APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, ORGANIZADORES PRÉVIOS, MAPAS CONCEITUAIS, DIAGRAMAS V e UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS[1]

Marco Antonio Moreira
Instituto de Física – UFRGS
Caixa Postal 15051 – Campus
91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil
moreira@if.ufrgs.br
http://moreira.if.ufrgs.br

[1] Material de apoio para o curso *Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras.* PUCPR, 2012, 2013.

FICHA CATALOGRÁFICA

APRESENTAÇÃO

Inicialmente, no primeiro artigo, é feita uma descrição detalhada da teoria da aprendizagem significativa na visão clássica de David Ausubel, segundo a leitura ou releitura de M.A. Moreira.

A seguir, nos artigos dois, três e quatro, os organizadores prévios, os mapas conceituas e os diagramas V são propostos como estratégias potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa.

Finalmente, no quinto artigo, se propõe algo novo: uma unidade de ensino teoricamente fundamentada.

A intenção do autor ao organizar esta recopilação de artigos é a de oferecer subsídios a professores que desejem mudar suas práticas docentes para facilitar a aprendizagem significativa de seus alunos em contraposição à aprendizagem mecânica, comportamentalista.

Caso algum desses artigos seja usado como referência na construção de algum material didático ou em alguma pesquisa, o autor pede que sejam utilizadas as referências originais de publicação nas revistas *Qurriculum* (primeiro artigo), *Revista Chilena de Educación Científica* (artigos 2, 3 e 4) e *Aprendizagem Significativa em Revista* (quinto artigo), cujas referências aparecem em nota de rodapé na primeira página de cada artigo.

M.A. Moreira

2012

Revisado, 2013

SUMÁRIO

1. O que é afinal aprendizagem significativa? 05

2. Organizadores prévios e aprendizagem significativa 30

3. Mapas conceituais e aprendizagem significativa 41

4. Diagramas V e aprendizagem significativa 55

5. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas 66

O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?[1,2]
(After all, what is meaningful learning?)

Marco Antonio Moreira
Instituto de Física – UFRGS
Caixa Postal 15051 – Campus
91501-970 Porto Alegre – RS
moreira@if.ufrgs.br
http://moreira.if.ufrgs.br

Resumo

É feita uma descrição detalhada da teoria da aprendizagem significativa na visão clássica de David Ausubel, segundo a leitura, ou releitura, do autor. A teoria não é apresentada como nova, mas sim como atual. Argumenta-se que houve uma apropriação superficial, polissêmica, do conceito de aprendizagem significativa, de modo que qualquer estratégia de ensino passou a ter a aprendizagem significativa como objetivo. No entanto, na prática a maioria dessas estratégias, ou a escola de um modo geral, continuam promovendo muito mais a aprendizagem mecânica, puramente memorística, do que a significativa. Por isso, o texto procura esclarecer o que é, afinal, aprendizagem significativa. Isso é feito abordando recursivamente esse conceito ao longo do texto de modo a promover a diferenciação progressiva do mesmo.
Palavras-chave: *aprendizagem significativa, aprendizagem mecânica, estratégias de ensino.*

Abstract

A detailed description of David Ausubel's classical meaningful learning theory is presented according to the author's interpretation, or reinterpretation. The theory is not presented as new, but as a present day theory. It is argued that a superficial and polissemic appropriation of the meaningful learning concept has occurred in such a way that any teaching strategy now has meaningful learning as target. However, in practice most of those strategies, or the school in general, are still promoting much more rote learning than meaningful learning. For this reason, the text attempts to clarify what is, after all, meaningful learning. This is done approaching this concept recursively throughout the text in order to promote its progressive differentiation.
Keywords: *meaningful learning, rote learning, teaching strategies.*

[1] Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020.
[2] Moreira, M.A. (2012). ¿Al final qué es aprendizaje significativo? *Revista Qurriculum*, La Laguna, *25*: 29-56.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA[3]

Visão Geral

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer idéia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel[4] (1918-2008) chamava de *subsunçor* ou *idéia-âncora.*

Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de idéia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela *interação* entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é *não-literal* e *não-arbitrária.* Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Por exemplo, para um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele ou ela dará significado a essa nova lei na medida em que "acionar" o subsunçor Conservação da Energia, mas este ficará

---

[3] Esta descrição da Teoria de Aprendizagem Significativa está baseada na obra mais recente de David Ausubel, *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*, publicada, em 2000, por Kluwer Academic Publishers, traduzida (*Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*) e publicada, em 2003, por Plátano Edições Técnicas, Lisboa. Esta obra por sua vez, praticamente, apenas reitera, confirma, a atualidade da teoria original proposta por Ausubel, em 1963, na obra *The psychology of meaningful verbal learning* (New York: Grune & Stratton) e, em 1968, no livro *Educational psychology: a cognitive view* (New York: Holt, Rinehart & Winston), cuja segunda edição (1978) tem Joseph Novak e Helen Hanesian como co-autores. Essa teoria tem sido descrita por M.A. Moreira em várias outras obras (Moreira e Masini, 1982, 2006; Moreira, 1983; Moreira e Buchweitz, 1993; Moreira, 1999, 2000, 2005, 2006; Moreira et al., 2004; Masini e Moreira, 2008; Valadares e Moreira, 2009).

[4] David Ausubel (1918-2008), graduou-se em Psicologia e Medicina, doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde foi professor no *Teacher's College* por muitos anos; dedicou sua vida acadêmica ao desenvolvimento de uma visão cognitiva à Psicologia Educacional.

mais rico, mais elaborado, terá novos significados pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica mas também ao da Termodinâmica.

Através de novas aprendizagens significativas, resultantes de novas interações entre novos conhecimentos e o subsunçor Conservação da Energia, este ficará cada vez mais estável, mais claro, mais diferenciado e o aprendiz dará a ele o significado de uma lei geral da Física, ou seja, a energia se conserva sempre.

Por outro lado, o subsunçor Conservação da Energia, poderá servir de idéia-âncora para um outro novo conhecimento: a Conservação da Quantidade de Movimento, uma outra lei geral da Física. Analogamente, a conservação de outras grandezas físicas como o momentum angular e a carga elétrica adquirirão significados por interação com o subsunçor constituído pelas leis de conservação já significativas. Quer dizer, o subsunçor que inicialmente era apenas conservação da energia, agora é também conservação da quantidade de movimento, do momentum angular, da carga elétrica, da corrente elétrica, e de outras grandezas físicas, permitindo inclusive dar significado à não-conservação de certas grandezas como é o caso da entropia.

Progressivamente o subsunçor vai ficando mais estável mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens. No caso das conservações de grandezas físicas, o aprendiz pode chegar a um "novo subsunçor" – Leis de Conservação – que passa a subordinar todas as conservações anteriores. Ou seja, que se aplica a várias grandezas físicas e a outras não.

Esta forma de aprendizagem significativa, na qual uma nova idéia, um novo conceito, uma nova proposição, mais abrangente, passa a subordinar conhecimentos prévios é chamada de *aprendizagem significativa superordenada.* Não é muito comum; a maneira mais típica de aprender significativamente é a aprendizagem *significativa subordinada,* na qual um novo conhecimento adquire significado na ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante.

Poderíamos também tomar como exemplo a construção do subsunçor *mapa*. As crianças na escola formam o conceito de mapa geográfico através de sucessivos encontros com instâncias desse conceito. Aprendem que o mapa pode ser da cidade, do país, do mundo. Progressivamente, vão aprendendo que um mapa pode ser político, rodoviário, físico, etc.. O subsunçor mapa vai ficando cada vez mais rico, com mais significados, mais estável e mais capaz de interagir com novos conhecimentos. Dependendo dos campos de conhecimentos que o sujeito busque dominar em suas aprendizagens futuras, terá que dar significado a conceitos tais como mapas cognitivos, mapas mentais, mapas conceituais, mapas de eventos e, sabe-se lá, que outros tipos de mapas. Então, ao longo de sucessivas aprendizagens significativas o subsunçor vai adquirindo muitos significados, tornando-se cada vez mais capaz de servir de idéia-âncora para novos conhecimentos.

No entanto, se um dado conhecimento prévio não servir usualmente de apoio para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos ele não passará espontaneamente por esse processo de elaboração, diferenciação, cognitiva. Nos exemplos dados, a lei de conservação se aplicará apenas à energia e mapa será sempre o mapa da escola primária.

Pode ocorrer também que um subsunçor muito rico, muito elaborado, isto é, com muitos significados claros e estáveis, se oblitere ao longo do tempo, "encolha" de certa forma,

no sentido de que seus significados não são mais tão claros, discerníveis uns dos outros. Na medida em que um subsunçor não é frequentemente utilizado ocorre essa inevitável obliteração, essa perda de discriminação entre significados. É um processo normal do funcionamento cognitivo, é um esquecimento, mas em se tratando de aprendizagem significativa a reaprendizagem é possível e relativamente rápida.

No caso das Leis de Conservação, um aluno que tivesse adquirido esse conceito significativamente mas que depois de sair da escola, ou da faculdade, passasse muito tempo sem envolver-se com temas de Física provavelmente continuaria sabendo que essa é uma ideia central em Física, mas talvez não lembrasse exatamente quais grandezas físicas se conservam e quais não se conservam, e muito menos o formalismo de uma determinada lei de conservação. Mas uma vez que a aprendizagem tivesse sido significativa, e esse sujeito retomasse estudos de Física, provavelmente não teria muita dificuldade em "resgatar", "reativar" ou "reaprender" o subsunçor Leis de Conservação. Isso acontece também com professores que passam muito anos sem dar aulas sobre certos conteúdos.

Portanto, aprendizagem significativa não é, como se possa pensar, aquela que o indivíduo nunca esquece. A *assimilação obliteradora* é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. Se o esquecimento for total, como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um certo conteúdo é provável que aprendizagem tenha sido *mecânica*, não significativa.

O subsunçor é, portanto, um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos. Não é conveniente "coisificá-lo", "materializá-lo" como um conceito, por exemplo. O subsunçor pode ser também uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo, enfim um conhecimento prévio especificamente relevante para a aprendizagem significativa de determinados novos conhecimentos.

A clareza, a estabilidade cognitiva, a abrangência, a diferenciação de um subsunçor variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito. Trata-se de um conhecimento dinâmico, não estático, que pode evoluir e, inclusive, involuir.

Em linguagem coloquial poderíamos dizer que "nossa cabeça" está "cheia" de subsunçores, uns já bem firmes outros ainda frágeis, mas em fase de crescimento, uns muito usados outros raramente, uns com muitas "ramificações', outros "encolhendo". Naturalmente, esses conhecimentos interagem entre si e podem organizar-se e reorganizar-se. Ou seja, "nossa cabeça" contém um conjunto dinâmico de subsunçores.

Em termos mais técnicos, ao invés de "cabeça" poderíamos falar em *estrutura cognitiva* e dizer que o complexo organizado de subsunçores e suas interrelações, em um certo campo de conhecimentos, poderia ser pensado como constituindo a estrutura cognitiva de um indivíduo nesse campo. Poder-se-ia também falar em estrutura cognitiva em termos de subsunçores mais abrangentes, mais gerais, aplicáveis a distintos campos de conhecimento. Estrutura cognitiva é um construto (um conceito para o qual não há um referente concreto) usado por diferentes autores, com diferentes significados, com o qual se pode trabalhar em níveis distintos, ou seja, referido a uma área específica de conhecimentos ou a um campo conceitual, um complexo mais amplo de conhecimentos.

Tais conhecimentos podem ser de natureza conceitual, procedimental ou atitudinal. No entanto, os subsunçores de Ausubel se referem muito mais ao conhecimento declarativo (conceitual), tanto é que muitas vezes ele falava em *conceito subsunçor*, nomenclatura que hoje não nos parece adequada porque restringe muito o significado de subsunçor, induzindo a que seja pensado como um conceito determinado. Como já foi dito, é melhor considerar o subsunçor como um conhecimento prévio especificamente relevante para uma nova aprendizagem, não necessariamente um conceito.

Destaque-se ainda que, no âmbito da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados. Há subsunçores que são hierarquicamente subordinados a outros, mas essa hierarquia pode mudar se, por exemplo, houver uma aprendizagem superordenada, na qual um novo subsunçor passa a incorporar outros. Voltando ao exemplo da Conservação da Energia, pode-se pensar que para um certo estudante esse seja, em uma dada época, um subsunçor hierarquicamente superior a outros conhecimentos de Física que ele adquiriu. Mas ao longo de suas aprendizagens ele poderá construir o subsunçor Leis de Conservação que abrangerá a Conservação da Energia, ou seja, será hierarquicamente superior.

Por outro lado, um conhecimento que ocupa uma dada posição em uma certa hierarquia de subsunçores poderá ocupar outra posição, inclusive pouco importante, em outra hierarquia em outro campo de conhecimentos. Isso significa que as hierarquias de subsunçores não são fixas dentro de um mesmo campo de conhecimentos e variam de um campo para outro. Por exemplo, dentro de um enfoque piagetiano ao desenvolvimento cognitivo a idéia de estruturas gerais de pensamento é muito importante, porém em uma óptica neopiagetiana esse subsunçor pode estar subordinado a outro. Para Vergnaud (1990), por exemplo, a conceitualização constitui o núcleo do desenvolvimento cognitivo. Portanto, no âmbito de sua teoria dos campos conceituais, conceitualização é um subsunçor hierarquicamente superior ao de estruturas gerais de pensamento.

A estrutura cognitiva, considerada como uma estrutura de subsunçores interrelacionados e hierarquicamente organizados é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processo principais, a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora*.

A *diferenciação progressiva* é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos.

Lembremos que a aprendizagem significativa decorre da interação não-arbitrária e não-literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios (subsunçores) especificamente relevantes. Através de sucessivas interações um dado subsunçor vai, progressivamente, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

É isso que se entende por diferenciação progressiva de um conceito, de uma proposição, de uma idéia, ou seja, de um subsunçor. Por exemplo, consideremos o conceito de força. Qualquer criança já formou esse conceito antes de chegar à escola, mas com significados do tipo puxão, empurrão, esforço físico, " fazer força", "não ter força", etc.. Na escola, em ciências, aprenderá que existe na natureza uma força que é devida à massa dos

corpos – a força gravitacional – e que essa força é muito importante para o sistema planetário, que é atrativa , que é regida por uma determinada lei, etc.. Para dar significado a essa força, para entender que os corpos materiais se atraem, o aluno muito provavelmente usará o subsunçor força que já tem em sua estrutura cognitiva com significados de seu cotidiano, mas nessa interação ao mesmo tempo que a força gravitacional adquirirá significados o subsunçor força ficará mais rico em significados , pois agora, além de puxão, empurrão, esforço físico, significará também atração entre corpos que têm massa. Mais adiante esse mesmo aluno poderá receber ensinamentos sobre uma outra força fundamental da natureza – a força eletromagnética – que é devida a uma outra propriedade de matéria, a carga elétrica. Novamente, se a aprendizagem for significativa haverá uma interação entre o subsunçor força e o novo conhecimento força eletromagnética. Nessa interação, força eletromagnética adquirirá significados para o aluno e o subsunçor força ficará mais diferenciado porque significará também uma força que pode ser atrativa ou repulsiva e que pode manifestar-se somente como força elétrica ou apenas como força magnética.

Seguindo nessa linha de raciocínio, se o aluno continuar estudando Física, acabará incorporando ao subsunçor força, os significados relativos às forças nucleares forte e fraca. Vários anos terão passado até que esse aluno, tenha, no subsunçor força, significados relativos à força gravitacional, à força eletromagnética, à força nuclear fraca e à força nuclear forte. Ele ou ela poderá ter aprendido também que essas são as únicas forças fundamentais da natureza, pois todas as demais podem ser interpretadas como casos particulares dessas quatro. Mas para chegar aí não bastaria ter refinado e diferenciado progressivamente a idéia de força. Seria preciso também ter feito muitas reconciliações entre diferenças reais ou aparentes entre as muitas forças que aparecem nos livros didáticos (por exemplo, força de atrito, força peso, força motriz, força centrífuga) entre conflitos cognitivos (por exemplo, como pode aumentar a força de atração entre certas partículas elementares quando elas se afastam, se normalmente dá-se o contrário?). Diz-se que teriam sido feitas reconciliações integradoras.

A *reconciliação integradora*, ou *integrativa*, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações.

Quando aprendemos de maneira significativa temos que progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder a reconciliação integradora. Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente, terminaremos percebendo tudo igual. Os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidades distintas. A diferenciação progressiva está mais relacionada à aprendizagem significativa subordinada, que é mais comum, e a reconciliação integradora tem mais a ver com a aprendizagem significativa superordenada que ocorre com menos frequência.

A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora que são processos da dinâmica da estrutura cognitiva podem também ser tomados como princípios programáticos do conteúdo da matéria de ensino. Esse assunto será tratado mais adiante.

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável

seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Em todos os exemplos dados até aqui o conhecimento prévio "ajudou" na aprendizagem de novos conhecimentos, permitiu dar significados a estes conhecimentos, ao mesmo tempo que foi ficando mais estável, mais rico, mais elaborado.

Mas nem sempre é assim: há casos em que o conhecimento prévio pode ser bloqueador, funcionar como o que Gaston Bachelard chamou de obstáculo epistemológico. Por exemplo, a idéia de corpúsculo como uma "bolinha" invisível, com uma massa muito pequena, ocupando um espaço muito pequeno, dificulta enormemente a aprendizagem significativa do que seja uma partícula elementar. O átomo como um sistema planetário em miniatura também funciona como obstáculo representacional para a aprendizagem da estrutura do átomo na perspectiva da Mecânica Quântica. Partículas elementares representadas nos livros de texto como pequenas esferas coloridas podem obstaculizar a aprendizagem do que sejam quarks, embora eles tenham a propriedade cor (que não tem o mesmo significado aceito na Óptica). Outro exemplo é o caso dos diagramas de fluxo, organogramas e quadros sinópticos que podem até mesmo bloquear a aprendizagem significativa do que seja um mapa conceitual (diagrama hierárquico de conceitos).

Portanto, dizer que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos não significa dizer que é sempre uma variável facilitadora. Normalmente sim, mas pode, em alguns casos, ser bloqueadora.

Para concluir esta visão geral, é importante esclarecer outro aspecto da aprendizagem significativa: *não é sinônimo de aprendizagem "correta".* Em exemplos anteriores deve ter ficado claro que aprendizagem significativa não é aquela que nunca esquecemos. Aqui é preciso chamar atenção que aprendizagem significativa não é, necessariamente, aquela que comumente chamamos de "correta". Quando o sujeito atribui significados a um dado conhecimento, ancorando-o interativamente em conhecimentos prévios, a aprendizagem é significativa, independente de se estes são os aceitos no contexto de alguma matéria de ensino, i.e., de se os significados atribuídos são também contextualmente aceitos, além de serem pessoalmente aceitos. As conhecidas *concepções alternativas*, tão pesquisadas na área de ensino de ciências, geralmente são aprendizagens significativas (e, por isso, tão resistentes à mudança conceitual). Por exemplo, se uma pessoa acredita que no verão estamos mais próximos do sol e no inverno mais distante, explicando assim as estações do ano, isso pode ser significativo para ela embora não seja a explicação cientificamente aceita.

Condições para a aprendizagem significativa

Essencialmente, são duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) *o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo* e 2) *o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.*

A primeira condição implica l) que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, ...) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) e 2) que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva idéias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Quer dizer, o material deve ser relacionável à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter o

conhecimento prévio necessário para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não-literal.

É importante enfatizar aqui que o material só pode ser *potencialmente significativo*, não *significativo*: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, ..., pois o significado está nas pessoas, não nos materiais.

É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e os significados atribuídos podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. Naturalmente, no ensino o que se pretende é que o aluno atribua aos novos conhecimentos, veiculados pelos materiais de aprendizagem, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino, mas isso normalmente depende de um intercâmbio, de uma "negociação", de significados, que pode ser bastante demorada.

A segunda condição é talvez mais difícil de ser satisfeita do que a primeira: o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não-literal, a seus conhecimentos prévios. É isso que significa predisposição para aprender.

Não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos. Pode ser simplesmente porque ela ou ele sabe que sem compreensão não terá bons resultados nas avaliações. Aliás, muito da aprendizagem memorística sem significado (a chamada aprendizagem mecânica) que usualmente ocorre na escola resulta das avaliações e procedimentos de ensino que estimulam esse tipo de aprendizagem.

Por outro lado, o aluno pode querer dar significados aos novos conhecimentos e não ter conhecimentos prévios adequados, ou o material didático não ter significado lógico, e aí voltamos à primeira condição: o material deve ser potencialmente significativo.

Resumindo, são duas as condições para aprendizagem significativa: material *potencialmente significativo* (que implica logicidade intrínseca ao material e disponibilidade de conhecimentos especificamente relevantes) e *predisposição para aprender*.

O papel da estrutura cognitiva

Na perspectiva da aprendizagem significativa ausubeliana, a estrutura cognitiva prévia (i.e., os conhecimentos prévios e sua organização hierárquica) é o principal fator, a variável isolada mais importante, afetando a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos.

A clareza, a estabilidade e a organização do conhecimento prévio em um dado corpo de conhecimentos, em um certo momento, é o que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos nessa área, em um **processo interativo** no qual o novo ganha significados, se integra e se diferencia em relação ao já existente que, por sua vez, adquire novos significados fica mais estável, mais diferenciado, mais rico, mais capaz de ancorar novos conhecimentos.

