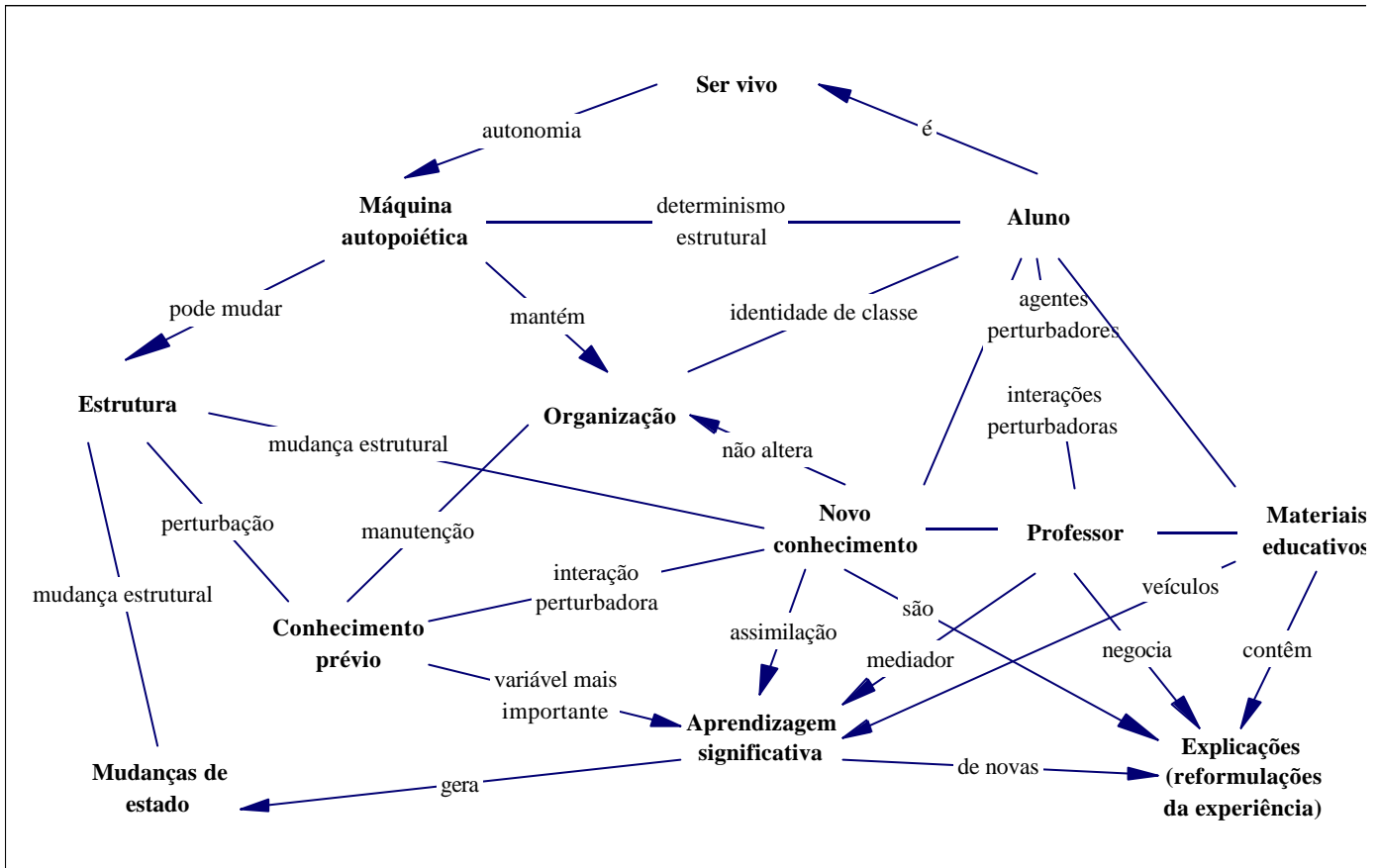


Figura 7. Um mapa conceitual pra a visão autopoietica da aprendizagem significativa.

Na ótica da psicologia cognitiva atual, a mente humana é vista como um sistema computacional representacional. A mente recebe informações sensoriais do mundo, processa tais informações, i.e., computa, e gera representações de estados de coisas do mundo. Essas representações mentais são maneiras de re-representar internamente o mundo externo. As pessoas não captam o mundo exterior diretamente, elas constroem representações mentais (quer dizer, internas dele). O aluno quando recebe³ novos conhecimentos, e se predispõe a aprender, constrói representações mentais desses conhecimentos, como, por exemplo, os modelos mentais (quando a situação é nova). Na construção dessas representações a variável mais importante são suas representações prévias, quer dizer, representações internas, com um certo grau de estabilidade, que podem modificar-se na medida que incorporem novas informações. A idéia é a mesma proposta por Ausubel há mais de quarenta anos, porém ao invés de falar-se em subsunçores, que muitas vezes são interpretados como conhecimentos pontuais, fala-se em representações mentais que decorrem de computações mentais não-conscientes. Não se trata de complicar a proposta de Ausubel sobre a enorme influência dos conhecimentos prévios na aprendizagem de novos conhecimentos, mas sim de ter uma visão melhor e contemporânea da estrutura desses conhecimentos prévios.