Ancoragem é uma metáfora. Diz-se que certos conhecimentos prévios funcionam como idéias-âncora e se lhes dá o nome de subsunçores. Quer dizer, os novos conhecimentos se ancoram em conhecimentos preexistentes e assim adquirem significados. É importante, no entanto, não atribuir um caráter estático, de mero ancoradouro, aos subsunçores, pois o processo é interativo, dinâmico, e nele o subsunçor se modifica. Como foi dito, ancoragem é uma metáfora; portanto a subsunção não é uma ancoragem propriamente dita.

Quando a modificação do subsunçor é bastante acentuada fala-se em *subsunção derivativa*, quando apenas corrobora, reforça o subsunçor, usa-se o termo *subsunção correlativa.* Por exemplo, quando um aluno de Física resolve vários problemas envolvendo energia potencial e cinética sempre confirmando a conservação da energia mecânica, a subsunção é *derivativa*. Usando um exemplo já dado na visão geral da teoria, pode-se dizer que quando um estudante aprende que a Primeira Lei da Termodinâmica é um caso particular da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos, provavelmente a subsunção é *correlativa*: o que antes se aplicava à Mecânica agora se aplica também à Termodinâmica. Outro exemplo é o caso dos mamíferos: aprender que mais um determinado animal, relativamente conhecido, é mamífero é uma subsunção derivativa, porém aprender que o morcego e a baleia também são mamíferos certamente será uma subsunção correlativa. A idéia é simples: em algumas aprendizagens significativas o(s) subsunçor(es) se modificam bastante em outras não.

Os subsunçores

Muitas vezes pensa-se que os subsunçores são apenas conceitos e até mesmo usa-se o termo conceitos subsunçores. Isso decorre da ênfase que Ausubel dava aos conceitos estruturantes de cada disciplina que deveriam ser identificados e ensinados aos alunos e que, uma vez aprendidos significativamente, serviriam de subsunçores para novas aprendizagens significativas.

Sem rejeitar a idéia de que corpos organizados de conhecimento, possuem, de fato, conceitos estruturantes, é mais adequado pensar os subsunçores simplesmente como conhecimentos prévios especificamente relevantes para que os materiais de aprendizagem ou, enfim, os novos conhecimentos sejam potencialmente significativos. Nessa linha, subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, idéias, invariantes operatórios, representações sociais e, é claro, conceitos, já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende,

Subsunçores seriam, então, conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos.

Surgem então duas perguntas: Como se formam os primeiros subsunçores? O que fazer quando o aluno não tem subsunçores? A resposta à primeira pergunta tem a ver com processo típicos da aprendizagem nos primeiros anos de vida e a segunda com os organizadores prévios.

Os primeiros subsunçores

A hipótese aqui é que construção dos primeiros subsunçores se dá através de processos de inferência, abstração, discriminação, descobrimento, representação, envolvidos em sucessivos encontros do sujeito com instâncias de objetos, eventos, conceitos. Por exemplo,

quando uma criança se encontra pela primeira vez com um gato e alguém lhe diz "olha o gato", a palavra gato passa a representar aquele animal especificamente. Mas logo aparecem vários outros animais que também são gatos, embora possam ser diferentes em alguns aspectos, e outros que não são gatos, apesar de que possam ser semelhantes aos gatos em alguns aspectos. Quando a palavra gato representa uma classe de animais com certos atributos, independente de exemplos específicos, diz-se que o conceito de gato foi formado.

Além de conceitos, a criança nos primeiros anos de vida, na fase pré-escolar, vai formando também modelos causais de estados de coisas do mundo e outros construtos mentais. No início ela depende muito da experiência concreta com exemplos de objetos e eventos, bem como da mediação de adultos. Progressivamente, no entanto, ela passa a aprender cada vez mais em função dos subsunçores já construídos e a mediação pessoal (geralmente da professora ou professor) passa a ser uma negociação de significados, aceitos e não aceitos no contexto de um determinado corpo de conhecimentos.

Este último processo que predomina quase que completamente na fase adulta é o que Ausubel chamou de **assimilação** e que não é a mesma assimilação de Piaget. A assimilação ausubeliana é o processo, já descrito, no qual um novo conhecimento *interage,* de forma não-arbitrária e não-literal, com algum conhecimento prévio especificamente relevante. É a "ancoragem", também já referida, na qual o novo conhecimento adquire significados e o conhecimento prévio adquire novos significados. Nessa interação, os dois se modificam, porém diz-se que houve uma assimilação do novo conhecimento. Diz-se também que a aprendizagem significativa foi *subordinada.* **Trata-se de uma interação cognitiva entre conhecimentos novos e prévios, não uma interação sujeito-objeto, como na assimilação piagetiana.**

Os organizadores prévios

Quando o aprendiz não dispõe de subsunçores adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos, costuma-se pensar que o problema pode ser resolvido com os chamados **organizadores prévios**, solução proposta até mesmo por Ausubel, mas que, na prática, muitas vezes não funciona.

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas **a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este.**

Há dois tipos de organizadores prévios: quando o material de aprendizagem é não-familiar, quando o aprendiz não tem subsunçores recomenda-se o uso de um **organizador expositivo** que, supostamente, faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso o organizador deve prover uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao aprendiz. Quando o novo material é relativamente familiar, o recomendado é o uso de um ***organizador comparativo*** que ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a

discriminá-los de outros conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes mas que podem ser confundidos.

Em outras palavras, organizadores prévios podem ser usados para suprir a deficiência de subsunçores ou para mostrar a relacionalidade e a discriminabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos já existentes, ou seja, subsunçores.

Com a primeira finalidade os resultados têm sido modestos: a pesquisa (e.g., Luiten et al., 1978) tem mostrado que o efeito dos organizadores prévios existe, mas é pequeno. Se o aluno não tem subsunçores relevantes à aprendizagem de novos conhecimentos, o melhor é facilitar, promover, a sua construção antes de prosseguir.

Como recurso para mostrar que novos conhecimentos estão relacionados com conhecimentos prévios, organizadores devem ser sempre utilizados no ensino, pois o aluno muitas vezes não percebe essa relacionabilidade e pensa que os novos materiais de aprendizagem não têm muito a ver com seus conhecimentos prévios. Organizadores prévios devem ajudar o aprendiz a perceber que novos conhecimentos estão relacionados a ideias apresentadas anteriormente, a subsunçores que existem em sua estrutura cognitiva prévia.

Por exemplo, antes de introduzir o conceito de campo eletromagnético, o professor deve retomar o conceito de campo em um nível mais alto de abstração e inclusividade e, também, "resgatar" o conceito de campo gravitacional anteriormente aprendido. Outros exemplos: antes de trabalhar o conceito de emulsão, pode-se discutir com os alunos a maneira de preparar maionese; antes de falar em taxonomia, pode-se classificar de várias maneiras um conjunto de botões de diferentes cores, tamanhos, materiais, finalidades.

Aprendizagem significativa x aprendizagem mecânica

Até agora falou-se muito em aprendizagem significativa, na variável que mais a influencia, nas suas condições de ocorrência e em um recurso instrucional que pode facilitá-la. No entanto, a aprendizagem que mais ocorre na escola é outra: a *aprendizagem mecânica*, aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após. Em linguagem coloquial, a aprendizagem mecânica é a conhecida *decoreba*, tão utilizada pelos alunos e tão incentivada na escola.

Cabe, no entanto, destacar que aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia: estão ao longo de um mesmo contínuo. Tal como sugere a Figura 1, há uma "zona cinza" entre ela.

A existência desse contínuo entre aprendizagem significativa e mecânica implica alguns esclarecimentos:

- a passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica pois ao final do processo a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica;

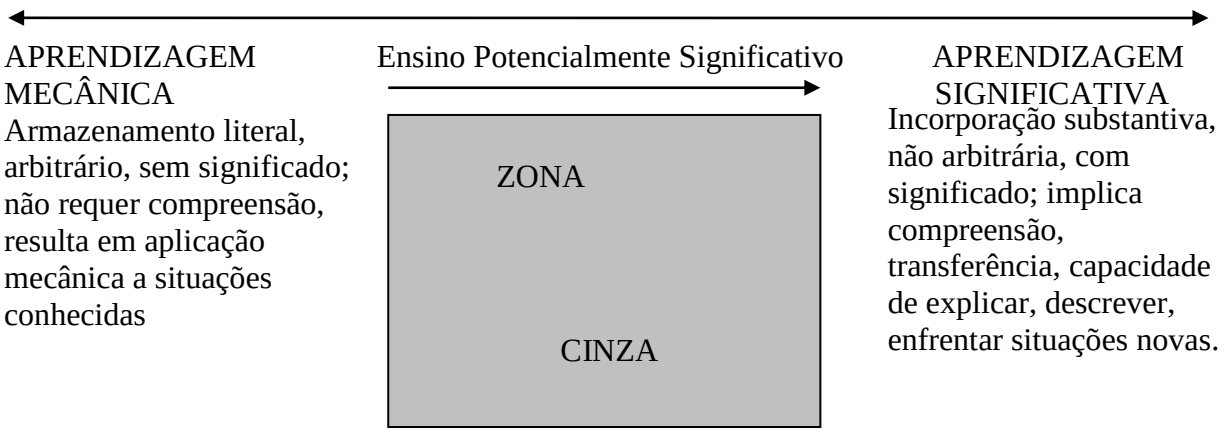


Figura 1. Uma visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica, sugerindo que na prática grande parte da aprendizagem ocorre na zona intermediária desse contínuo e que um ensino potencialmente significativo pode facilitar "a caminhada do aluno nessa zona cinza".

- a aprendizagem significativa é *progressiva*, a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que não é imediato. Ao contrário, é progressivo, com rupturas e continuidades e pode ser bastante longo, analogamente ao que sugere Vergnaud (1990) em relação ao domínio de um campo conceitual;

- aprendizagem significativa depende da captação de significados (Gowin, 1981), um processo que envolve uma negociação de significados entre discente e docente e que pode ser longo. É também uma ilusão pensar que uma boa explicação, uma aula "bem dada" e um aluno "aplicado" são condições suficientes para uma aprendizagem significativa. O significado é a parte mais estável do sentido e este depende do domínio progressivo de situações-problema, situações de aprendizagem. No caso da aprendizagem de conceitos, por exemplo, Vergnaud (op.cit.) toma como premissa que são as situações-problema que dão sentido ao conceitos e que a conceitualização vai ocorrendo à medida que o aprendiz vai dominando situações progressivamente mais complexas, dentro de uma dialética entre conceitos e situações.

Aprendizagem receptiva x aprendizagem por descoberta

Aprendizagem receptiva é aquela em que o aprendiz "recebe" a informação, o conhecimento, a ser aprendido em sua forma final. Mas isso não significa que essa aprendizagem seja passiva, nem que esteja associada ao ensino expositivo tradicional. A "recepção" do novo conhecimento pode ser, por exemplo, através de um livro, de uma aula, de uma experiência de laboratório, de um filme, de uma simulação computacional, de uma modelagem computacional, etc.. Aprender receptivamente significa que o aprendiz não precisa descobrir para aprender. Mas isso não implica passividade. Ao contrário, a aprendizagem significativa receptiva requer muita atividade cognitiva para relacionar, interativamente, os novos conhecimentos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva, envolvendo processos de captação de significados, ancoragem, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Aprendizagem por descoberta implica que o aprendiz primeiramente descubra o que vai aprender. Mas, uma vez descoberto o novo conhecimento, as condições para a aprendizagem significativa são as mesmas: conhecimento prévio adequado e predisposição para aprender. Exceto em crianças pequenas, a aprendizagem por descobrimento não é condição para aprender de maneira significativa. De um modo geral, não é preciso descobrir para aprender significativamene. É um erro pensar que a aprendizagem por descoberta implica aprendizagem significativa. Adultos, e mesmo crianças já não tão pequenas, aprendem basicamente por recepção e pela interação cognitiva entre os conhecimentos recebidos, i.e., os novos conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva. Seria inviável para seres humanos aprender significativamente a imensa quantidade de informações e conhecimentos disponíveis no mundo atual se tivessem que descobri-los.

Mas dizer que a aprendizagem humana é essencialmente receptiva ou dizer que não é preciso descobrir para aprender não significa ser contra a aprendizagem por descoberta, a qual do ponto de vista didático pode, por exemplo, ser importante como motivadora ou mais adequada para facilitar certas aprendizagens, tais como procedimentos científicos.

É preciso também ter claro que aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta não constituem uma dicotomia. Assim como há um contínuo entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, há outro entre aprendizagem por recepção e aprendizagem por descobrimento. Quer dizer, o conhecimento não é, necessariamente, construído ou por recepção ou por descoberta. Novamente aí há uma "zona cinza" entre os extremos do contínuo. Determinados processos de ensino-aprendizagem situar-se-ão em distintas posições nesse contínuo dependendo, por exemplo, do nível de escolaridade em que se está trabalhando. No ensino médio e superior predomina fortemente a aprendizagem receptiva. Mesmo que o ensino seja centrado no aluno como se defende hoje, a aprendizagem continuará sendo receptiva. Ensino centrado no aluno não é sinônimo de aprendizagem por descoberta. Aprendizagem por descoberta não leva necessariamente à aprendizagem significativa. Aprendizagem receptiva não é o mesmo que aprendizagem mecânica. É preciso ter cuidado com certas associações e falsas dicotomias e aprender a trabalhar na "zona cinza". A aprendizagem por descoberta dirigida, tão defendida por Bruner (1963) é um exemplo de metodologia que se situa na zona intermediária entre a recepção e a descoberta. Pode ser muito adequada para aulas de laboratório, por exemplo.

A Figura 2 sugere que diferentes estratégias de ensino/aprendizagem podem situar-se em distintas posições em um hipotético sistema de coordenadas formado pelos eixos aprendizagem mecânica x significativa e aprendizagem receptiva x por descobrimento.

Formas e tipos de aprendizagem significativa

Pode-se distinguir entre três *formas* de aprendizagem significativa: por *subordinação*, por *superordenação* e de modo *combinatório*. Analogamente, pode-se identificar três *tipos* de aprendizagem significativa: *representacional* (de representações), *conceitual* (de conceitos) e *proposicional* (de proposições).

A aprendizagem significativa é dita *subordinada* quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados, para o sujeito que aprende, por um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva.

Por exemplo, se o aprendiz já tem uma ideia, uma representação do que seja uma escola, a aprendizagem significativa de distintos tipos de escola como escola técnica, escola aberta, escola normal, escola pública, e outros, serão aprendidos por ancoragem e subordinação à idéia inicial de escola. Mas, ao mesmo tempo, como o processo é interativo, essa ideia inicial vai se modificando, ficando cada vez mais elaborada, mais rica e mais capaz de servir de ancoradouro cognitivo para novas aprendizagens.

Suponhamos agora que o aprendiz não tivesse uma idéia mais ampla, ou o conceito, de escola e fosse aprendendo de modo significativo o que é uma escola pública, uma escola aberta, uma escola confessional, uma escola militar, etc., ela ou ele poderia começar a fazer ligações entre diferentes tipos de escola, buscando semelhanças e diferenças e chegar, por meio de um raciocínio indutivo, ao *conceito de escola*. Esta seria uma aprendizagem *superordenada*.

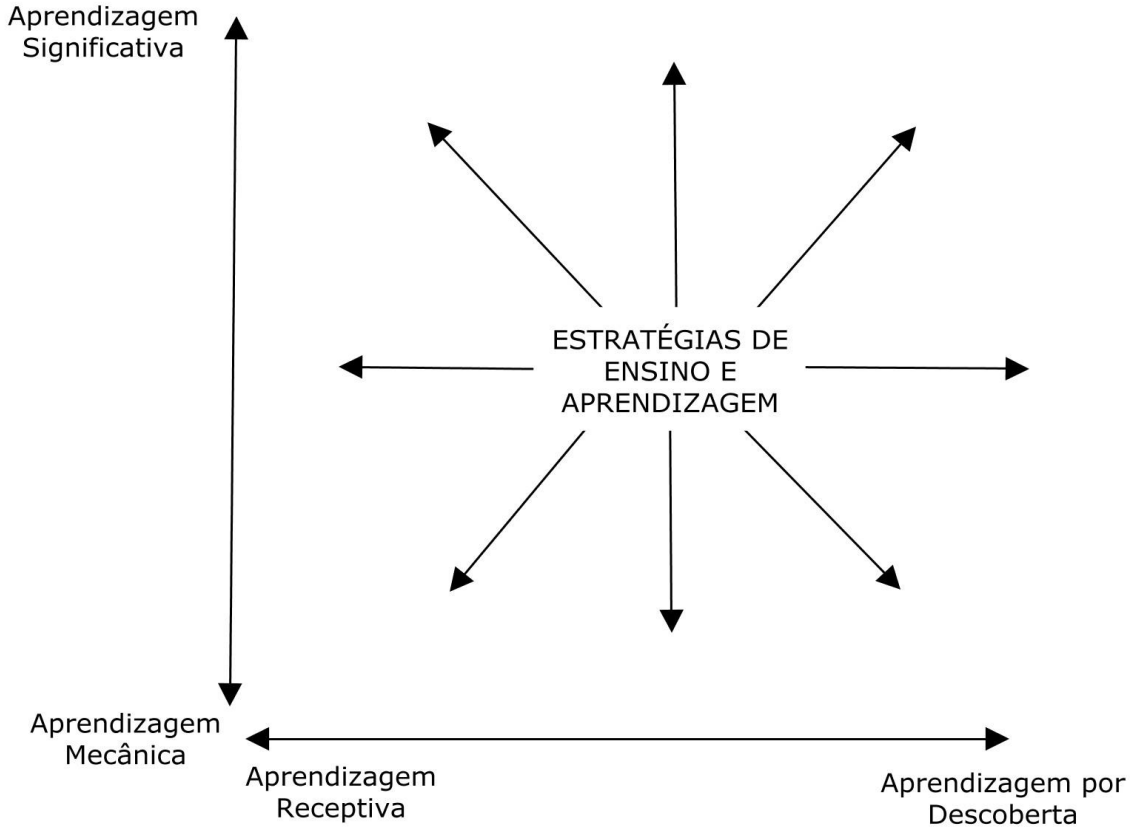


Figura 2. Um hipotético sistema de coordenadas formado pelos eixos aprendizagem mecânica x aprendizagem significativa e aprendizagem receptiva x aprendizagem por descoberta.

A aprendizagem *superordenada* envolve, então, processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem. É um mecanismo fundamental para a aquisição de conceitos, como no exemplo dado.

Há casos, no entanto, em que a aprendizagem significativa não é nem subordinada (a mais comum) nem superordenada (mais frequente na conceitualização). É o caso em que o significado é adquirido por interação não com um determinado subsunçor (conhecimento prévio já existente na estrutura cognitiva), mas sim com um conhecimento mais amplo, mais abrangente, uma espécie de “base cognitiva”, ou “base subsunçora”, que o sujeito já tem em

determinado campo de conhecimentos. Por exemplo, para entender relações escola-sociedade, ou perguntas do tipo "Que escola a sociedade quer ?", provavelmente, não é suficiente ter os conceitos de escola e de sociedade. Ou, para entender o significado de certas fórmulas físicas ou químicas, não basta ter os conceitos nela envolvidos, é preciso um conhecimento mais amplo de Física ou Química.

Aprendizagem combinatória é, então, uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. Tem alguns atributos criteriais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena.

No que se refere a tipos de aprendizagem significativa, a mais elementar, porém a mais fundamental, pois dela dependem os outros tipos, é a *aprendizagem representacional*.

Aprendizagem representacional é a que ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa.

Por exemplo, se para uma criança a palavra mesa (um símbolo linguístico) significa apenas a mesa de sua casa, ela não tem ainda o conceito de mesa, apenas uma *representação*. O mesmo vale para um adulto frente a eventos e objetos em relação aos quais não identificou atributos e regularidades que definiriam o conceito correspondente.

Ainda que a aprendizagem representacional seja próxima à aprendizagem mecânica, ela é significativa porque o símbolo significa um referente concreto. Na aprendizagem mecânica a relação símbolo − objeto/evento é apenas associativa, sem significado.

A aprendizagem representacional está muito relacionada a um segundo tipo de aprendizagem significativa, a *aprendizagem conceitual*, ou de conceitos. Conceitos indicam regularidades em eventos ou objetos. Retomando o exemplo da mesa, quando uma pessoa tem o *conceito* de mesa, o símbolo mesa representa uma infinidade de objetos (não apenas um como no caso da aprendizagem representacional) com determinados atributos, propriedades, características comuns. No entanto, para chegar ao conceito de mesa, provavelmente, o sujeito passou por representações de mesa. Por outro lado, uma vez construído o conceito, ele passa a ser representado por um símbolo, geralmente linguístico.

A aprendizagem conceitual ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível.

O terceiro tipo, a *aprendizagem proposicional*, implica dar significado a novas idéias expressas na forma de uma proposição. As aprendizagens representacional e conceitual são pré-requisito para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos.

A aprendizagem proposicional pode ser subordinada, superordenada ou combinatória. Analogamente, a aprendizagem conceitual pode ocorrer por subordinação, superordenação ou combinação, relativamente a conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva. Isso

sugere que as formas e tipos de aprendizagem significativa são classificações plenamente compatíveis.

Esquecimento e reaprendizagem

Como já foi destacado, a aprendizagem significativa não é aquela que o aprendiz nunca esquece. O esquecimento é uma consequência natural da aprendizagem significativa; é o que Ausubel chamava de assimilação obliteratora, ou seja, a perda progressiva da dissociabilidade dos novos conhecimentos em relação aos conhecimentos que lhes deram significados, que serviram de ancoradouro cognitivo.

Consideremos o esquema a seguir, onde **a** é um novo conhecimento (um conceito, uma proposição, uma fórmula, ...) e **A** um subsunçor (um conceito, uma proposição, uma ideia, um modelo, ...) especificamente relevante à aprendizagem significativa de **a**:

> ***a*** *interage com* ***A*** *gerando um produto interacional* ***a'A'*** *que é dissociável em* ***a'+A'*** *durante a fase de retenção, mas que progressivamente perde dissociabilidade até que se reduza simplesmente a* ***A'****, o subsunçor modificado em decorrência da interação inicial. Houve, então, o esquecimento de* ***a'****, mas que, na verdade, está obliterado em* ***A'****.*

Portanto, diferentemente da aprendizagem mecânica, na qual o esquecimento é rápido e praticamente total, na aprendizagem significativa o esquecimento é residual, ou seja, o conhecimento esquecido está "dentro" do subsunçor, há um "resíduo" dele no subsunçor.

Quando não usamos um conhecimento por muito tempo, se a aprendizagem foi significativa temos a sensação (boa, tranquilizante) de que, se necessário, podemos reaprender esse conhecimento sem grandes dificuldades, em um tempo relativamente curto. Se a aprendizagem foi mecânica a sensação (ruim, de perda de tempo no passado) é a de que esse conhecimento nunca foi aprendido, e não tem sentido falar em reaprendizagem.

No início, a vantagem da aprendizagem significativa sobre a mecânica é a compreensão, o significado, a capacidade de transferência a situações novas (na aprendizagem mecânica o sujeito é capaz de lidar apenas com situações conhecidas, rotineiras). Mais tarde, a vantagem está na maior retenção e na possibilidade de reaprendizagem (que praticamente não existe quando a aprendizagem é mecânica) em muito menos tempo do que a aprendizagem original.

A facilitação da aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel é uma teoria sobre a aquisição, com significados, de corpos organizados de conhecimento em situação formal de ensino. Há poucas décadas atrás dir-se-ia em "sala de aula". Hoje, na era das TICs, fica melhor falar em "situação formal de ensino" que pode ser em sala de aula (presencial) ou em um ambiente virtual (a distância).

Nessa perspectiva, Ausubel tomou como premissa que se fosse possível isolar uma única variável como a que mais influencia a aprendizagem ela seria o conhecimento prévio do aprendiz.

Vários são os fatores que influenciam a aprendizagem, mas se pudéssemos isolar um este seria, mais do que qualquer outro, aquilo que o aprendiz já sabe.

No começo deste texto foi dito que são duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) novos conhecimentos (veiculados pelos materiais instrucionais) potencialmente significativos e 2) predisposição para aprender. Mas a primeira dessas condições é fortemente dependente do conhecimento prévio do aprendiz, pois se este não existir nenhum novo conhecimento será potencialmente significativo. No entanto, a segunda condição também tem a ver com o conhecimento prévio, pois normalmente quanto mais o indivíduo domina significativamente um campo de conhecimentos mais se predispõe a novas aprendizagens nesse campo ou em campos afins. No caso da aprendizagem mecânica, ocorre o inverso: quanto mais o aprendiz tem que memorizar conteúdos mecanicamente, mais ele ou ela se predispõe contra esses conteúdos, ou disciplinas.

Resumindo, o aluno aprende a partir do que já sabe. É a estrutura cognitiva prévia, ou seja, conhecimentos prévios (conceitos, proposições, idéias, esquemas, modelos, construtos, ...) hierarquicamente organizados, a principal variável a influenciar a aprendizagem significativa de novos conhecimentos.

Um corolário óbvio desta premissa é que qualquer intento de facilitar a aprendizagem significativa em situação formal de ensino deve tomar como ponto de partida o conhecimento prévio do aluno no campo conceitual em questão.

Óbvio, porém não observado. A escola, o ensino escolar, não é organizado de modo a levar em conta o conhecimento prévio do aluno. A escola mudaria muito se isso acontecesse. Nas palavras de Postmam e Weingartner (1969, p.62).

> *Podemos, ao final das contas, aprender somente em relação ao que já sabemos. Contrariamente ao senso comum, isso significa que se não sabemos muito nossa capacidade de aprender não é muito grande. Esta idéia – por si só – implica uma grande mudança na maioria das metáforas que direcionam políticas e procedimentos das escolas.*

Uma segunda premissa da teoria da aprendizagem significativa é que o sujeito que aprende vai diferenciando progressivamente e, ao mesmo tempo, reconciliando integrativamente, os novos conhecimentos em interação com aqueles já existentes. Ou seja, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são dois processos, simultâneos, da dinâmica da estrutura cognitiva. Através desses processos o aprendiz vai organizando, hierarquicamente, sua estrutura cognitiva em determinado campo de conhecimentos. Hierarquicamente significa que alguns subsunçores são mais gerais, mais inclusivos do que outros, mas essa hierarquia não é permanente, à medida que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa a estrutura cognitiva vai mudando.

Ora, se diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, ou integradora, são processos fundamentais da dinâmica da estrutura cognitiva no decorrer da

aprendizagem significativa, a facilitação desta aprendizagem em situações de ensino deveria usá-los como princípios programáticos da matéria de ensino.

Isso significa que o conteúdo curricular deveria, inicialmente, ser mapeado conceitualmente de modo a identificar as idéias mais gerais, mais inclusivas, os conceitos estruturantes, as proposições-chave do que vai ser ensinado. Essa análise permitiria identificar o que é importante e o que é secundário, supérfluo, no conteúdo curricular.

Feito isso, o ensino deveria começar com os aspectos mais gerais, mais inclusivos, mais organizadores, do conteúdo e, então, progressivamente diferenciá-los. Não seria, no entanto, uma abordagem dedutiva. Uma vez introduzidos os conceitos e proposições mais gerais e inclusivos eles devem, imediatamente serem exemplificados, trabalhados em situações de ensino. Ao longo de todo o curso de uma disciplina, por exemplo, os conteúdos gerais e específicos devem ser trabalhados em uma perspectiva de diferenciação e integração, de descer e subir, várias vezes, nas hierarquias conceituais. Também não é uma abordagem indutiva. São as duas coisas, diferenciação progressiva e reconciliação integradora, acontecendo, intencionalmente, ao mesmo tempo; tal como sugere a Figura 3.

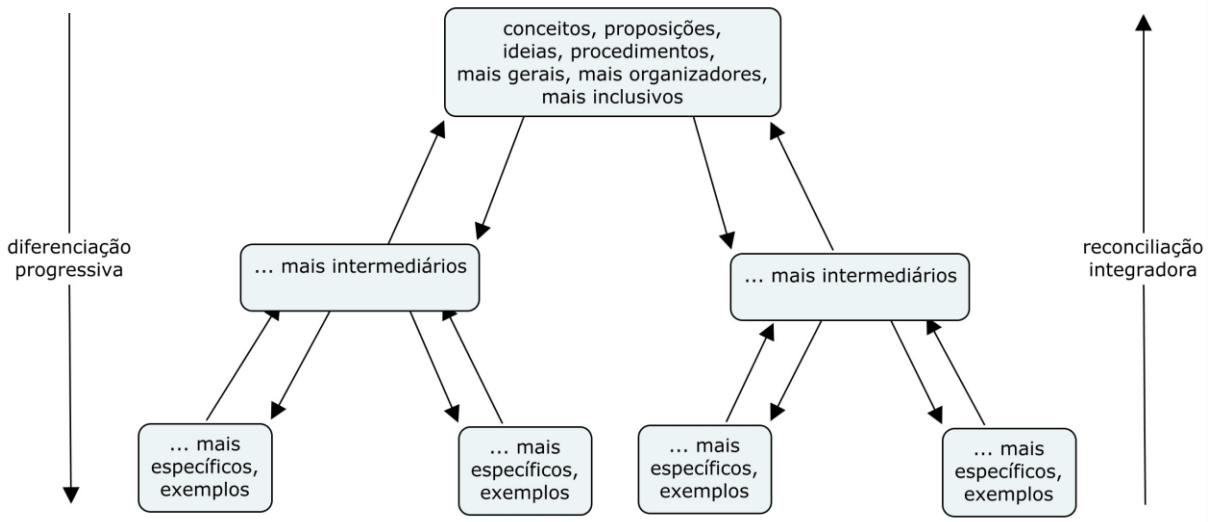


Figura 3. Um diagrama indicando que a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são interdependentes e simultâneos tanto na dinâmica da estrutura cognitiva como no ensino.

Não, no entanto, é o que acontece normalmente no ensino de qualquer disciplina na escola. Os conteúdos estão listados em um programa que é seguido linearmente, sem idas e voltas, sem ênfases, e que deve ser cumprido como se tudo fosse importante, ou como se os aspectos mais importantes devessem ficar para o final. O resultado desse enfoque é, geralmente, aprendizagem mecânica.

Observe-se, no entanto, que começar com o que é mais geral, mais inclusivo, em uma disciplina não significa apresentá-lo em sua forma final, formal, abstrata, sofisticada matematicamente. Isso estaria contrariando a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa e o levar em conta o conhecimento prévio do aluno. No caso de um conteúdo

científico, por exemplo, que esteja organizado em torno de duas ou três leis científicas, a abordagem desse conteúdo deveria começar com essas leis, mas de um ponto de vista fenomenológico e conceitual. Progressivamente, as mesmas seriam exemplificadas e modeladas matematicamente, em níveis crescentes de complexidade, até alcançar-se o nível esperado no contexto da disciplina.

A grande maioria dos livros didáticos não promove a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Sua organização é linear, muitas vezes cronológica, começando com o mais simples e terminando com o mais complexo, ou mais difícil. É uma organização lógica, não psicológica, Do ponto de vista cognitivo, a aprendizagem significativa será facilitada se o aprendiz tiver uma visão inicial do todo, do que é importante para, então, diferenciar e reconciliar significados, critérios, propriedades, categorias, etc..

Outro aspecto que geralmente vem à tona quando se fala em facilitação da aprendizagem significativa são os *organizadores prévios.* Ausubel os propôs como recurso instrucional para o caso em que o aluno não tem os subsunçores adequados para dar significado ao novo conhecimento.

Tendo em vista que muitas vezes esse tópico é, simplisticamente, considerado como se fosse a própria teoria de Ausubel, o mesmo será aqui retomado a título de esclarecimento e diferenciação progressiva.

Não há uma definição precisa do que sejam organizadores prévios, e nem poderia existir pois depende de cada caso. Seriam materiais introdutórios apresentados em um nível mais alto de generalidade e inclusividade, formulados de acordo com conhecimentos que o aluno tem, que fariam a ponte cognitiva entre estes conhecimentos e aqueles que aluno deveria ter para que o material fosse potencialmente significativo. Por exemplo, antes de introduzir o conceito de campo gravitacional, poder-se-ia conduzir uma discussão sobre o que seria um campo a partir do conhecimento cotidiano dos alunos sobre o campo; ou, os alunos poderiam ler um texto bem abrangente sobre campos de um modo geral (campo de conhecimentos, campo psicológico, campo de trabalho, etc.); ou, ainda, um aplicativo, uma simulação, que servisse para introduzir o conceito de campo de uma perspectiva geral, inclusiva. Como foi dito antes, não há como definir com precisão se um determinado recurso instrucional é ou não um organizador prévio, se vai funcionar ou não.

Do ponto de vista da pesquisa quantitativa é simples testar a eficácia dos organizadores: toma-se dois grupos aleatoriamente, com um deles usa-se o organizador com outro não, ao final do tratamento faz-se um pós-teste e compara-se o resultado. Depois de muita polêmica − algumas pesquisas acusavam efeito dos organizadores na aprendizagem, outras não − chegou-se à conclusão de que o efeito existe, mas é pequeno (Luiten et al.,1978).

Talvez nem fossem necessários muitos estudos para chegar a essa conclusão, pois se a aprendizagem significativa depende fortemente, fundamentalmente, da disponibilidade de conhecimentos prévios adequados, dificilmente um recurso instrucional poderia substituí-los quando tal disponibilidade não existe. A solução óbvia desse problema é a construção prévia dos conhecimentos necessários. Óbvia, mas difícil, se não impossível, dentro de uma abordagem tradicional de ensino em grupo, centrado no professor, com um programa a ser cumprido, promovendo a aprendizagem mecânica.

Há, no entanto, outra situação na qual os organizadores prévios podem ajudar muito. Muitas vezes, o aluno tem conhecimentos prévios adequados, mas não percebe a relacionabilidade e a discriminabilidade entre esses conhecimentos e os novos que lhe estão sendo apresentados nas aulas e nos materiais educativos. Nesse caso é imprescindível que se use recursos instrucionais que mostrem essa relacionabilidade e discriminabilidade, ou seja, como os novos conhecimentos se relacionam com os anteriores e como se diferenciam deles. Retomando um exemplo anterior, ao se introduzir o conceito de campo no Eletromagnetismo é recomendável retomar através de um organizador prévio, que pode ser uma rápida recapitulação, o conceito de campo que os alunos já têm, i.e., o campo gravitacional e chamar atenção para as similaridades e diferenças entre campo na Gravitação e campo no Eletromagnetismo, uma delas é que no primeiro caso a força é sempre atrativa e no segundo pode ser atrativa ou repulsiva.

Além da diferenciação progressiva, da reconciliação integrativa e dos organizadores prévios Ausubel recomendava também o uso dos princípios da *organização sequencial e da consolidação* para facilitar a aprendizagem significativa.

O primeiro deles implica tirar vantagem das dependências sequenciais naturais existentes na matéria de ensino. Segundo Ausubel, fica mais fácil para o aluno organizar seus subsunçores, hierarquicamente, se na matéria de ensino os tópicos estão sequenciados em termos de dependências hierárquicas naturais, ou seja, de modo que certos tópicos dependam naturalmente daqueles que os antecedem.

A *consolidação* tem a ver com o domínio de conhecimentos prévios antes da introdução de novos conhecimentos. É uma consequência imediata da teoria: se o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos, nada mais natural que insistir no domínio do conhecimento prévio antes de apresentar novos conhecimentos. É preciso, no entanto, ter cuidado com esse princípio. Aprendizagem para o domínio é uma estratégia que facilmente pode levar à aprendizagem mecânica tão típica do enfoque behaviorista.

A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual, um campo de situações, é progressivo, com rupturas e continuidades (Moreira, Caballero e Rodríguez P., 2004) e pode levar um tempo relativamente grande. A consolidação ausubeliana não deve ser confundida com a aprendizagem para o domínio behaviorista. No contexto da aprendizagem significativa, consolidação significa que ela não é imediata e que exercícios, resoluções de situações-problema, clarificações, discriminações, diferenciações, integrações são importantes antes da introdução de novos conhecimentos.

Outro recurso extremamente importante na facilitação da aprendizagem significativa é a *linguagem.* Tanto é que na primeiras descrições da teoria Ausubel usava a terminologia aprendizagem verbal significativa (*meaningful verbal learning*; Ausubel, 1963). A linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas tentativas humanas de perceber a realidade (Postman e Weingartner, 1969, p.99). A aprendizagem significativa depende da captação de significados que envolve um intercâmbio, uma negociação, de significados, que depende essencialmente da linguagem.

Em um episódio de ensino e aprendizagem, a professora ou professor apresenta aos alunos os significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino e que ela ou ele já domina. Apresentar aqui não significa aula expositiva, nem passividade de parte dos alunos,

os quais devem " devolver" ao docente os significados que estão captando. Se estes significados não forem aqueles contextualmente aceitos na matéria de ensino, cabe ao professor ou professora apresentá-los novamente , provavelmente de outra maneira, aos alunos. Estes devem outra vez "devolvê-los" ao docente. Quer dizer, a captação de significados implica diálogo, negociação de significados. O aluno tem que externalizar os significados que está captando. Esse processo pode ser longo e só termina quando o aluno capta os significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino. Nessa perspectiva[5], proposta por D.B. Gowin (1981) só há ensino quando há captação de significados ou, se quisermos, só há ensino quando há aprendizagem.

Nesse processo, professor e aluno buscam compartilhar significados que são aqueles aceitos em um certo contexto. Ao apresentar os significados, o professor usa a linguagem, ao devolver os significados que está captando o aluno usa a linguagem. Mesmo em disciplinas como a Física e a Química o ensino e a aprendizagem dependem da linguagem. É um erro pensar, por exemplo, que a linguagem da Física é apenas o formalismo matemático. A linguagem verbal é igualmente importante para ensinar e aprender Física.

O homem vive na linguagem. Portanto, a linguagem é essencial na facilitação da aprendizagem significativa. As palavras são signos lingüísticos e delas dependemos para ensinar qualquer corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino que é a proposta subjacente à teoria da aprendizagem significativa.

Estratégias e instrumentos facilitadores

Na seção anterior foram destacados como variáveis importantes na *facilitação* da aprendizagem significativa *o levar em conta o conhecimento prévio do aluno*, a *diferenciação progressiva*, a *reconciliação integrativa*, a *organização sequencial* do conteúdo, a *consolidação*, o uso de *organizadores prévios* que mostrem a relacionabilidade e a discriminabilidade entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos, e a *linguagem* envolvida no intercâmbio de significados.

Poder-se-ia, no entanto, falar também *em estratégias e instrumentos* (didáticos) facilitadores da aprendizagem significativa. Quais seriam? Um deles já foi mencionado: o *organizador prévio*. Outro instrumento muito frequentemente associado à aprendizagem significativa é o mapeamento conceitual. *Mapas conceituais* (Novak e Gowin, 1984; Moreira, 2006) são diagramas conceituais hierárquicos destacando conceitos de um certo campo conceitual e relações (proposições) entre eles[6]. São muito úteis na diferenciação progressiva e na reconciliação integrativa de conceitos e na própria conceitualização. *Diagramas V* (Novak e Gowin, 1984; Gowin e Alvarez, 2005; Moreira 2006), instrumentos heurísticos enfatizando a interação entre o pensar (domínio conceitual) e o fazer (domínio metodológico) na produção de conhecimentos a partir de questões-foco, são também tidos como facilitadores da aprendizagem significativa.

---

[5] Essa perspectiva lembra uma abordagem vygotskyana ou freireana ao processo ensino aprendizagem, mas não se encontra no trabalho de Gowin referências explícitas a Lev Vygotsky ou Paulo Freire.

[6] Cabe aqui destacar que mapas conceituais alcançaram um status muito mais amplo do que apenas o de facilitadores da aprendizagem significativa. São aplicados nas mais diversas áreas com distintas finalidades. Há congressos internacionais de mapas conceituais e existem aplicativos para a construção de mapas conceituais, dentre os quais destaca-se o CMap Tools (http://cmap.ihmc.us/).

As atividades colaborativas, presenciais ou virtuais, em pequenos grupos têm grande potencial para facilitar a aprendizagem significativa porque viabilizam o intercâmbio, a negociação de significados, e colocam o professor na posição de mediador. Mas isso não significa que uma aula expositiva clássica não possa facilitar a aprendizagem significativa. É bem verdade que o ensino expositivo tradicional normalmente promove a aprendizagem mecânica. Porém, mapas conceituais, por exemplo, também podem incentivar a aprendizagem mecânica na medida em que houver um "mapa correto" ou um "mapa padrão" que os alunos devem aceitar e memorizar. O mesmo raciocínio vale para os diagramas V.

Certas estratégias e certos instrumentos podem ter maior potencial facilitador da aprendizagem significativa, mas dependendo de como são usados em situação de ensino podem não promover tal aprendizagem. Qualquer estratégia, instrumento, técnica ou método de ensino (ou qualquer outra terminologia) usado dentro de um enforque comportamentalista do tipo certo ou errado, sim ou não, promoverá a aprendizagem mecânica. Qualquer estratégia que implicar "copiar, memorizar e reproduzir" estimulará a aprendizagem mecânica.

A facilitação da aprendizagem significativa depende muito mais de uma nova postura docente, de uma nova diretriz escolar, do que de novas metodologias, mesmo as modernas tecnologias de informação e comunicação.

Avaliação da aprendizagem significativa

No parágrafo anterior foi dito que a facilitação da aprendizagem significativa depende muito mais de novas posturas, novas filosofias, do que novas metodologias. Talvez se devesse agregar "sobretudo de novas maneiras de avaliar".

No cotidiano escolar a avaliação é muito mais behaviorista do que construtivista e determina largamente as práticas docentes. O contexto (administradores escolares, pais, advogados, a sociedade em geral) exige "provas" de que o aluno "sabe ou não sabe". Esse tipo de avaliação baseada no sabe ou não sabe, no certo ou errado, no sim ou não, é comportamentalista e geralmente promove a aprendizagem mecânica, pois não entra na questão do significado, da compreensão, da transferência. Se o aluno sabe resolver um problema, sabe definir algo, sabe listar as propriedades de um sistema, está bem mesmo que não tenha entendido o problema, a definição ou o sistema.