³ Receber refere-se à aprendizagem receptiva, no sentido de que o que se aprende não precisa descobrir para aprender. Receptiva não é sinônimo de passiva. Mesmo que o novo conhecimento chegue ao aprendiz através de modernos recursos multimídia, a aprendizagem, se ocorrer, continua sendo receptiva.

Mas como fica a aprendizagem significativa nesse caso? Provavelmente, o núcleo firme, ou seja, a interação cognitiva não-arbitrária e não literal entre o novo conhecimento potencialmente significativo e algum conhecimento especificamente relevante, continua inalterado. Mas essa interação que caracteriza a aprendizagem significativa está sendo mediada não só pelo professor e pela palavra mas também pelo computador. Serão então diferentes as representações mentais que estarão sendo construídas pelo aluno? Será estimulada a aprendizagem significativa? Haverá mais aprendizagem mecânica, visto que muito da interação do aluno, ou de qualquer pessoa, com o computador é do tipo ensaio-e-erro?

Tais questões serão aqui deixadas em aberto. Respondê-las sem o apoio de pesquisas seria pura especulação. Ao invés disso será apresentado, a título de exemplo, um dispositivo heurístico para facilitar a aprendizagem significativa da modelagem computacional.

Na Física, por exemplo, os modelos ocupam uma posição central na construção do conhecimento. Conseqüentemente, o aluno deve aprender a construir modelos, e para isso, existem boas ferramentas para que as construa no computador. Quer dizer, o aluno constrói modelos de situações físicas usando determinada ferramenta computacional. A isso chama-se modelagem computacional. Contudo, pode ocorrer, e muitas vezes ocorre, que o aluno construa mecanicamente o modelo, ou seja, sem entender o que é um modelo em Física ou sem compreender que o que está construindo é um modelo.

Para facilitar a aprendizagem significativa da modelagem computacional, Araujo, Veit e Moreira (2006) adaptaram o chamado Vê de Gowin (1981, 2005), ou diagrama V, e o transformaram em um diagrama AVM (Adaptação do Vê à Modelagem), tal como apresentado na figura 8.

Na experiência desses autores os alunos constroem diagramas AVM, antes, durante ou depois, de construírem os modelos computacionais com o objetivo primordial de estimular sua reflexão crítica sobre os modelos físicos construídos e sobre a modelagem em si. Busca-se assim facilitar a aprendizagem significativa de atividades computacionais desenvolvidas pelo aluno.

A visão crítica (subversiva, antropológica)

Também dentro de uma óptica contemporânea, é importante que a aprendizagem significativa seja também crítica, subversiva, antropológica. Quer dizer, na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente. Ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo.



Figura 8. O diagrama AVM desenvolvido por Araújo, Veit e Moreira.

Para isso, no ensino devem ser observados os princípios (Moreira, 2000) listados no Quadro 2:

Quadro 2. Princípios facilitadores de uma aprendizagem significativa crítica.

<p>Perguntas ao invés de respostas (estimular o questionamento ao invés de dar respostas prontas)</p> <p>Diversidade de materiais (abandono do manual único)</p> <p>Aprendizagem pelo erro (é normal errar; aprende-se corrigindo os erros)</p> <p>Aluno como perceptor representador (o aluno representa tudo o que percebe)</p> <p>Consciência semântica (o significado está nas pessoas, não nas palavras)</p> <p>Incerteza do conhecimento (o conhecimento humano é incerto, evolutivo)</p> <p>Desaprendizagem (às vezes o conhecimento prévio funciona como obstáculo epistemológico)</p> <p>Conhecimento como linguagem (tudo o que chamamos de conhecimento é linguagem)</p> <p>Diversidade de estratégias (abandono do quadro-de-giz)</p>
--

O primeiro desses princípios implica a interação social e o questionamento como elementos centrais na facilitação da aprendizagem significativa crítica: é mais importante aprender a perguntar do que aprender "respostas certas". É igualmente importante aprender a partir de distintos materiais educativos: o livro único – o chamado livro de texto – fornece uma única visão, não estimula o questionamento, dá a "resposta certa".