A avaliação da aprendizagem significativa implica outro enfoque, porque o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não-rotineiras.

A proposta de Ausubel é radical: para ele, a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem significativa é propor ao aprendiz uma situação nova, não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido.

Não parece ser essa a melhor saída pois se o aluno não é acostumado a enfrentar situações novas não é adequado propô-las no momento da avaliação (somativa, no caso). Situações novas devem ser propostas progressivamente, ao longo do processo instrucional. Nesse caso, seria natural incluí-las nas avaliações.

Como foi dito mais de uma vez ao longo deste texto, a aprendizagem significativa é progressiva, grande parte do processo ocorre na zona cinza, na região do mais ou menos, onde o erro é normal.

Portanto, a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele ou ela externalize os significados que está captando, que explique, justifique, suas respostas.

Sem dúvida, bastante difícil a avaliação da aprendizagem significativa. Principalmente porque implica uma nova postura frente à avaliação. É muito mais simples a avaliação do tipo certo ou errado, mas o resultado é, em grande parte, aprendizagem mecânica.

Conclusão

Aprendizagem significativa não é coisa nova. A teoria de Ausubel é dos anos sessenta (1963, 1968) e foi por ele reiterada recentemente em novo livro (Ausubel, 2000). Novak contribuiu na segunda edição da obra de 1968 e escreveu com Gowin um livro traduzido para muitas línguas (Novak e Gowin, 1984). Do autor deste texto há publicações sobre a teoria da aprendizagem significativa desde 1982 (Moreira e Masini 1982, 2006; Moreira 1983: Moreira e Buchweitz, 1993: Moreira, 1999, 2000, 20005, 2006; Masini e Moreira, 2008; Valadares e Moreira, 2009).

Em função dessa bibliografia, de congressos internacionais sobre aprendizagem significativa realizados em Cornell, USA (1992); Burgos, Espanha (1997); Peniche, Portugal (2000); Maragogi, Brasil (2004); Madri, Espanha (2007) e de muitos artigos sobre a teoria, ou usando a teoria como referente teórico, houve uma apropriação superficial e polissêmica do conceito de aprendizagem significativa. Toda a aprendizagem passou a ser significativa, todas as metodologias de ensino passaram a objetivar a uma aprendizagem significativa. Uma trivialização do conceito.

Não houve, no entanto, uma apropriação da teoria ou da filosofia subjacente a ela. A escola continua fomentando a aprendizagem mecânica, o modelo clássico em que o professor expõe (no quadro-de-giz ou com *slides PowerPoint*), o aluno copia (ou recebe eletronicamente os *slides*), memoriza na véspera das provas, nelas reproduz conhecimentos memorizados sem significado, ou os aplica mecanicamente a situações conhecidas, e os esquece rapidamente, continua predominando na escola, aceito sem questionamento por professores, pais e alunos, fomentado pelos exames de ingresso às universidades e exaltado pelos cursinhos preparatórios. Uma enorme perda de tempo. Os alunos passam anos de sua vida estudando, segundo esse modelo, informações que serão esquecidas rapidamente.

Quando chegam à universidade não têm subsunçores para dar conta das disciplinas básicas, o que foi aprendido mecanicamente e serviu para o exame de ingresso já foi esquecido ou "deletado". Por outro lado, na universidade o esquema é o mesmo – copiar, memorizar, reproduzir e esquecer – talvez mais exigente na memorização mecânica e na reprodução, gerando altos índices de reprovação em disciplinas como, por exemplo, Física e Cálculo.

Alguns educadores dizem que a teoria de aprendizagem significativa está superada porque foi formulada há quase cinqüenta anos. Mas como estaria superada se a escola não é capaz de dar conta de sua premissa básica, ou seja, de levar em conta o conhecimento prévio do aluno, de partir da ideia de que o ser humano aprende a partir do que já sabe? Dizer que essa teoria está superada é fugir do problema.

Pode-se não aceitar conceitos ausubelianos como diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e organizador prévio, mas o princípio fundamental de que o conhecimento prévio é a variável isolada que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos não pode ser ignorado e deixa claro que sua teoria não pode ser tomada como superada. Essa é uma proposição subjacente a qualquer teoria construtivista. Assim como Ausubel fala em subsunçor, cada teoria construtivista tem seu construto básico. Na de Piaget o construto básico é *esquema*; poder-se-ia dizer, então que o indivíduo aprende, ou constrói novos esquemas, a partir dos esquemas que já construiu. Na de Kelly (1963) o construto básico é o de *construto pessoal*, de onde vem que o sujeito aprende, ou constrói novos construtos, a partir dos construtos que já construiu. Na de Johnson-Laird (1983) o construto fundamental é o de *modelo mental*, do qual decorre que o sujeito constrói novos modelos mentais a partir da recursividade de modelos anteriores, de primitivos conceituais e da percepção. Vergnaud (1990) também usa o conceito de esquema, mas seus esquemas contêm *invariantes operatórios* que se constituem em conhecimento prévio implícito e têm grande influência na construção de novos esquemas e novos conceitos.

Portanto, o conceito de aprendizagem significativa, como aquela em que novos conhecimentos adquirem significados através da interação com conhecimentos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva de aprendiz, é subjacente a várias outras teorias (Moreira, 1999). Como foi dito acima, o conhecimento prévio pode, por exemplo, ser interpretado em termos de esquemas de assimilação, construtos pessoais, modelos mentais, invariantes operatórios.

Mas teorias como as mencionadas nos parágrafos anteriores estão mais voltadas para o desenvolvimento cognitivo, enquanto que a da aprendizagem significativa, originalmente proposta por David Ausubel, se ocupa mais da aquisição significativa de um corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino e aprendizagem. Por isso, foi aqui novamente descrita, com bastante detalhe, com muita releitura do autor e com esperança de que sensibilize professores que, como ele, estão cansados do modelo tradicional que quase invariavelmente promove a aprendizagem mecânica.

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.

Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Ausubel, D.P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução do original *The acquisition and retention of knowledge* (2000).

Bruner, J. (1973). *O processo da educação*. São Paulo: Nacional.

Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.

Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Kelly, G. (1963). *A theory of personality - The psychology of personal constructs*. New York: W.W. Norton & Co.

Luiten, J., Ames, W., Ackerson, G. (1978). A meta-analysis of the effect of advance organizers on learning and retention. *American Educational Research Journal*, *17*(2): 211-8.

Masini, E. A.F. e Moreira, M.A. (2008). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor Editora.

Moreira, M.A. e Masini, E.A.F. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes.

Moreira, M.A. (1983). *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física*. Porto Alegre: Editora da Universidade.

Moreira, M.A. e Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Moreira, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa.* Brasília: Editora da UnB.

Moreira, M.A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor

Moreira, M.A., Caballero, C. y Rodríguez P., M.L. (2004). *Aprendizaje significativo: interacción personal, progresividad y lenguaje*. Burgos: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos.

Moreira, M.A. (2005) *Aprendizaje significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

Moreira, M.A. (2006) *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do Autor.

Moreira, M.A. e Masini, E.A.F. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora.

Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB.

Novak, J.D. and Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.

Novak, J.D. e Gowin, D. B. (1995). *Aprendendo a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução do original *Learning how to learn*.

Postman, N. and Weingartner, C. (1969). *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishing Co.

Valadares, J. e Moreira, M.A. (2009). *A teoria da aprendizagem significativa: sua fundamentação e implementação.* Coimbra: Edições Almedina.

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

ORGANIZADORES PRÉVIOS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA[1]
(Advanced organizers and meaningful learning)

Marco Antonio Moreira
Instituto de Física de la UFRGS
Caja Postal 15051, Campus
791501-970 Porto Alegre, RS
moreira@if.ufrgs.br
http://moreira.if.ufrgs.br

Resumo

Organizadores prévios são propostos como um recurso instrucional potencialmente facilitador da aprendizagem significativa, no sentido de servirem de pontes cognitivas entre novos conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. São dados vários exemplos, particularmente na área de ciências.
Palavras-chave: *organizadores prévios, aprendizagem significativa; ensino de ciências*.

Abstract

Advanced organizers are proposed as an instructional resource potentially useful to facilitate meaningful learning, in the sense of providing cognitive bridges between knew knowledges and those already existing in the learner's cognitive structure. Several examples are given, specially in the area of sciences.
Keywords: *advanced organizers, meaningful learning, science teaching.*

Aprendizagem significativa

Segundo Ausubel (1980, 2000), o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Para ele, aprendizagem significa organização e integração do novo material na estrutura cognitiva. Como outros teóricos do cognitivismo, ele parte da premissa de que existe na mente do indivíduo uma estrutura na qual a organização e a integração se processam: é a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de idéias de um indivíduo e sua organização, ou o conteúdo e organização de suas idéias, em uma determinada área de conhecimento.

Novas idéias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos, idéias ou proposições relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma , como "ancoradouro" para novas idéias, conceitos ou proposições.

Entretanto, essa experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conhecimentos já aprendidos sobre a nova aprendizagem, mas pode também abranger modificações significativas na estrutura cognitiva preexistente. Há, pois, um processo de interação através do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com a nova informação funcionando como "ancoradouro", ou seja, assimilando o novo material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem.

[1] *Revista Chilena de Educación Científica*, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008 , p. 23-30. Revisado em 2012.

Assim, a *aprendizagem significativa* ocorre quando novos conceitos, idéias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade.

Por outro lado, contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define *aprendizagem mecânica* como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma relação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária: não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada, dificultando, assim, a retenção. A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica, porém a simples memorização de fórmulas matemáticas, leis e conceitos pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso (Moreira e Masini, 2006).

Supondo, então, que a aprendizagem significativa deva ser preferida em relação à aprendizagem mecânica e que essa pressupõe a existência, na estrutura cognitiva, de conceitos, idéias, proposições relevantes e inclusivos que possam servir de "ancoradouro", o que fazer quando estes não existem?

Precisamente aí é que entra, segundo Ausubel, a utilização de organizadores prévios que sirvam de "ancoradouro provisório" para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos, idéias e proposições relevantes que facilitem a aprendizagem subseqüente. O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Organizadores prévios

Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si. Contrariamente a sumários que são, de um modo geral, apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência simplesmente destacando certos aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade.

Para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa. Ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como "pontes cognitivas".

Os organizadores prévios podem tanto fornecer "idéias âncora" relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre idéias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem, ou seja, para explicitar a relacionabilidade entre os novos conhecimentos e aqueles que o aprendiz já tem mas não percebe que são relacionáveis aos novos. No caso de material totalmente não familiar, um organizador "expositivo", formulado em termos daquilo que o aprendiz já sabe em outras áreas de conhecimento, deve ser usado para suprir a falta de conceitos, idéias ou proposições relevantes à aprendizagem desse material e servir de "ponto de ancoragem inicial'. No caso da aprendizagem de material relativamente familiar, um organizador "comparativo" deve ser usado para integrar e discriminar as novas informações e conceitos, idéias ou proposições, basicamente similares, já existentes na estrutura cognitiva.

Destaque-se, no entanto, que organizadores prévios não são simples comparações introdutórias, pois, diferentemente destas, organizadores, devem:

1 - identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;

2 - dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes.

3 - prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.

Exemplos de organizadores prévios

Na verdade, é muito difícil dizer se um determinado material é ou não um organizador prévio, pois isso depende sempre da natureza do material de aprendizagem, do nível de desenvolvimento cognitivo do aprendiz e do seu grau de familiaridade prévia com a tarefa de aprendizagem.

Entretanto, será apresentado aqui, a título de ilustração, aquilo que alguns pesquisadores consideraram como organizadores prévios em suas investigações.

Em um estudo inicial, Ausubel (1960) trabalhou com alunos de um curso de Psicologia Educacional da Universidade de Illinois e o material de aprendizagem usado consistia de um texto que tratava das propriedades metalúrgicas do aço-carbono. Como este material era não familiar para os alunos envolvidos, utilizou-se um organizador, do *tipo expositivo*, que foi apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que o próprio material de aprendizagem posterior, onde foram enfatizadas as principais diferenças e similaridades entre metais e ligas metálicas, suas respectivas vantagens e limitações e as razões de fabricação e uso de ligas metálicas. Este material tinha a finalidade de fornecer ancoragem para o texto subseqüente e relacioná-lo à estrutura cognitiva dos alunos.

Ausubel e Fitzgerald (1961) trabalharam também com estudantes de um curso de Psicologia Educacional da Universidade de Illinois com um texto sobre o budismo. Como os sujeitos envolvidos já tinham algum conhecimento sobre o cristianismo, foi utilizado um *organizador comparativo* que apontava explicitamente as principais diferenças e similaridades entre o budismo e o cristianismo. Esta comparação foi feita em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que no material de aprendizagem e tinha a finalidade de aumentar a discriminabilidade entre estes dois grupos de conceitos.

Ronca (1976) trabalhou com alunos universitários dos cursos de Matemática e Física utilizando um material de aprendizagem que constava de um texto sobre mudanças de comportamento. Uma vez que o conteúdo deste texto era quase que totalmente não familiar para os alunos, foram construídos organizadores prévios expositivos com base em um assunto já familiar para eles: o pêndulo simples. Como o material de aprendizagem analisava o comportamento humano em termos das variáveis causa e efeito, os organizadores introduziram estes conceitos utilizando o exemplo do pêndulo. Foram exploradas relações de

causa e efeito, no movimento pendular, do tipo que acontece com o período e a freqüência variando a massa e/ou o comprimento do pêndulo.

Eggen, Kauchak e Harder (1979) propuseram um exemplo de organizador prévio que poderia ser utilizado para iniciar um estudo sobre sistemas de rios. Eles apresentaram uma situação em que os aprendizes provavelmente ainda não teriam tido oportunidade de analisar a importância dos rios e sugeriram que, antes de iniciar este estudo, fosse introduzido um organizador prévio comparando sistemas de rios com outro importante sistema, o sistema circulatório, supostamente já conhecido pelos aprendizes. Assim, seria usado, como organizador, o texto a seguir.

> *Um sistema de rios é tão importante para os outros elementos do ambiente físico quanto o sistema circulatório é para o corpo humano. Eles têm algumas características em comum. Um grande rio, tal como o Rio Mississipi, fornece o "sangue da vida" – água – para plantas e animais, bem como para a agricultura e indústrias hidroelétricas, justamente como a aorta, sendo a artéria principal, leva sangue às partes do corpo. Além de água, ele leva também muitas fontes de alimentos para plantas e animais. Neste aspecto, os rios se parecem com as artérias de nosso corpo que transportam nutrientes para diferentes partes do corpo. Eles são como veias quando levam produtos inúteis para o mar. Entretanto, um sistema de rios difere do sistema circulatório no aspecto de que tanto o suprimento de alimentos quanto os elementos inúteis são transportados em um único canal. Outra similaridade é que, como vasos capilares, riachos alimentam o rio. Portanto, como sistema circulatório, o sistema de rios funciona tanto como carregador de fontes de energia quanto como transportador de produtos inúteis.*
>
> *Assim como o homem pode fazer mau uso do sistema circulatório, pode também fazer mau uso de um sistema de rios. Quando o rio carrega muitos resíduos, começa a se obstruir, exatamente como uma veia ou artéria pode ser obstruída. Fábricas ao longo de rios, erosão do solo causada por métodos de agricultura ou práticas florestais inadequadas são as principais causas de obstrução. Da mesma forma, produtos químicos, fertilizantes e inseticidas usados por agricultores têm causado uma alteração na vegetação ao longo dos rios. Como no sistema circulatório, estes danos, às vezes, não podem ser reparados e, quando isto é possível, consome muito tempo (p.263).*

Antes de passar ao exemplo seguinte, é necessário estabelecer a diferença entre organizadores e pseudo-organizadores prévios. Para Ausubel (1980), organizadores prévios verdadeiros são aqueles destinados a facilitar a aprendizagem significativa de tópicos específicos, ou série de idéias estreitamente relacionadas. Os materiais introdutórios utilizados para facilitar a aprendizagem de vários tópicos (e.g., capítulos ou unidades de estudo) denominam-se *pseudo- organizadores prévios.*

Sousa (1980) utilizou, uma série de 13 pseudo-organizadores prévios destinados a facilitar a aprendizagem de 13 unidades de conteúdo de Eletricidade e Magnetismo. O primeiro desses textos além de servir como pseudo-organizador para a primeira unidade destinava-se também a funcionar como pseudo-organizador prévio para todo o curso. Cada um deste materiais era apresentado como "Introdução" do roteiro de estudo da unidade correspondente.

Apesar de que foram dados vários exemplos de organizadores prévios, cabe registar que na grande maioria dos artigos de pesquisa sobre o assunto não são encontrados exemplos dos organizadores utilizados, e sim pequenas descrições sobre como eles foram construídos. Cabe também frisar que, embora todos os exemplos dados tenham consistido de textos introdutórios, a definição de organizador prévio não implica que o mesmo seja necessariamente um texto desse tipo; pode ser um filme, uma discussão, uma frase, uma dramatização. Mayer (1978), por exemplo, utilizou como organizador uma grade 4 x 4 de quadros em branco, onde as filas foram identificadas com os nomes de quatro atributos de quatro países imaginários e as colunas foram identificadas com os nomes destes países. Supostamente, esta grade, que o sujeito tinha oportunidade de ver durante 60s, poderia ajudar a organizar (e armazenar) a informação subseqüente que apresentava cada país em termos dos atributos.

Exemplos mais recentes de organizadores prévios, elaborados por estudantes de pós-graduação, da área da Farmácia e da Biologia, ao cursar uma disciplina de metodologia do ensino superior, são apresentados a seguir.

Organizador prévio: maionese e sua preparação[2]

População alvo: alunos do curso de graduação em Farmácia, cursando disciplina de Farmacotécnica; aula sobre Tecnologia de Obtenção de Emulsões.

Objetivo do organizador: propiciar uma interação entre conceitos novos com os já existentes na estrutura cognitiva dos alunos, buscando, dessa forma, uma aprendizagem significativa. Mais especificamente, utilizar o conceito de um elemento culinário, *maionese* (bem como sua preparação), que sirva como "ancoradouro provisório" para a aprendizagem significativa de um novo conceito, *emulsão* (e sua forma de preparo)

Descrição do organizador prévio: "A maionese é um alimento muito conhecido e consumido, estando presente em vários pratos de culinária. Sua vasta utilização e consumo devem-se, em parte, a sua facilidade de produção e obtenção. A maionese é produzida misturando-se ovos e adicionando a estes, em velocidade de agitação e adição constantes, o óleo. Um creme se formará indicando o final do processo. Dessa forma, nota-se que o preparo é simples, rápido e eficiente e, desde que se atente para alguns detalhes, a maionese será obtida com facilidade".

A interação cognitiva deverá ocorrer quando o aluno perceber que a maionese é uma emulsão e, conseqüentemente, a maneira de produzir uma emulsão é semelhante ao modo de preparo de uma maionese. Desta forma, através do organizador prévio está sendo introduzido o conceito emulsão, novo para a grande maioria dos alunos e, conjuntamente, noções básicas, mas fundamentais, da forma de preparo de emulsões.

Organizador prévio: discussão direcionada com alunos, enfocando determinadas perguntas[3].

Conhecimento prévio dos alunos: conhecimento empírico sobre produtos ou marcas que remetam à idéia de qualidade.

---

[2] Bárbara Spaniol, Cíntia Forchesatto e Julia Carini, *Bases Teóricas e Metodológicas para Ensino Superior*, Instituto de Física, UFRGS, 2006.
[3] Juliana Sippel, *Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior*, Instituto de Física, UFRGS, 2006.

O organizador prévio: buscar a opinião dos alunos em relação a certas questões.

1) Qual a principal referência que se faz quando são mencionadas as marcas *Ferrari, Sony , Brastemp ou Nike?*
2) O que um produto ou serviço deve ter e como deve ser para ser considerado de qualidade?
3) O que garante a qualidade de um produto ou serviço?
4) Como melhorar a qualidade de um produto ou serviço?
5) O que se entende por certificado ISO?

A partir das respostas dos alunos iniciar a explanação sobre o controle de qualidade de medicamentos, enfatizando o que é o controle de qualidade, as ações do controle de qualidade em uma empresa farmacêutica, como assegurar a qualidade do produto, o que são as boas práticas de fabricação e as normas ISO. Trata-se de uma aula introdutória que se espera que funcione como pseudo-organizador prévio para o conteúdo *controle de qualidade de medicamentos*.

Organizador prévio: armazenamento de medicamentos[4]

Assunto: cuidados básicos e importância no armazenamento de medicamentos.

Organizador prévio: seria fornecido um questionário com perguntas envolvendo o armazenamento de medicamentos na casa de cada aluno, sendo que este questionário deveria ser respondido por cada aluno para que, na aula subseqüente, fossem discutidas as respostas encontradas, para então introduzir o assunto da aula.

Função do organizador: os alunos ao responderem o questionário e discutirem as respostas encontradas fariam uma ponte entre o conhecimento prévio que eles tinham até então de armazenamento de medicamentos com o novo conhecimento potencialmente significativo.

Modelo de questionário:

Como são armazenados os medicamentos em sua casa?

1) Em armários fechados.	Sim ( )	Não( )
2) No banheiro.	Sim ( )	Não( )
3) Na cozinha.	Sim ( )	Não( )
4) Longe do alcance de crianças.	Sim ( )	Não( )
5) Dentro de sua respectiva caixinha.	Sim ( )	Não( )
6) Com a bula.	Sim ( )	Não( )
7) Na bolsa.	Sim ( )	Não( )

Organizador Prévio: pipocas com chocolate[7]

Objetivo e população alvo: este organizador prévio deverá servir para a explicação do método de granulação por via úmida por desagregação com aglutinante disperso no líquido de

[4] Julia Menegola, *Bases Teóricas e Metodologicas para o Ensino Superior*, Instituto de Física, UFRGS, 2006.
[7] Roberta Hansel de Moraes, *Bases Teóricas e Metodologias para o Ensino Superior*, Instituto de Física UFRGS, 2006.

granulação. Será utilizado para alunos já graduados em Farmácia, cursando a ênfase em Indústria e que já possuem conhecimento prévio da metodologia da granulação. Este método será comparado ao preparo de pipocas com calda de chocolate.

O organizador: pipocas em uma panela estão em agitação. Quando se adiciona a calda de chocolate às pipocas e ocorre a mistura, a calda faz com que as pipocas grudem umas com as outras, originando aglomerados de pipocas. Em seguida, ocorre a solidificação da calda de chocolate nos aglomerados. Alguns aglomerados de pipocas ficarão maiores que outros. Deve-se, então, realizar a quebra manual desses aglomerados, de modo que eles fiquem todos aproximadamente do mesmo tamanho, mas todos com tamanho maior do que o grão de pipoca original.

Deve ser feita uma comparação ao preparo de pipocas (seriam as partículas da mistura dos pós a serem granulados) com calda de chocolate (seria a dispersão do aglutinante no líquido de granulação) e o método de granulação por via úmida por desagregação que consiste de 6 etapas: mistura seca dos pós; molhagem da mistura; formação da massa aglomerada; divisão dos aglomerados; secagem do líquido de granulação; calibração dos granulados.

Organizador Prévio para o estudo da Taxonomia[8]

A parte da Biologia que trata da classificação dos seres vivos é a taxonomia. É comum dividi-la em taxonomia zoológica e Taxonomia Botânica. A classificação dos seres vivos engloba sete categorias que são:

Reino → conjunto de todos os filos
Filo → grupamento de classe
Classe → grupamento de ordem
Ordem → grupamento de família
Família → grupamento de gênero
Gênero → grupamento de espécie
Espécie → grupamento de indivíduos com profundas semelhanças, os quais mostram acentuadas similariedades bioquímicas, idêntico cariótipo e capacidade de reprodução entre si, originando novos descendentes férteis e com o mesmo quadro geral de caracteres.

Como organizador prévio serão distribuídos botões com várias características e a tarefa dos alunos será agrupar os botões em categorias, que vão das características mais gerais às mais específicas; as mais específicas equivalem as "espécies" dos botões. Os botões poderão ser agrupados por tamanho, cor, material, função, forma, etc..

Esta atividade de agrupamento de botões deverá facilitar a compreensão e o uso de chaves de identificação e classificação dos seres (chaves dicotômicas). As chaves (dicotômicas) são instrumentos de identificação muito usados na Zoologia e na Botânica.

[8] Débora Evangelista, *Bases Teóricas e Metodologias para o Ensino Superior*, Instituto de Física UFRGS, 2006.

Organizador prévio para o conceito de entropia

A entropia está intimamente relacionada às idéias de ordem e desordem quando estas são definidas em termos de probabilidade de ocorrência de uma determinada distribuição estatística para um conjunto de elementos.

Então, em uma situação de ensino antes de apresentar esse conceito o seguinte organizador prévio poderia ser utilizado em uma disciplina de Física básica:

> *Suponhamos que uma camada de areia fina branca é colocada em uma jarra e sobre ela é colocada uma outra camada de areia fina preta. Sacudindo suficientemente a jarra, é de esperar que com o tempo a areia branca se misture com a preta e a mistura passe a ter cor cinza. Entretanto, por mais que se sacuda a jarra, é altamente improvável que se consiga obter novamente a distribuição inicial, i.e, as duas camadas separas de areia branca e preta. Por que isso? A resposta estatística é que existem milhões de maneiras mais através das quais os grãos de areia podem se entremear do que o número de maneiras através das quais eles podem se distribuir em duas camadas distintas. A disposição ordenada inicial (duas camadas distintas) retornou-se desordenada durante o processo de sacudir a jarra (o qual dá movimento aleatório aos grãos de areia); a distribuição menos provável foi suplantada por outra mais provável. Não se está, no entanto, dizendo que se continuasse sacudindo a jarra não se poderia, após um longo período de tempo, reproduzir a disposição ordenada inicial de duas camadas distintas; está se dizendo somente que é* ***altamente improvável****: quanto maior for o número de grãos de areia no conjunto (mistura), mais improvável se torna a reprodução da ordem original. Consideraremos agora um conjunto pequeno: um baralho de cartas que quando novo estava separado por naipes (portanto, ordenado), é embaralhado e se torna desordenado durante o processo. A probabilidade de reproduzir a ordem original, apesar de pequena, é ainda suficiente grande para que isso ocorra ocasionalmente. De vez em quando em uma rodada de bridge ocorre que cada jogador receba 13 cartas do mesmo naipe. Entretanto, ao se considerar conjuntos grandes é muito provável que isso ocorra. Por exemplo, ao considerar conjuntos de moléculas se está lidando com números extremamente grandes; O número de moléculas em 2 cm^3 de gás é superior a 10^1 , o qual é maior do que a soma de todos os grãos de areia de todas as praias do mundo. Se conectarmos dois recipientes, um dos quais cheio de gás e o outro completamente vazio, o gás, através do movimento aleatório de suas moléculas, rapidamente ocupará também o espaço existente no recipiente inicialmente vazio. Teoricamente, devido ao fato de que o movimento aleatório das moléculas continua, é possível que no futuro elas retornem ao recipiente onde estavam deixando o outro vazio. Não existe nada na mecânica newtoniana que impeça isso. Porém, a probabilidade estatística contra isso é tão grande que na prática, se considera impossível que ocorra (Moreira, 1998, pp.9-9).*

A medida desta tendência de grandes conjuntos de elementos em movimento aleatório irem de uma menos provável configuração (um arranjo ordenado) para uma mais provável (mais desordenada) é chamada de *entropia*, podendo-se então defini-la operacionalmente como uma medida do grau de desordem de um sistema. Um sistema ordenado teria baixa entropia enquanto que um sistema desordenado teria alta entropia.

As situações propostas deveriam ser apresentadas e discutidas com os alunos fazendo ponte cognitiva, mostrando a relacionabilidade de conhecimentos que eles têm (misturar e desmisturar coisas, ordem e desordem) e o novo conceito físico a ser trabalhado.

Organizadores prévios "tipo situação" têm grande potencial para facilitar a conceitualização pois como diz Vergnaud (1990) **são as situações que dão sentido aos conceitos.**

Conclusão

A título de conclusão deste texto sobre organizadores prévios, cujo objetivo era o de sugeri-los como recursos instrucionais potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa, chama-se atenção para os seguintes pontos:

- - A utilização de organizadores prévios é apenas uma estratégia proposta por Ausubel para manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa. O aspecto central da teoria de Ausubel é a própria idéia de aprendizagem significativa, não o uso de organizadores prévios. A confusão existente entre a teoria de Ausubel e organizadores prévios, a ponto de parecer uma coisa só, reflete apenas o desconhecimento da teoria.

- - Materiais introdutórios construídos com a finalidade de facilitar a aprendizagem de *vários* tópicos são, no fundo, pseudo-organizadores (Sousa, 1980), pois na concepção ausubeliana, organizadores prévios verdadeiros destinam-se a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos ou de idéias estreitamente relacionadas.

- - Na medida em que o uso de organizadores prévios facilitar a aprendizagem significativa, a qual, por sua vez, modifica a estrutura cognitiva do aprendiz, tornando-a mais capaz de assimilar e reter informações subseqüentes, professores e especialistas deveriam procurar utilizar esta estratégia ao prepararem aulas e texto didáticos. Numa aula, por exemplo, a aprendizagem seria facilitada se o professor começasse com uma visão geral, em nível de abstração mais alto, do conteúdo a ser estudado, procurando fazer a "ponte" entre aquilo que o aluno já sabe e o que ele precisa saber para aprender significativamente conteúdo de aula. Por outro lado, em um texto, a utilização de um pseudo-organizador para cada capítulo poderia apresentar vantagens, pois daria ao aprendiz uma visão geral do assunto antes do seu confronto com material mais detalhado e apresentaria elementos inclusivos que pudessem servir de "ancoradouro" para que a assimilação dos conceitos contidos no capítulo.

- - Muitas pesquisas foram feitas buscando evidências sobre o efeito facilitador dos organizadores prévios, gerando, inclusive, bastante polêmica sobre sua eficácia como ponte entre o que o aprendiz sabe e o que deveria saber para que os materiais instrucionais fossem potencialmente significativos. Em um estudo de revisão da literatura abrangendo 135 pesquisas, incluindo 76 teses de doutoramento, sobre organizadores prévios, Luiten et al. (1978) concluíram que, de fato, com essa função, tais recursos têm um efeito facilitador na aprendizagem e retenção do conhecimento, porém, *este efeito é, em geral, pequeno*. Assim sendo, os organizadores prévios deveriam ser usados, sobretudo, para explicitar ao aprendiz a relacionabilidade entre seu conhecimento prévio e o novo conhecimento, ou seja, entre o que ele sabe mas não percebe que está relacionado com o

novo. Seria um outro tipo de ponte cognitiva, provavelmente muito mais útil do que aquela que, em princípio, supriria a falta de conhecimento prévio adequado.

- O conhecimento prévio do aluno pode estar obliterado. A assimilação obliteradora é uma continuidade natural da assimilação (aprendizagem subordinada). Organizadores prévios podem ser usados para "resgatar", "ativar", "recuperar" esse conhecimento obliterado. É possível também que o professor saiba, de sua experiência, que o aluno não perceberá facilmente que o novo material de aprendizagem está relacionado com conhecimentos prévios significativos existentes em sua estrutura cognitiva. Certamente, organizadores prévios poderão ajudar muito na percepção dessa relacionabilidade.

- Por último, cabe reiterar que organizadores prévios são materiais instrucionais utilizados *antes* dos materiais de aprendizagem em si, sempre em um nível mais elevado de abstração, generalidade, inclusividade. Podem ser um enunciado, um parágrafo, uma pergunta, uma demonstração, um filme, uma simulação e até mesmo uma aula que funcione como pseudo-organizador para toda uma unidade de estudo ou, ainda, um capítulo que se proponha a facilitar a aprendizagem de vários outros em um livro. Não é a forma que importa, mas sim a função dessa estratégia instrucional chamada organizador prévio.

Referências

Ausubel, D.P. & Fitzgerald, D. The role of discriminability in meaningful verbal learning and retention. *Journal of Educational Psychology*, 52(5); 266-74, 1961.

Ausubel, D.P.; Novak, J.D.; Hanesian, J. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of Knowledge: A cognitive view*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

Eggen, P.D.; Kauchak, D.P.; Harder, R.J. *Strategies for teachers*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1979.

Luiten, J., Ames, W. & Ackerson, G. A meta-analysis of the effect of advance organizers on learning and retention. *American Education Research Journal*, *17*(2): 211-8, 1978.

Mayer, R.E. Advance organizers that compensate for the organization of text. *Journal of Educational Psychology*, 70 (6): 880-6, 1978.

Moreira, M.A. & Masini, E.A.F.S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo, Centauro, 2006. 2ª ed.

Moreira, M.A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.* Brasília, Editora da UnB, 2006

Moreira, M.A. Energia, entropia e irreversibilidade. Porto Alegre, Instituto de Física, UFRGS. *Textos de Apoio ao Professor de Física*, n°9, 1998.

Ronca , A.C.C. O efeito de organizadores prévios na aprendizagem significativa de textos didáticos. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Pontifícia Universidade Católica, 1976.

Sousa, C.M.S.G. Pseudo-orgnizadores prévios como recursos instrucionais no ensino de Física. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1980.

Vergnaud, G. La Théorie des champs conceptuels. Récherches en Didactique des Mathématiques, 10(23): 133-170.

MAPAS CONCEITUAIS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA[1]
(Concept maps and meaningful learning)

Marco Antonio Moreira
Instituto de Física - UFRGS
90501-970 Porto Alegre - RS, Brasil
moreira@if.ufrgs.br
http://moreira.if.ufrgs.br

Resumo

Mapas conceituais são propostos como uma estratégia potencialmente facilitadora de uma aprendizagem significativa. Além disso, apresenta-se sua fundamentação teórica e são dados exemplos, particularmente na área de ciências.
Palavras-chave: *mapas conceituais, aprendizagem significativa, ensino de ciências.*

Abstract

Concept maps are proposed as a strategy potentially useful to facilitate meaningful learning. In addition, its theoretical background is presented and some examples are given, specially in the area of sciences.
Keywords: *concept maps, meaningful learning, science teaching.*

O que são mapas conceituais

De um modo geral, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. As Figuras 1 e 2 mostram dois desses diagramas, um em "Ciências" e outro, mais específico, em Biologia.

Embora normalmente tenham uma organização hierárquica e, muitas vezes, incluam setas, tais diagramas não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder. Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso. Isso também os diferencia das redes semânticas que não necessariamente se organizam por níveis hierárquicos e não obrigatoriamente incluem apenas conceitos. Mapas conceituais também não devem ser confundidos com mapas mentais que são livres, associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente. Não devem, igualmente, ser confundidos com quadros sinópticos que são diagramas classificatórios. Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los.

[1] Adaptado e atualizado, em 1997, de um trabalho com o mesmo título publicado em O ENSINO, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, N° 23 a 28: 87-95, 1988. Publicado também em *Cadernos do Aplicação, 11*(2): 143-156, 1998. Revisado e publicado em espanhol, em 2005, na *Revista Chilena de Educação Científica, 4*(2): 38-44. Revisado novamente em 2012.

Muitas vezes utiliza-se figuras geométricas -- elipses, retângulos, círculos -- ao traçar mapas de conceitos, mas tais figuras são, em princípio, irrelevantes. É certo que o uso de figuras pode estar vinculado a determinadas regras como, por exemplo, a de que conceitos mais gerais, mais abrangentes, devem estar dentro de elipses e conceitos bem específicos dentro de retângulos. Em princípio, no entanto, figuras geométricas nada significam em um mapa conceitual. Assim como nada significam o comprimento e a forma das linhas ligando conceitos em um desses diagramas, a menos que estejam acopladas a certas regras. O fato de dois conceitos estarem unidos por uma linha é importante porque significa que há, no entendimento de quem fez o mapa, uma relação entre esses conceitos, mas o tamanho e a forma dessa linha são, *a priori*, arbitrários.

Mapas conceituais podem seguir um modelo hierárquico no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior). Mas este é apenas um modelo, mapas conceituais não precisam necessariamente ter este tipo de hierarquia. Por outro lado, sempre deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não obrigatoriamente.

Pode-se, então, definir certas diretrizes para traçar mapas conceituais como a regra das figuras, mencionada antes, ou a da organização hierárquica piramidal, mas são diretrizes contextuais, ou seja, válidas, por exemplo, para uma pesquisa ou para uma determinada situação de sala de aula. Não há regras gerais fixas para o traçado de mapas de conceitos. O importante é que o mapa seja um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino. Por exemplo, se o indivíduo que faz um mapa, seja ele, digamos, professor ou aluno, une dois conceitos, através de uma linha, ele deve ser capaz de explicar o significado da relação que vê entre esses conceitos.

Uma ou duas palavras-chave escritas sobre essa linha (vide Figuras 1 e 2) podem ser suficientes para explicitar a natureza dessa relação. Os dois conceitos mais as palavras-chave formam uma proposição e esta evidencia o significado da relação conceitual. Por esta razão, o uso de palavras-chave sobre as linhas conectando conceitos é importante e deve ser incentivado na confecção de mapas conceituais, mas esse recurso não os torna auto-explicativos. Mapas conceituais devem ser explicados por quem os faz; ao explicá-lo, a pessoa externaliza significados. Reside aí o maior valor de um mapa conceitual. É claro que a externalização de significados pode ser obtida de outras maneiras, porém mapas conceituais são particularmente adequados para essa finalidade.

Como podem ser usados

O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (Moreira e Buchweitz, 1993).

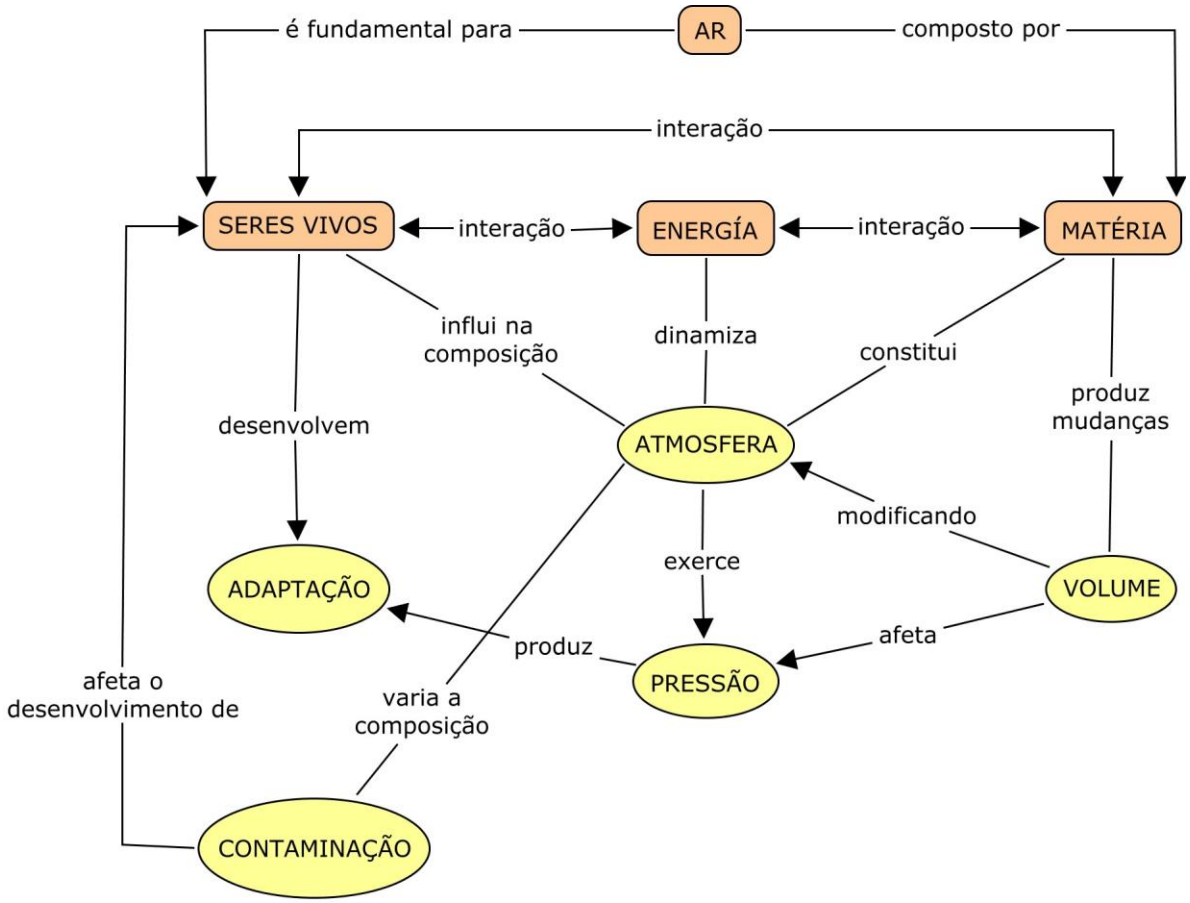


Figura 1: Mapa conceitual para o núcleo interdisciplinar de ciências do 1° ano, elaborado pelos professores Hugo Fernandez, Marta Ramirez e Ana Schnersch em uma oficina pedagógia sobre mapas conceituais realizada em Bariloche, Argentina, 1994.

É possível traçar-se um mapa conceitual para uma única aula, para uma unidade de estudo, para um curso ou, até mesmo, para um programa educacional completo. A diferença está no grau de generalidade e inclusividade dos conceitos colocados no mapa. Um mapa envolvendo apenas conceitos gerais, inclusivos e organizacionais pode ser usado como referencial para o planejamento de um curso inteiro, enquanto que um mapa incluindo somente conceitos específicos, pouco inclusivos, pode auxiliar na seleção de determinados materiais instrucionais. Isso quer dizer que mapas conceituais podem ser importantes mecanismos para focalizar a atenção do planejador de currículo na distinção entre o conteúdo curricular e conteúdo instrumental, ou seja, entre o conteúdo que se espera que seja aprendido e aquele que serve de veículo para a aprendizagem. O conteúdo curricular está contido em fontes de conhecimento tais como artigos de pesquisa, ensaios, poemas, livros. Mapas conceituais podem ser úteis na análise desses documentos a fim de tornar adequado para instrução o conhecimento neles contido. Considera-se aqui que o currículo se refere a um conjunto de conhecimentos. Sendo assim, a análise da estrutura do conhecimento implica a análise do currículo e o mapeamento conceitual pode ser um instrumento útil nessa análise.