A aprendizagem pelo erro é natural na aprendizagem humana fora da escola – erramos continuamente e aprendemos, continuamente, de nossos erros –, mas na escola o erro é punido. Além disso, a escola vê o aluno como um receptor de respostas certas que devem ser memorizadas e reproduzidas (sem erros), mas, na verdade, o ser que aprende é um perceptor, ou seja, um sujeito que percebe e representa o que lhe está sendo ensinado.

Outro princípio importante para facilitar a aprendizagem significativa crítica é o de que o significado está nas pessoas, não nas palavras. O processo ensino-aprendizagem envolve apresentação, recepção, negociação e compartilhamento de significados, no qual a linguagem é essencial e, assim sendo, é preciso ter sempre consciência de que os significados são contextuais, são arbitrariamente atribuídos pelas pessoas aos objetos e eventos e que elas também atribuem significados idiossincráticos aos estados de coisas do mundo. A aprendizagem significativa requer compartilhar significados, mas também implica significados pessoais.

A questão da incerteza do conhecimento não significa relativismo, indiferença, mas sim de que não tem sentido ensinar dogmaticamente. O conhecimento humano evolui. Os melhores modelos que temos hoje darão origem a outros mais ricos, mais elaborados, enfim, melhores ainda. É preciso, então, aprendê-los de uma perspectiva crítica, não dogmática.

Como foi dito no começo, o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem. Seu efeito é grandemente facilitador da aprendizagem significativa, mas às vezes, pode ser também inibidor. Quer dizer, não permite que o sujeito perceba novos significados, novas relações. Nesse caso é preciso aprender a não usar tal conhecimento. É esse o sentido de desaprender (não usar como idéia-âncora). Sem dúvida, isso é difícil, mas deve ser pelo menos tentado.

O último desses princípios, o do abandono do quadro-de-giz, talvez devesse ser o primeiro porque, de certa forma, ele abarca todos os anteriores. O quadro-de-giz simboliza aquele ensino (professor escreve, aluno copia, decora e reproduz) que deve ser abandonado se o que se quer é promover uma aprendizagem significativa crítica. Modernamente, o quadro-de-giz tem sido substituído por coloridas, e animadas, exposições em *power-point*. Dá no mesmo. O que o último princípio propõe é a diversificação de estratégias e a participação ativa, e responsável, do aluno na sua aprendizagem.

Conclusão

Fica claro, então, que aprendizagem significativa é um conceito de grande atualidade, embora tenha sido proposto há mais de quarenta anos. Fica também claro que esse conceito tem significados originais precisos que subjazem a qualquer das visões aqui apresentadas. Olhar a aprendizagem significativa desde distintas perspectivas não implica uma polissemia onde tudo é aprendizagem significativa. Por outro lado, passados mais de quarenta anos, novos olhares são necessários, particularmente o de complexidade e o de visão crítica.

Referências

- AUSUBEL, D. P. (1963). **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton.
- AUSUBEL, D. P. (1968). **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart, and Winston. 685 p.
- AUSUBEL, D.P. (2000). **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 210 p.
- AUSUBEL, D.P. ; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1980). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução ao português, de Eva Nick et al., da segunda edição de **Educational psychology: a cognitive view**. 623p.
- GOWIN, D.B. (1981). **Educating**. Ithaca, N.Y., Cornell University Press. 210p.
- GOWIN, D.B. and ALVAREZ, M. (2005). **The art of educating with V diagrams**. New York, Cambridge University Press.
- GRECA, I. M. e MOREIRA, M. A. (2002). Além da detecção de modelos mentais dos estudantes. Uma proposta representacional integradora. **Investigações em Ensino de Ciências**, 7(1): 32-53. <http://www.if.ufrgs.br/ienci>
- JOHNSON-LAIRD, P. N. (1983). **Mental models**. Cambridge, MA, Harvard University Press. 513p.

MOREIRA, M.A. (2000). **Aprendizagem significativa crítica**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche).

MOREIRA, M.A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, 7(1): 7-29. <http://www.if.ufrgs.br/ienci>

NOVAK, J.D. (1981). **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira. Tradução para o português, de M.A. Moreira, do original **A theory of education**. Ithaca, N.Y., Cornell University, 1977. 252 p.

NOVAK, J.D. (2000). **Aprender, criar e utilizar o conhecimento. Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas**. Lisboa, Plátano Edições Técnicas.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. (1996). **Aprender a aprender**. Lisboa. Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original **Learning how to learn**. 212p.

VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. **Récherches em Didactique des Mathématiques**, 10(23): 133-170.