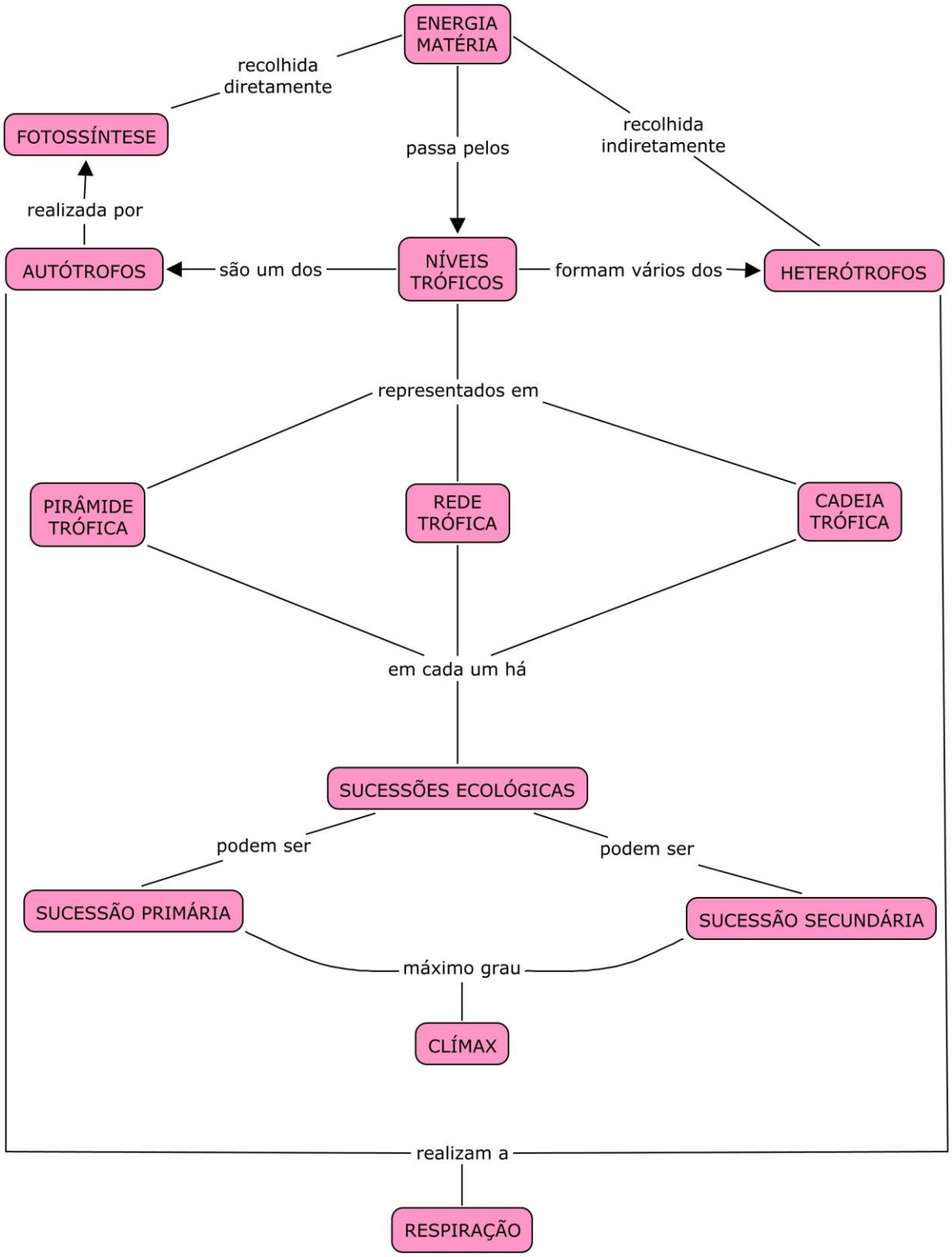


Figura 2: Mapa conceitual elaborado por um grupo de estudantes de 1° BUP (14/15 anos) para a dinâmica dos ecossistemas (Curso 1995/96). (Cedido por Mª Luz Rodríguez Palmero, I.B. Dr. Antonio González y González, Tejina, La Laguna, Sta. Cruz de Tenerife.)

De maneira análoga, mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitam a aprendizagem dessas estruturas. Entretanto, diferentemente de outros materiais didáticos, mapas conceituais não são auto-instrutivos: devem ser explicados pelo professor. Além disso, embora possam ser usados para dar uma visão geral do tema em estudo, é preferível usá-los quando os alunos já têm uma certa familiaridade com o assunto, de modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação de significados de conceitos (Moreira, 1980, 2010).

Na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, na medida em que usarem essa técnica para analisar artigos, textos capítulos de livros, romances, experimentos de laboratório, e outros materiais educativos do currículo, eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem.

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem.

Fundamentação teórica

A teoria que está por trás do mapeamento conceitual é a teoria cognitiva de aprendizagem de David Ausubel (Ausubel et al., 1978, 1980, 1981, 2003; Moreira e Masini, 1982, 2006; Moreira, 1983, 1999, 2000; Masini e Moreira, 2009; Valadares e Moreira, 2009; Moreira, 2011a). Trata-se, no entanto, de uma técnica desenvolvida em meados da década de setenta por Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos. Ausubel nunca falou de mapas conceituais em sua teoria.

O conceito básico da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação. Esses aspectos relevantes da estrutura cognitiva que servem de ancouradouro para a nova informação são chamados "subsunçores". O termo ancorar, no entanto, apesar de útil como uma primeira ideia do que é aprendizagem significativa não dá uma imagem da dinâmica do processo. Na aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando; subsunçores vão interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído.

Na aprendizagem significativa o novo conhecimento nunca é internalizado de maneira literal, porque no momento em que passa a ter significado para o aprendiz entra em cena o componente idiossincrático da significação. Aprender significativamente implica atribuir significados e estes têm sempre componentes pessoais. Aprendizagem sem atribuição de significados pessoais, sem relação com o conhecimento preexistente, é mecânica, não significativa. Na aprendizagem mecânica, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e literal na mente do indivíduo. O que não significa que esse conhecimento seja armazenado em um vácuo cognitivo, mas sim que ele não interage significativamente com a estrutura cognitiva preexistente, não adquire significados. Durante um certo período de tempo, a pessoa é inclusive capaz de reproduzir o que foi aprendido mecanicamente, mas não significa nada para ela.

No curso da aprendizagem significativa, os conceitos que interagem com o novo conhecimento e servem de base para a atribuição de novos significados vão também se modificando em função dessa interação, i.e., vão adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente. Imagine-se o conceito de "conservação"; sua aquisição diferenciada em ciências é progressiva: à medida que o aprendiz vai aprendendo significativamente o que é conservação da energia, conservação da carga elétrica, conservação da quantidade de movimento, o subsunçor "conservação" vai se tornando cada vez mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de servir de âncora para a atribuição de significados a novos conhecimentos. Este processo característico da dinâmica da estrutura cognitiva chama-se **diferenciação progressiva**.

Outro processo que ocorre no curso da aprendizagem significativa é o estabelecimento de relações entre ideias, conceitos, proposições já estabelecidos na estrutura cognitiva, i.e., relações entre subsunçores. Elementos existentes na estrutura cognitiva com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação são percebidos como relacionados, adquirem novos significados e levam a uma reorganização da estrutura cognitiva. É o que ocorreria, por exemplo, se o aluno tivesse conceitos de campo elétrico e magnético claros e estáveis na estrutura cognitiva, os percebesse intimamente relacionados e reorganizasse seus significados de modo a vê-los como manifestações de um conceito mais abrangente, o de campo eletromagnético. Essa recombinação de elementos, essa reorganização cognitiva, esse tipo de relação significativa, é referido como **reconciliação integrativa**.

A reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva são dois processos relacionados que ocorrem no curso da aprendizagem significativa. Toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições. A reconciliação integrativa é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva. É um processo cujo resultado é o explícito delineamento de diferenças e similaridades entre ideias relacionadas.

Mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. A análise do currículo e o ensino sob uma abordagem ausubeliana, em termos de significados, implicam: 1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo

conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem.

Mapas conceituais podem ser utilizados como recursos em todas essas etapas, assim como na obtenção de evidências de aprendizagem significativa, ou seja, na avaliação da aprendizagem. A Figura 3 apresenta um mapa conceitual sobre alguns conceitos básicos da teoria de Ausubel, tanto para estruturar o que foi dito nesta seção como para prover outro exemplo de mapa conceitual.

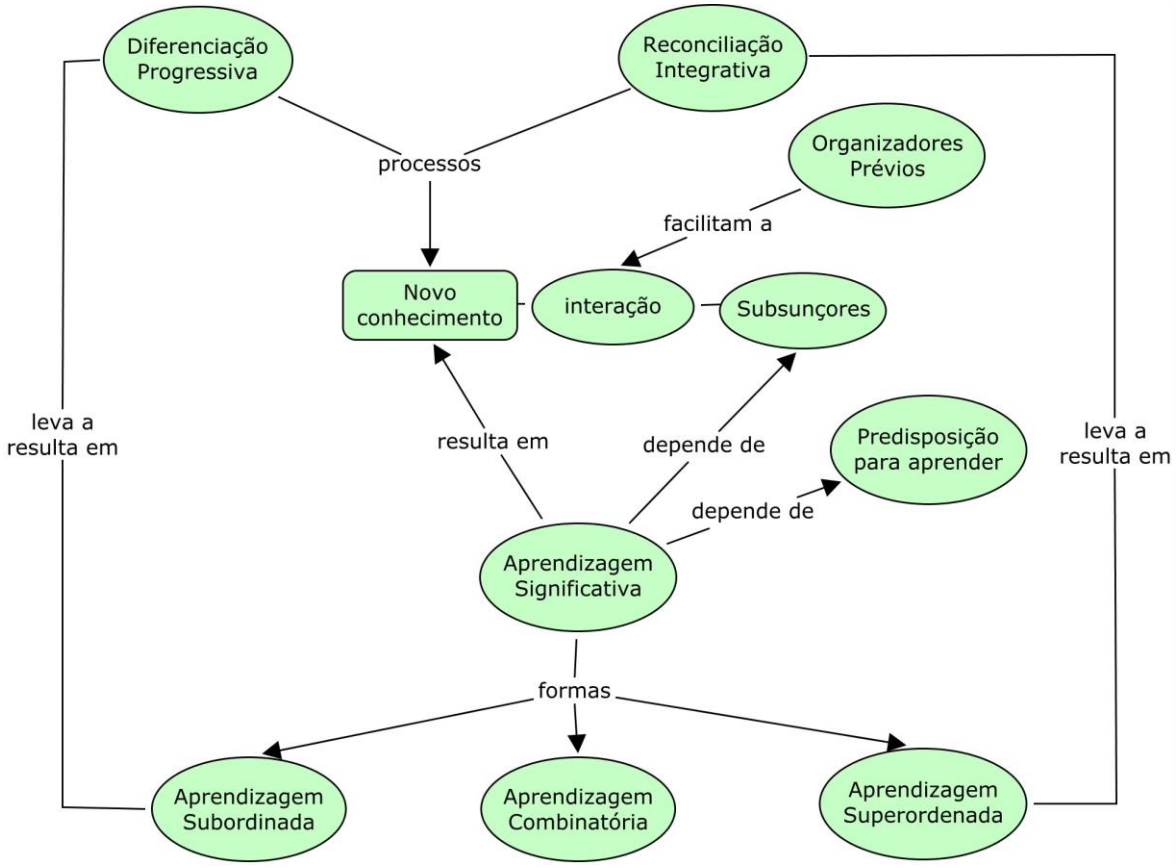


Figura 3: Alguns conceitos básicos da teoria de Ausubel (Moreira e Buchweitz, 1993)

Mapas conceituais e aprendizagem significativa

Como a aprendizagem significativa implica, necessariamente, atribuição de significados idiossincráticos, mapas conceituais, traçados por **professores** e **alunos**, refletirão tais significados. Quer dizer, tanto mapas usados por professores como recurso didático como mapas feitos por alunos em uma avaliação têm componentes idiossincráticos. Isso significa que não existe mapa conceitual "correto". Um professor nunca deve apresentar aos alunos **o** mapa conceitual de um certo conteúdo e sim **um** mapa conceitual para esse conteúdo segundo os significados que ele atribui aos conceitos e às relações significativas entre eles. De maneira análoga, nunca se deve esperar que o aluno apresente na avaliação o mapa conceitual

“correto” de um certo conteúdo. Isso não existe. O que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo.

Naturalmente, o professor ao ensinar tem a intenção de fazer com que o aluno adquira certos significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino, que são compartilhados por certa comunidade de usuários. O ensino busca fazer com que o aluno venha também a compartilhar tais significados. Mapas de conceitos podem ser valiosos na consecução desse objetivo e podem fornecer informação sobre como está sendo alcançado. Todavia, mapas conceituais – tanto do aluno como do professor – têm significados pessoais. Basta pedir a dois professores, com igual conhecimento, que tracem um mapa de conceitos para certo conteúdo: seus mapas terão semelhanças **e** diferenças. Os dois mapas poderão evidenciar bom entendimento da matéria sem que se possa dizer que um é melhor do que outro e muito menos que um é certo e outro errado. O mesmo é válido em relação a mapas conceituais traçados por dois alunos na avaliação da aprendizagem de um mesmo conteúdo. Contudo, é preciso cuidado para não cair em um relativismo onde “tudo vale”: alguns mapas são definitivamente pobres e sugerem falta de compreensão.

No momento em que um professor apresentar para o aluno um mapa conceitual como sendo **o** mapa correto de um certo conteúdo, ou no momento em que ele exigir do aluno um mapa **correto**, estará promovendo (como muitos outros recursos instrucionais) a aprendizagem mecânica em detrimento da significativa. Mapas conceituais são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa. Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã.

De tudo isso, depreende-se facilmente que mapas conceituais são instrumentos diferentes e que não faz muito sentido querer avaliá-los como se avalia um teste de escolha múltipla ou um problema numérico. A análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa. O professor, ao invés de preocupar-se em atribuir um escore ao mapa traçado pelo aluno, deve procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem significativa. Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação a seu mapa facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido.

Seguramente, tudo o que foi dito até aqui sobre mapas conceituais pode dar ideia de que é um recurso instrucional de pouca utilidade porque é muito pessoal e difícil avaliar (quantificar). De fato, de um ponto de vista convencional, mapas conceituais podem não ser muito atraentes nem para professores, que podem preferir a segurança de ensinar conteúdos sem muita margem para interpretações pessoais, nem para alunos habituados a memorizar conteúdos para reproduzi-los nas avaliações. No ensino convencional não há muito lugar para a externalização de significados, para a aprendizagem significativa. Mapas conceituais apontam em outra direção, requerem outro enfoque ao ensino e à aprendizagem.

Conclusão

Aparentemente simples e às vezes confundidos com esquemas ou diagramas organizacionais, mapas conceituais são instrumentos que podem levar a profundas modificações na maneira de ensinar, de avaliar e de aprender. Procuram promover a

aprendizagem significativa e entram em choque com técnicas voltadas para aprendizagem mecânica. Utilizá-los em toda sua potencialidade implica atribuir novos significados aos conceitos de ensino, aprendizagem e avaliação. Por isso mesmo, apesar de se encontrar trabalhos na literatura ainda nos anos setenta, até hoje o uso de mapas conceituais não se incorporou à rotina das salas de aula.

Mas há relatos de estudos com mapas conceituais nas mais diversas áreas e em todos os níveis de escolaridade (Novak e Gowin, 1996). A Figura 4 é um mapa na área da literatura tirado de um estudo nessa área (M. Moreira, 1988) para corroborar esta afirmativa. Para concluir, provendo ao leitor mais dois exemplos de mapas conceituais, a Figura 5 mostra um mapa na área de epistemologia e a Figura 6 um no campo da Física.

Apêndice

No apêndice apresenta-se um breve roteiro que poderá ser útil na construção de mapas conceituais. No entanto, este roteiro não deve ser considerado uma "receita" para fazer mapas conceituais.

Referências

Ausubel, D.P., Novak, J.D. and Hanesian, H. (1978). *Educational psychology.* New York: Holt, Rinehart and Winston. Publicado em português pela Editora Interamericana, Rio de Janeiro, 1980. Em espanhol por Editorial Trillas, México, 1981. Reimpresso em inglês por Werbel & Peck, New York, 1986.

Ausubel, D.P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.* Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução de *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view.* (2000). Kluwer Academic Publishers.

Masini, E.A.F. e Moreira, M. A. (2009). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor Editora Psico-Pedagógica.

Moreira, M.A. (1980). Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura, 32*(4): 474-479.

Moreira, M.A. (1983). *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física*. Porto Alegre: Editora de Universidade.

Moreira, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB.

Moreira, M.A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica.* Madrid: Visor.

Moreira, M.A. (2010). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa.* São Paulo: Centauro Editora.

Moreira, M.A. (2011a). *Aprendizagem significativa: a teoria e texto complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Moreira, M.A. (2011b). *Física de Partículas: uma abordagem conceitual e epistemológica*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Moreira, M.A. e Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (1982) *Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel.* São Paulo: Editora Moraes.

Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (2006) *Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel.* São Paulo: Centauro Editora. 2ª edição.

Moreira, M.A. e Massoni, N.T. (2011). *Epistemologias do Século XX*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.

Moreira, M.M. (1988). *The use of concept maps and the five questions in a foreign language classroom: effects on interaction.* Tese de doutorado. Ithaca, NY, Cornell University.

Novak, J.D. e Gowin, D.B. (1996). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução de *Learning how to learn*. (1984). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.

Valadares, J.A. e Moreira, M.A. (2009). *A teoria da aprendizagem significativa. Sua fundamentação e implementação.* Coimbra: Almedina.

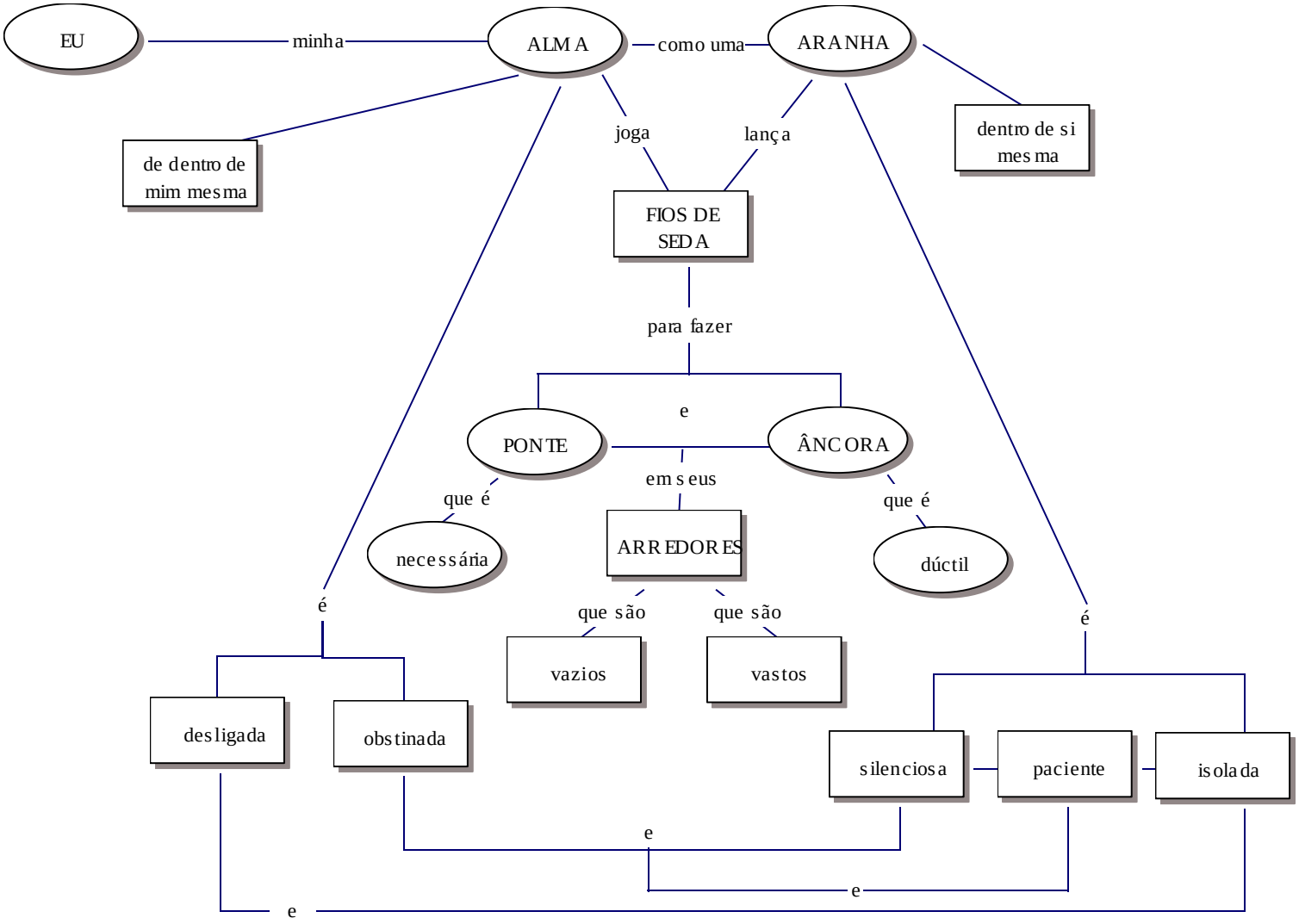


Figura 4: Um mapa conceitual para o poema “Uma aranha silenciosa e paciente”, de Walt Whitman, em uma aula de literatura americana (M.M. Moreira, 1988)

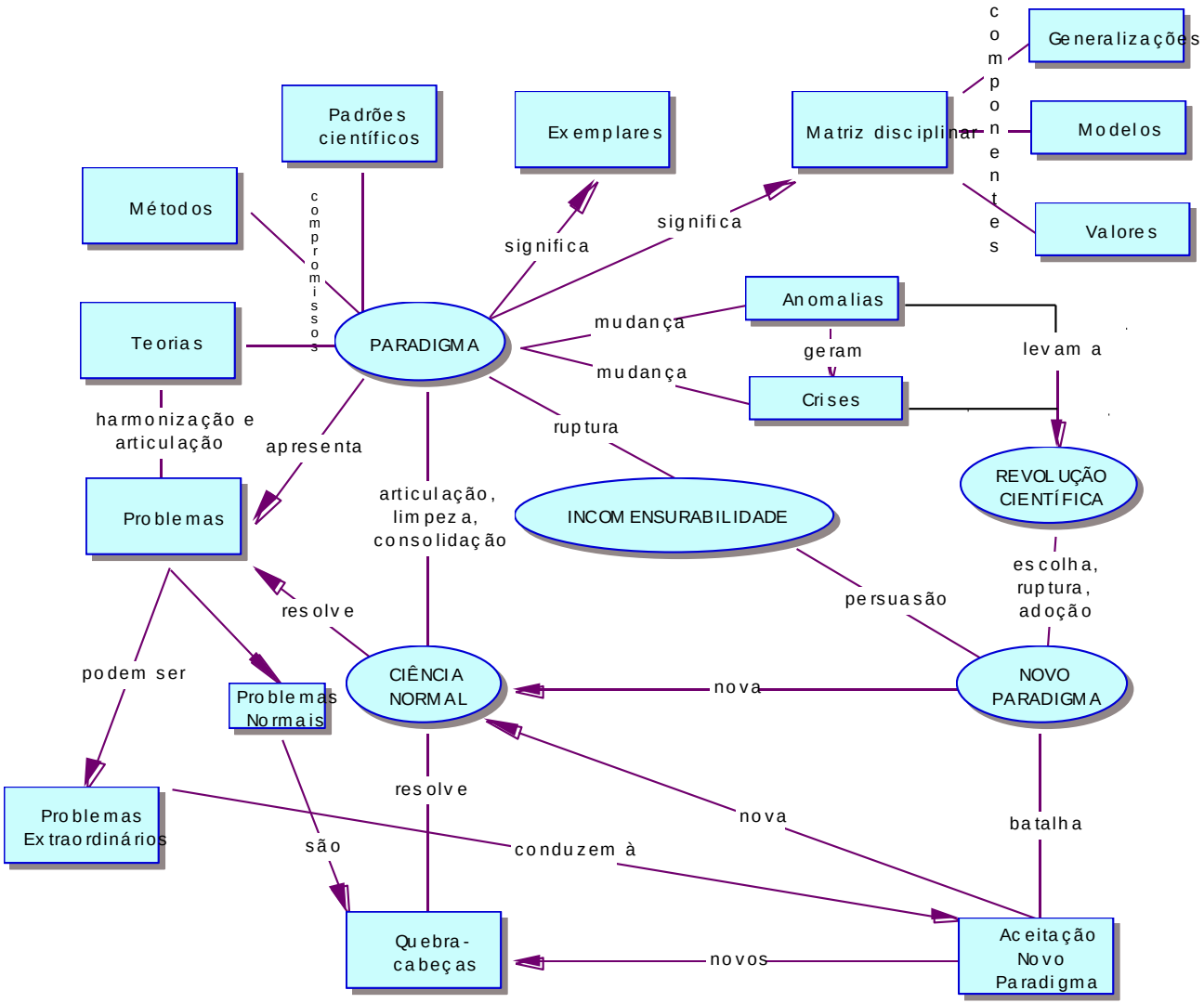


Figura 5. Um mapa conceitual para a epistemologia de Kuhn (Moreira e Massoni, 2011). Os conceitos hierarquicamente superiores aparecem com letras m

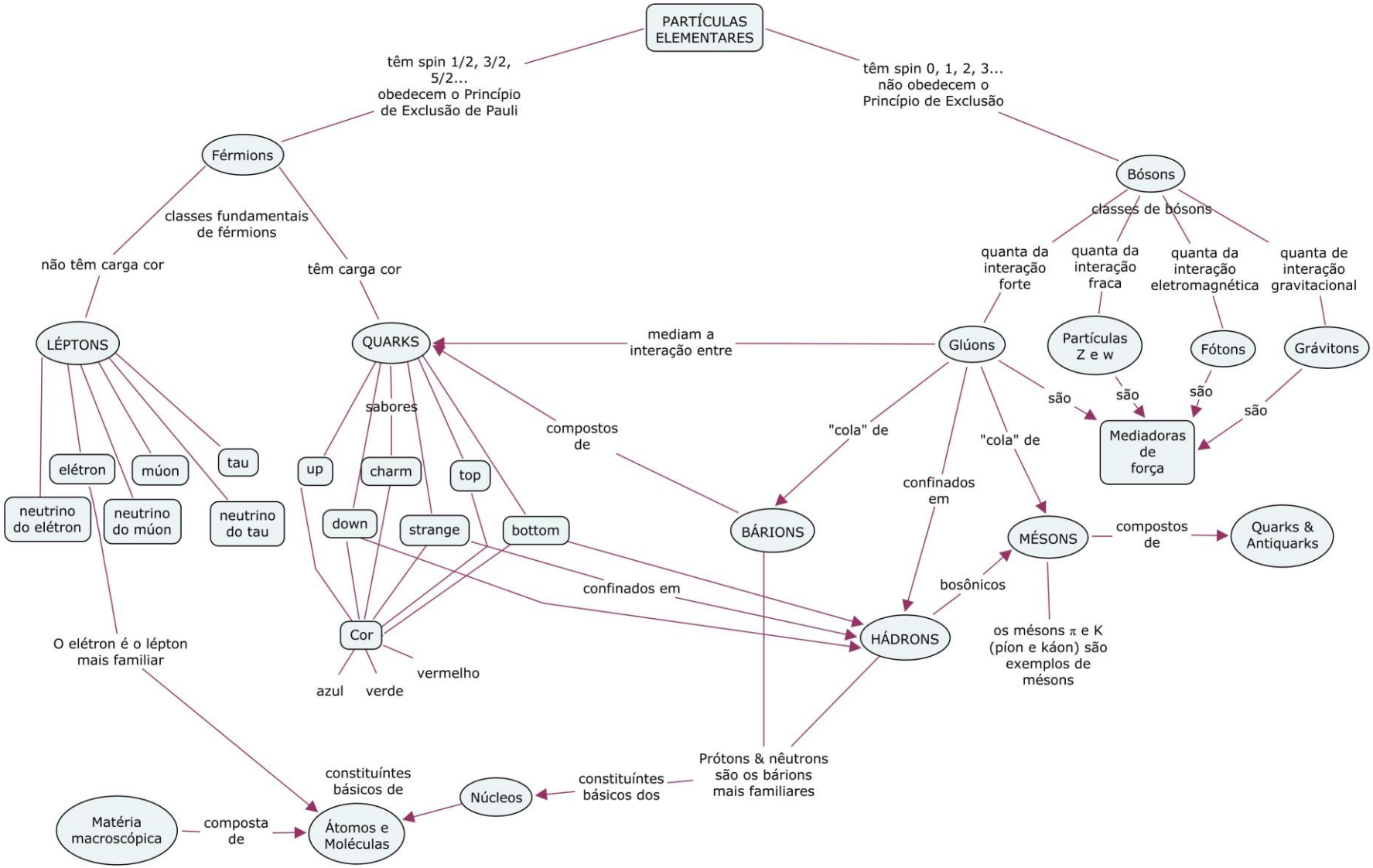


Figura 6 – Um mapa conceitual sobre partículas elementares (Moreira, 2011b, p. 26).

Apêndice*
Como construir um mapa conceitual

1. **Identifique os conceitos-chave** do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Limite entre 6 e 10 o número de conceitos.

2. Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva. Algumas vezes é difícil identificar os conceitos mais gerais, mais inclusivos; nesse caso é útil analisar o contexto no qual os conceitos estão sendo considerados ou ter uma ideia da situação em que tais conceitos devem ser ordenados.

3. Se o mapa se refere, por exemplo, a um parágrafo de um texto, o número de conceitos fica limitado pelo próprio parágrafo. Se o mapa incorpora também o seu conhecimento sobre o assunto, além do contido no texto, conceitos mais específicos podem ser incluídos no mapa.

4. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação.

5. Setas podem ser usadas quando se quer dar um sentido a uma relação. No entanto, o uso de muitas setas acaba por transformar o mapa conceitual em um diagrama de fluxo.

6. Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas.

7. Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa.

8. Geralmente, o primeiro intento de mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais relacionados. Nesse caso, é útil reconstruir o mapa.

9. Talvez neste ponto você já comece a imaginar outras maneiras de fazer o mapa, outros modos de hierarquizar os conceitos. Lembre-se que não há um único modo de traçar um mapa conceitual. À medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que você aprende, seu mapa também muda. **Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz.**

10. Não se preocupe com "começo, meio e fim", **o mapa conceitual é estrutural, não sequencial.** O mapa deve refletir a estrutura conceitual hierárquica do que está mapeado.

11.Compartilhe seu mapa com colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. **O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e "negociar" significados.**

---

* Há aplicativos especialmente desenhados para a construção de mapas conceituais. O mais conhecido deles é o Cmap Tools: http://cmap.ihmc.us

DIAGRAMAS V E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA[1]
(V diagrams and meaningful learning)

Marco Antonio Moreira
Instituto de Física da UFRGS
Caixa Postal 15051 – Campus
91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil
moreira@if.ufrgs.br
http://moreira.if.ufrgs.br

Resumo

A intenção deste trabalho é a de propor o diagrama V como instrumento heurístico potencialmente facilitador de uma aprendizagem significativa, desde uma perspectiva epistemológica, ou seja, de conhecimento como produção humana. Sua estrutura é explicada detalhadamente e são apresentados vários exemplos em ensino e aprendizagem, particularmente em ciências.
Palavras-chave: *diagramas V; aprendizagem significativa; ensino de ciências*.

Abstract

The purpose of this paper is to propose the V diagram as an heuristic instrument pottentially helpful in facilitating meaningful learning from an epistemological perspective, that is, from knowledge as a human production. The structure of this diagram is explained with details and several examples are given of its use in teaching and learning, specially in science.
Keywords: *V diagrams; meaningful learning; science teaching.*

Introdução

Diagrama V é um instrumento heurístico proposto, originalmente, por D.B. Gowin (1981; Gowin e Alvarez, 2005), para a análise do processo de produção de conhecimento (ou seja, análise das partes desse processo e a maneira como se relacionam) ou para "desempacotar" conhecimentos documentados em artigos de pesquisa, livros, ensaios, etc.. Por isso mesmo, é também chamado de Vê epistemológico, Vê do conhecimento, Vê heurístico ou, ainda, Vê de Gowin.

Antes do Vê, Gowin propunha um conjunto de cinco questões para analisar conhecimentos documentados (op. cit., p. 88):

1. Qual(is) a(s) questão(ões)-foco?
2. Quais os conceitos-chave? (Qual a estrutura conceitual?)
3. Qual(is) o(s) método(s) usado(s) para responder a(s) questão(ões)-foco? (Qual a sequência de passos?)
4. Quais as asserções de conhecimento? (Qual o conhecimento produzido?)
5. Quais as asserções de valor? (Qual o valor do conhecimento produzido?)

Tais questões, as chamadas "cinco questões de Gowin", constituem uma maneira mais simples, porém não tão completa, de analisar a produção de conhecimentos. Elas constituíram-se em uma espécie de embrião do Vê. Em princípio, poderiam ter originado

[1] Publicado na *Revista Chilena de Educación Científica*, 2007, vol. 6, N. 2, pp. 3-12. Revisado em 2012.

algum outro tipo de diagrama, mas a forma de V é muito útil porque mostra claramente a produção de conhecimentos como resultante da interação entre dois domínios, um teórico-conceitual e outro metodológico, para responder questões, que são formuladas envolvendo esses dois domínios, a respeito de eventos ou objetos de estudo sobre os quais convergem tais domínios.

O diagrama V

A figura 1 apresenta um diagrama V com todos seus componentes.

O lado esquerdo do Vê se refere ao domínio teórico-conceitual do processo de produção do conhecimento: ali estão os conceitos, propriamente ditos, com os quais podem ser gerados princípios e leis que, por sua vez, podem ser organizados em teorias que têm sistemas de crenças, ou filosofias, subjacentes. Esse lado do Vê corresponde ao "pensar".

Na base do Vê estão objetos a serem estudados ou eventos que acontecem naturalmente ou que se faz acontecer a fim de fazer registros através dos quais os fenômenos de interesse possam ser estudados.

O lado direito do Vê corresponde ao domínio metodológico na produção de conhecimento. A partir dos registros dos eventos chega-se a dados, através de transformações como atribuição de parâmetros, índices, coeficientes; os dados sofrem novas transformações metodológicas, como gráficos, correlações, categorizações, que servem de base para a formulação de asserções de conhecimento, ou seja, o conhecimento produzido em resposta à(s) questão(ões)-foco. Esse lado do Vê é o "fazer". Observe-se, no entanto, que há uma permanente interação entre os dois lados de modo que tudo o que é feito no lado metodológico é guiado por conceitos, princípios, teorias e filosofias do lado teórico-conceitual. Reciprocamente, novas asserções de conhecimento podem levar a novos conceitos, à reformulação de conceitos já existentes ou, ocasionalmente, a novos princípios, teorias e filosofias.

No caso de uma pesquisa qualitativa, muitas vezes, a teoria vai sendo construída ao longo do processo, mas, ainda assim, permanece, dialeticamente, a interação pensar-fazer, ou teoria-metodologia.

As questões-foco – questões básicas ou questões-chave – estão no centro do Vê porque, a rigor, pertencem tanto ao domínio teórico-conceitual como ao metodológico. A *questão-foco* de um estudo é aquela que não somente pergunta alguma coisa mas também diz algo. É a questão que identifica o *fenômeno de interesse* de tal forma que é provável que alguma coisa seja construída, medida ou determinada ao respondê-la. É a pergunta que informa sobre o ponto central de um estudo, de uma pesquisa; ela diz o que, em essência, foi estudado, pesquisado.

Questão-foco não é o mesmo que hipótese. Para Gowin (op.cit., p. 91), hipótese é um enunciado técnico do tipo "se...então", "mudando tal condição então acontecerá isso ou aquilo". Questão-foco é uma questão que organiza e dirige o pensamento que dá sentido ao que está sendo feito. Para ele, a formulação e testagem de hipóteses está vinculada ao conhecimento técnico enquanto a busca de respostas a questões-foco leva à produção de conhecimento.

O DIAGRAMA V

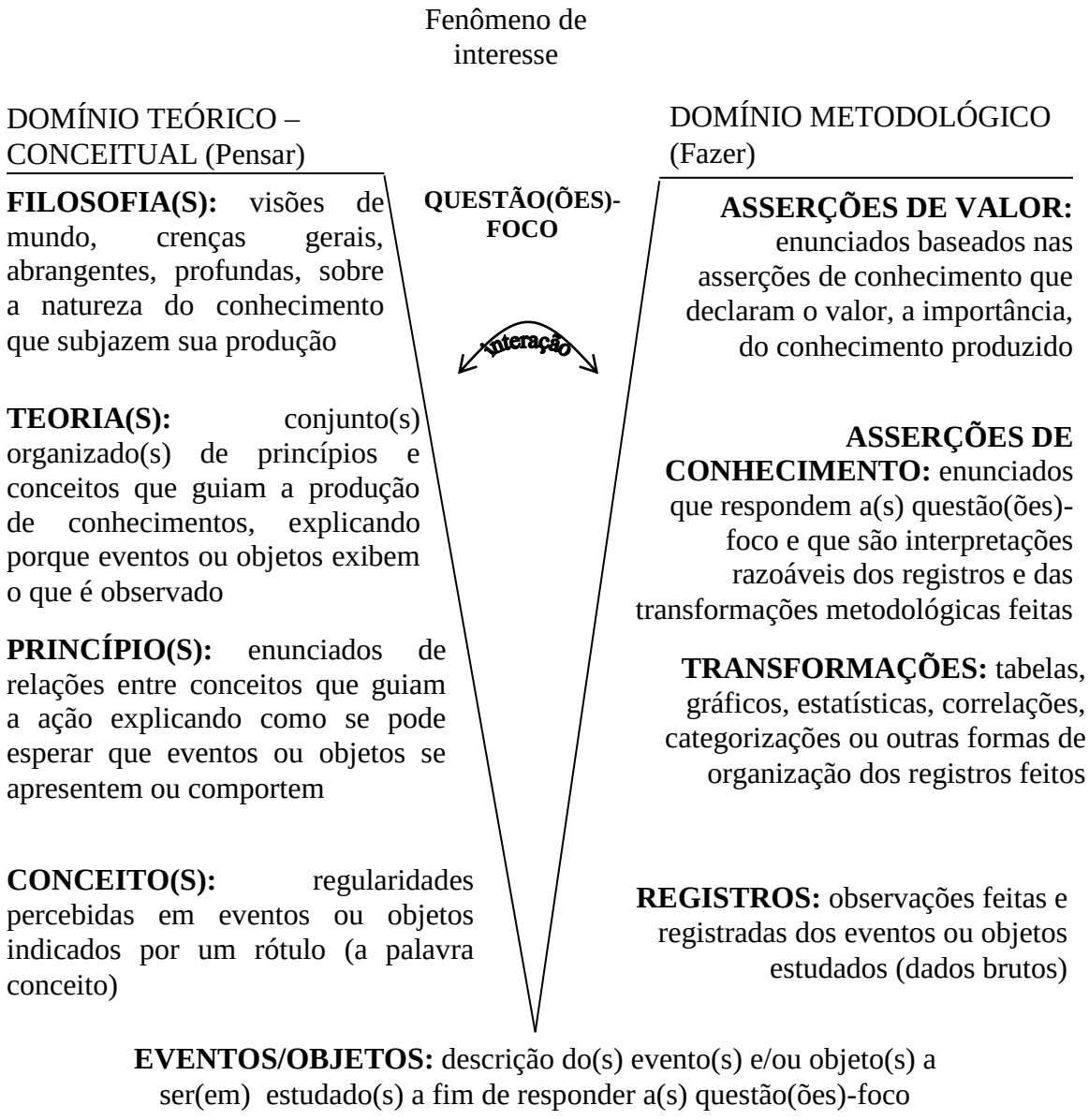


Figura 1. O diagrama V, Vê epistemológico, Vê do conhecimento, Vê heurístico, ou Vê de Gowin e seus componentes.

Exemplos

Nas Figuras 2, 3 e 4 são apresentados três exemplos de diagramas V, em áreas bem distintas para chamar atenção que tais diagramas não são específicos de determinada área de conhecimentos. São apenas exemplos, não exemplares.

Um diagrama V para um experimento de laboratório

DOMÍNIO CONCEITUAL

FILOSOFIA: o conhecimento científico sobre a natureza repousa na observação e na experimentação baseadas em teorias que organizam os fatos e o raciocínio do homem, aprofundado sua compreensão.

TEORIA: a teoria eletromagnética.

LEIS: lei da reflexão; lei da refração.

CONCEITOS BÁSICOS: luz, reflexão, refração

CONCEITOS: ângulo de incidência, ângulo de reflexão, ângulo de refração, índice de refração.

Questões-básicas
Qual é a relação entre o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão?

interações

DOMÍNIO METODOLÓGICO

ASSERÇÕES DE VALOR: o experimento ajuda a clarificar os conceitos, leis e fenômenos nele envolvidos.
As leis da reflexão e da refração têm aplicações úteis em espelhos e lentes.

ASSERÇÕES DE CONHECIMENTO:

1. $\beta' = \beta$ (lei da reflexão)
2. η não depende de β, isto é $\eta(\beta) = \text{sen}\,\beta / \text{sen}\,\delta = \text{constante}$ (lei da refração).

TRANSFORMAÇÕES: médias e desvios padrão de β e δ, e do índice de refração (η). Gráficos $\beta' \times \beta$ e $\eta \times \beta$.

REGISTROS (medidas): valores dos ângulos de reflexão (β') e refração (δ) para cada ângulo de incidência (β) escolhido.

EVENTO: quando a luz incide sobre uma superfície transparente lisa que separa dois meios, parte da luz incidente volta ao meio de origem e parte penetra no segundo meio.

Figura 2 – Estrutura conceitual e metodológica de um experimento de laboratório sobre reflexão e refração da luz (Jamett et al., 1986). Este diagrama V pode ser interpretado como uma análise do currículo do experimento correspondente. Foi feito por um professor para analisar as potencialidades instrucionais do experimento, quer dizer, o que poderia o aluno aprender fazendo-o no laboratório. Uma vez feito o experimento, o aluno construiria o seu diagrama V. O professor, então, poderia comparar o "V pretendido" e o "V obtido". Contudo, o V do professor não deve ser interpretado como o "V certo" ou o gabarito; é apenas o "V esperado"; deve refletir apenas a expectativa do docente.

Um diagrama V para uma pesquisa em ensino

DOMÍNIO CONCEITUAL

FILOSOFIA: é possível estudar cientificamente o processo de cognição.

TEORIAS: a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel; a teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget.

PRINCÍPIOS: o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, determine isso e ensine de acordo (Ausubel); é necessário conhecer os esquemas de assimilação do aluno se o que se deseja é oferecer-lhe uma instrução que possibilite a adaptação (Piaget).

CONCEITOS: entrevista clínica; conceito errôneo; conhecimento prévio, estrutura cognitiva; campo elétrico; potencial elétrico; diferença de potencial elétrico; intensidade da corrente elétrica.

Questão básica:
Depois da instrução, modifica-se o conhecimento prévio que o aluno tem sobre certos conceitos físicos?
Que tipo de modificações, se for o caso?

interações

DOMÍNIO METODOLÓGICO

ASSERÇÕES DE VALOR: o estudo mostrou claramente a importância de levar em consideração o conhecimento prévio do aprendiz ao planejar a instrução.

ASSERÇÕES DE CONHECIMENTO: quando a instrução não toma em consideração o conhecimento prévio do aluno, é pouco provável que leve a modificações significativas em sua estrutura cognitiva.

TRANSFORMAÇÕES: identificação de proposições relevantes que sugerem certos conceitos errôneos, ou ausentes; frequências com que esses conceitos se apresentam.

REGISTROS: gravações de entrevistas clínicas; transcrições das gravações.

EVENTO: estudantes universitários foram entrevistados clinicamente acerca de alguns conceitos de Eletricidade (campo elétrico, potencial elétrico, diferença de potencial, intensidade de corrente) antes de receber instrução (Método Keller, programação linear uniforme, livro de texto Halliday & Resnick) e depois de tê-la recebido.

Figura 3 – Vê de uma pesquisa em ensino (Domínguez, María E., 1985; Moreira, Marco A., 1990). Este diagrama V corresponde ao trabalho de dissertação da autora. Tal diagrama pode ser feito, por exemplo, para um artigo de pesquisa, para uma dissertação ou para uma tese. É um instrumento para explicitar a estrutura do processo de produção do conhecimento.

Um diagrama V para uma poesia

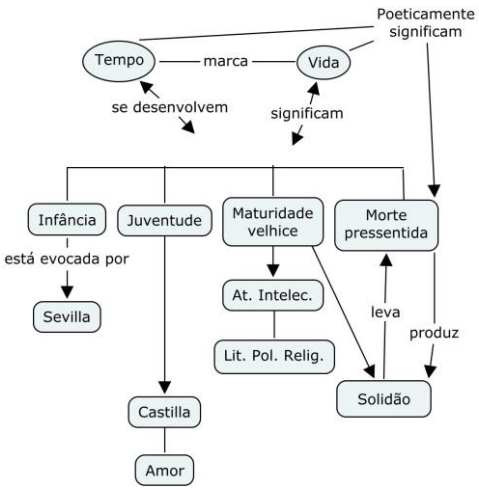
PENSAR

FILOSOFIA: vitalista, bergsoniana (passagem do tempo)

TEORIA: modernismo

PRINCÍPIOS: o tempo rege a existência.
A passagem do tempo é aceitável se se vive de acordo com as próprias idéias.

CONCEITOS (mapa conceitual):



Questão-básica:
O que nos transmite Antonio Machado no Poema "Retrato"?

interações

FAZER

ASSERÇÕES DE VALOR: se considera não doutrinário e sim crítico das doutrinas e seguidor e defensor de sua própria, desprendido, livre-pensador...

ASSERÇÕES DE CONHECIMENTO: a história temporal de sua vida, infância e juventude, maturidade, velhice e morte. Seus pensamentos, desejos, sentimentos.

TRANSFORMAÇÕES: conotação – emoção. Metáforas, símbolos, epítetos, campos semânticos.

DADOS: denotação. Seleção e colocação: adjetivo antes ou posposto, combinação métrica, uso da primeira pessoa, tempos verbais, artigo ou não.

REGISTROS: palavras como material primário.

EVENTO: o próprio poema

Figura 4 - Um diagrama V para o poema "Retrato", de Antonio Machado, elaborado como tarefa de avaliação em um curso sobre aprendizagem significativa e estratégias facilitadoras. Este diagrama foi construído por duas professoras de língua e literatura espanhola (Rosa Bello Medina e Carmen Delgado Sosa, Tenerife, 1996) na condição de alunas do curso. Observe-se que na parte de conceitos do V foi feito um mapa conceitual. Note-se também que este V ilustra muito bem o fato de que tal instrumento não é aplicável somente às ciências, como se poderia pensar.

Diagramas V e aprendizagem significativa

Em primeiro lugar, como instrumento de ensino o Vê epistemológico é extremamente útil por transmitir ao aluno a noção de que o conhecimento humano é *produzido*, *construído*, no interagir do pensar e do fazer, na busca de respostas a questões-foco sobre os mais diversos fenômenos de interesse. Essa visão epistemológica é importante no ensino, pois todo episódio de ensino envolve compartilhar significados sobre algum conhecimento e esse conhecimento é uma construção humana. O aluno, frequentemente, não percebe isso.

O Vê pode, então, ser usado para analisar criticamente artigos de pesquisa, ensaios, produções literárias, enfim, qualquer forma de conhecimento documentado, mas seu uso implica uma postura construtivista e, em muitos casos, uma reformulação de crenças epistemológicas.

O diagrama V é também muito útil no ensino de laboratório (Figura 2): por um lado, o professor pode fazer um desses diagramas para um experimento que o aluno irá realizar, a fim de analisar o potencial do experimento para a aprendizagem do aluno e este, por outro lado, ao final do experimento, ao invés de um relatório poderá construir um Vê. O diagrama V do professor se constitui em uma análise do currículo (objetivos pretendidos de aprendizagem) e o do aluno em instrumento de avaliação.

É também um instrumento adequado para resumir uma tese ou uma dissertação (Figura 3). Enfim, trata-se de um dispositivo heurístico que pode ser aplicado a qualquer instância de ensino, aprendizagem e avaliação que envolva produção e documentação de conhecimentos. Inclusive, um poema (Figura 4) ou qualquer outra forma de criação de conhecimento. Pode ser feito por professores (Figura 2) ou alunos (Figura 5). Contudo, o Vê não deve ser encarado como uma espécie de formulário a ser preenchido por alunos ou professores. O importante é a questão epistemológica subjacente a ele. Interpretá-lo como formulário é uma completa distorção e um grande desperdício de sua potencialidade instrucional e curricular.

Mas qual a relação entre esse instrumento e a aprendizagem significativa?

Vejamos!

Aprendizagem significativa é aquela em que os novos conhecimentos adquirem significado por interação com conhecimentos prévios especificamente relevantes, os chamados subsunçores. Essa interação é não-arbitrária e não-literal. Quer dizer, a internalização não é ao pé-da-letra, o aprendiz atribui também significados idiossincráticos aos novos conhecimentos.

O professor, como mediador, deve "negociar significados" a fim de que em um episódio de ensino o aluno venha a compartilhar os significados já aceitos no contexto da matéria de ensino.

As condições para a aprendizagem significativa são que o material seja potencialmente significativo e que o aprendiz manifeste uma predisposição para aprender. Potencialmente significativo quer dizer que o material tem significado lógico e que o sujeito tem os subsunçores adequados em sua estrutura cognitiva. Disposição para

aprender significa que o sujeito deve apresentar uma intencionalidade de relacionar o novo conhecimento com seus conhecimentos prévios.

Se estas condições estiverem perfeitamente satisfeitas, se o professor exercer bem o seu papel de mediador, se a aprendizagem significativa, de fato, ocorrer qual a importância dos diagramas V nesse processo?

Acontece que não basta o aluno aprender significativamente os conceitos, as definições, as metáforas de um certo corpo de conhecimento. É preciso também aprender que tudo isso é construção humana, é invenção do homem. Ou seja, o conhecimento humano é construído.

Precisamente aí entra o diagrama V e por isso mesmo é também conhecido como Vê epistemológico: é um instrumento heurístico para ajudar a desvelar o processo de produção de conhecimento. Como foi dito bem no início deste trabalho, o conhecimento humano geralmente está "empacotado" em artigos, livros, ensaios, teses, dissertações e outras formas de documentá-lo. Ao utilizar o diagrama V, o aprendiz deverá identificar os conceitos, as teorias, os registros, as metodologias, utilizados na produção de um determinado conhecimento. Com isso, provavelmente perceberá que tal conhecimento foi produzido como resposta a uma determinada pergunta. Poderá também perceber que nas perguntas está a fonte do conhecimento humano e que se as perguntas forem diferentes o conhecimento também o será. Poderá igualmente se dar conta de que se os conceitos, as teorias, os registros, as metodologias forem distintos serão outras as respostas (ou seja, o conhecimento) às perguntas-foco.

Naturalmente, para que isso aconteça o diagrama V deverá ser "negociado", discutido, reconstruído. Nesse processo, a interação social e o papel mediador do professor são fundamentais.

Conclusão

A finalidade deste trabalho foi a de apresentar o diagrama V como um instrumento heurístico, de cunho epistemológico, potencialmente facilitador de uma aprendizagem significativa em ciências. Aprender ciências não é apenas dar significado aos conceitos e modelos científicos[2] e usá-los na resolução de problemas. É também aprender que esses conceitos e modelos são construídos, isto é, inventados pelo homem. Nesse sentido, o diagrama V pode ser um recurso instrucional muito útil.

Nas figuras 5 e 6 são dados mais dois exemplos de diagramas V, para ilustrar a construção de tais diagramas.

Bibliografia

Domínguez, M.E. (1985). *A entrevista clínica como instrumento de avaliação da aprendizagem de conceitos físicos em eletricidade*. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

[2] Modelos não aparecem no diagrama V, mas poderiam ser inseridos no domínio teórico-conceitual entre princípios e teorias.

Gowin, D.B. (1981). *Educating.* Ithaca, NY: Cornell University Press.

Gowin, D.B.; Alvarez, M. (2005).*The art of educating with V diagrams.* New York: Cambridge University Press.

Jamett, C.H.D.; Buchweitz, B.; Moreira, M.A. (1986). Laboratório de Física: uma análise do currículo. *Ciência e Cultura, 38*(12): 1995-2003.

Moreira, M.A. (1990). *Pesquisa em ensino: o Vê epistemológico de Gowin.* São Paulo: Editora Pedagógica Universitária.

Moreira, M.A. (2006). *Mapas conceituais e diagramas V.* Porto Alegre: Ed. do Autor.

Moreira, M.A. (2011). *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.*São Paulo: Editora Livraria da Física.

Moreira, M.A.; Massoni, N.T. (2011). *Epistemologias do século XX.* São Paulo: E.P.U.

Questões-foco:

O que é a membrana plasmática?
Qual sua estrutura?
Quais funções biológicas desempenha?

interação

Filosofia: o desenvolvimento da microbiologia está limitado pela tecnologia em termos de microscopia.

Teorias: desde o modelo de Langmuir (1917) – monocapa de fosfolipídios – até o de Singer e Nicholson (1972) do mosáico fluido.

Princípios:

- Os transportes de difusão passiva simples, difusão facilitada, endocitose e exocitose justificam a permeabilidade da membrana plasmática e as características que lhe porporcionam os lipídios.
- O transporte de moléculas e íons através da membrana pode ser passivo (espontâneo) ou ativo (requer energia).

Conceitos: lipídio, proteína, célula, transporte, microscopia, permeabilidade,...

Asserção de valor: a membrana é uma estrutura fundamental que pode explicar grande parte das patologias da célula.

Asserções de conhecimento:

- É uma lâmina delgada de 75 Å de espessura que envolve completamente a célula e a separa do meio externo.
- Segundo o modelo atual, está composta de um mosáico fluido de proteínas que flutuam como icebergs em um mar de fosfolipídios.
- Funções: permeabilidade seletiva; receber e transmitir sinais; controlar o desenvolvimento e a divisão celular; delimitar compartimentos dentro da célula; produzir, modular e conservar gradientes eletroquímicos entre meios.

Transformações: o comportamento anfipático dos lipídios da membrana confere a ela a capacidade de autoensamblagem, autoselagem, fluidez e impermeabilidade (a substâncias polares)

Registros: permeabilidade a substâncias lipófilas; a permeabilidade a substâncias não dissociáveis depende da solubilidade em lipídios; comportamento anfótero; ruptura da membrana, consegue-se com enzimas digestivas de lipídios ou proteínas; composição geral: lipídios (glicerofosfolipídios, glucolipídios) e proteínas de tipos distintos.

Evento/objeto: estudo microscópico da membrana plasmática.

Figura 5. Diagrama V elaborado por um grupo de estudantes de COU (17/18 anos) relativo ao estudo da membrana plasmática, na disciplina de Biologia. (Curso 1995/96, La Laguna, Tenerife; cedido pela Profa. Maria Luz Rodríguez Palmero). Nota-se neste diagrama que os alunos se confundiram na parte de registros, dados e transformações. Os registros devem ser sobre os eventos ou objetos em estudo; transformações iniciais geram dados e novas transformações podem levar a asserções de conhecimento, mas isso não está claro no diagrama.

Um diagrama V feito por alunos de Biologia

Domínio Conceitual **Domínio Metodológico**

Um diagrama V para a epistemologia de Laudan

Domínio conceitual | **Questões-básicas** | **Domínio epistemológico**

Filosofia: por trás das teorias há visões mais fundamentais sobre o mundo, sistemas de crenças, que constituem tradições de pesquisa.

Qual o objetivo da ciência?

Como progride o conhecimento científico?

Asserção de valor: a epistemologia de Laudan é mais objetiva, mais pragmática, com significados mais fáceis de captar.

Teorias: são tentativas de resolver problemas empíricos específicos acerca do mundo natural, de resolver a ambiguidade, de mostrar que o que ocorre é de certo modo inteligível e previsível.

interação

Asserções de conhecimento: O objetivo da ciência é o de obter teorias com elevada efetividade na resolução de problemas. O conhecimento científico progride através de teorias (respostas) para problemas empíricos (perguntas sobre o mundo físico) ou conceituais (perguntas características das das próprias teorias). A ciência progride somente se teorias sucessivas resolvem mais problemas que suas predecessoras. As disciplinas chamadas "ciências" são simplesmente mais progressivas que as "não-ciências".

Princípios:

- Teorias não são rechaçadas simplesmente porque apresentam anomalias.
- Teorias não são aceitas simplesmente porque são confirmadas empiricamente.
- A coexistência de teorias rivais é a regra, não a exceção.
- A troca de teorias é não-cumulativa; teorias anteriores não estão contidas nas posteriores.

Metodologia: análise histórica e filosófica da produção do conhecimento científico e análise crítica das epistemologias de Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend.

Conceitos-chave: problema empírico, problema conceitual, tradição de pesquisa, teoria, problema anômalo (anomalia), problema potencial, problema resolvido.

Registros: conhecimentos científicos produzidos pelo homem, ao longo do tempo, em contextos sócio-culturais; visões epistemológicas de outros filósofos da ciência.

Objeto de estudo: a produção do conhecimento científico.

Figura 6. Um diagrama V para a epistemologia de Laudan.

UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS[1]
(Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU)

Marco Antonio Moreira
Instituto de Física – UFRGS
Caixa Postal 15051 – Campus
91501-970 – Porto Alegre, RS
moreira@if.ufrgs.br
http://moreira.if.ufrgs.br

Resumo

É proposta a construção de uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa. Partindo das premissas de que não há ensino sem aprendizagem, de que o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim, essa sequência é proposta como sendo uma *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa* (UEPS). São sugeridos passos para sua construção, são dados exemplos e é apresentado um glossário dos termos técnicos utilizados.
Palavras-chave: unidade de ensino, aprendizagem significativa, ensino potencialmente significativo.

Abstract

The construction of a didactic sequence is proposed based on learning theories, specially the meaningful learning one. Assuming that there is no teaching without learning, that teaching is a means and learning is the goal, such a sequence is proposed as a *Potentially Meaningful Teaching Unit* (PMTU). Steps for its construction are suggested, examples are given, and a glossary of the technical terms involved is provided.
Keywords: teaching unit, meaningful learning, potentially meaningful teaching.

Introdução

Na escola, seja ela fundamental, média ou superior, os professores[2] apresentam aos alunos conhecimentos que eles supostamente devem saber. Os alunos copiam tais conhecimentos como se fossem informações a serem memorizadas, reproduzidas nas avaliações e esquecidas logo após. Esta é a forma clássica de ensinar e aprender, baseada na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do aluno.

As teorias de aprendizagem sugerem outras abordagens. Os resultados da pesquisa básica em ensino também, mas nem umas nem outros chegam às salas de aula. Não se trata aqui de culpar psicólogos educacionais, educadores, pesquisadores, professores e alunos, mas o fato é que o modelo da narrativa é aceito por todos – alunos, professores, pais, a sociedade em geral – como "o modelo" e a aprendizagem mecânica como "a aprendizagem". Na prática, uma grande perda de tempo.

---

[1] Publicado em espanhol no periódico *Aprendizagem Significativa em Revista*, 2011, vol. 1, n. 2, pp. 43-63.
[2] Professores e alunos serão usados ao longo deste texto como termos gerais, referindo-se à docência e à discência sem nenhuma alusão a gênero.

Com a intenção de contribuir para modificar, pelo menos em parte, essa situação, propõe-se neste trabalho a construção de *Unidades de Ensino Potencialmente* Significativas. São sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.

Construção da UEPS

Objetivo: desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental.

Filosofia*:* só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos.

Marco teórico*:* a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968, 2000), em visões clássicas e contemporâneas (Moreira, 2000, 2005, 2006; Moreira e Masini, 1982, 2006; Masini e Moreira, 2008; Valadares e Moreira, 2009), as teorias de educação de Joseph D. Novak (1977) e de D.B. Gowin (1981), a teoria interacionista social de Lev Vygotsky (1987), a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (1990; Moreira, 2004), a teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a teoria da aprendizagem significativa crítica de M.A. Moreira (2005).

Princípios*:*

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud)
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;

- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo, ou seja, na medida em que for também mediador da aprendizagem;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

Aspectos sequenciais *(passos)*:

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;

2. criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;

3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio-visual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Aspectos transversais:

- em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados;

- como tarefa de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, pode-se pedir aos alunos que proponham, eles mesmos, situações-problema relativas ao tópico em questão;

- embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais.

Diagramas: a fim de abordar de outra maneira a estrutura de uma UEPS e também para ilustrar diagramas que podem ser úteis nas atividades colaborativas nela propostas, são apresentados, a seguir, dois tipos de diagramas.

Diagrama V

A Figura 1 mostra um diagrama V (Gowin, 1981) para esquematizar o processo de construção de uma *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*.

Mapa conceitual

Na Figura 2 é apresentado um mapa conceitual para diagramar de outro modo a construção de uma *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*.

Domínio Conceitual

Filosofia: só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino devem ser potencialmente significativos.

Teorias: da aprendizagem significativa de Ausubel; de educação de Novak e Gowin; do interacionismo social de Vygotsky; dos campos conceituais de Vergnaud; dos modelos mentais de Johnson-Laird; da aprendizagem significativa crítica de Moreira.

Princípios:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem;
- a aprendizagem significativa depende da intencionalidade do aprendiz;
- os materiais e as estratégias de ensino devem ser potencialmente significativos;
- são as situações que dão sentido aos conceitos;
- a primeira ação cognitiva para resolver uma situação-problema é a construção de um modelo mental na memória de trabalho;
- o professor é o organizador do ensino, provedor de situações potencialmente significativas e mediador da captação de significados;
- a avaliação deve buscar evidências de aprendizagem significativa; esta é progressiva;
- um episódio educativo envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos dentro de um contexto;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica.

Conceitos: aprendizagem significativa; aprendizagem mecânica; situações-problema; modelos mentais; negociação de significados; captação de significados; diferenciação progressiva; reconciliação integrativa; consolidação; mediação; progressividade; complexidade; organizadores prévios; aprendizagem significativa crítica.

Fenômeno de interesse: ensino e aprendizagem

Pergunta-foco: como construir unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental?

Domínio Metodológico

Asserções de valor: o maior valor da UEPS reside no fato de que é uma sequência didática teoricamente fundamentada e, por isso, com maior potencial de êxito na facilitação da aprendizagem significativa.

Asserções de conhecimento: levando em conta o conhecimento prévio do aluno, os organizadores prévios, a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação; propondo atividades colaborativas em torno de situações-problema; mediando a negociação e a captação de significados; provendo situações-problema e mediando sua resolução pelo aluno; buscando evidências de aprendizagem significativa dentro de uma perspectiva de progressividade e complexidade; desestimulando a aprendizagem mecânica.

Transformações: organização e implementação da UEPS, a partir de uma filosofia educacional, de teorias e princípios de aprendizagem significativa.

Registros: conhecimentos curriculares específicos a serem trabalhados em situação formal de ensino ; conhecimentos prévios dos alunos; materiais instrucionais; estratégias de ensino diversificadas; produções dos alunos.

Evento: construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Figura 1: Um diagrama V esquematizando o processo de construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

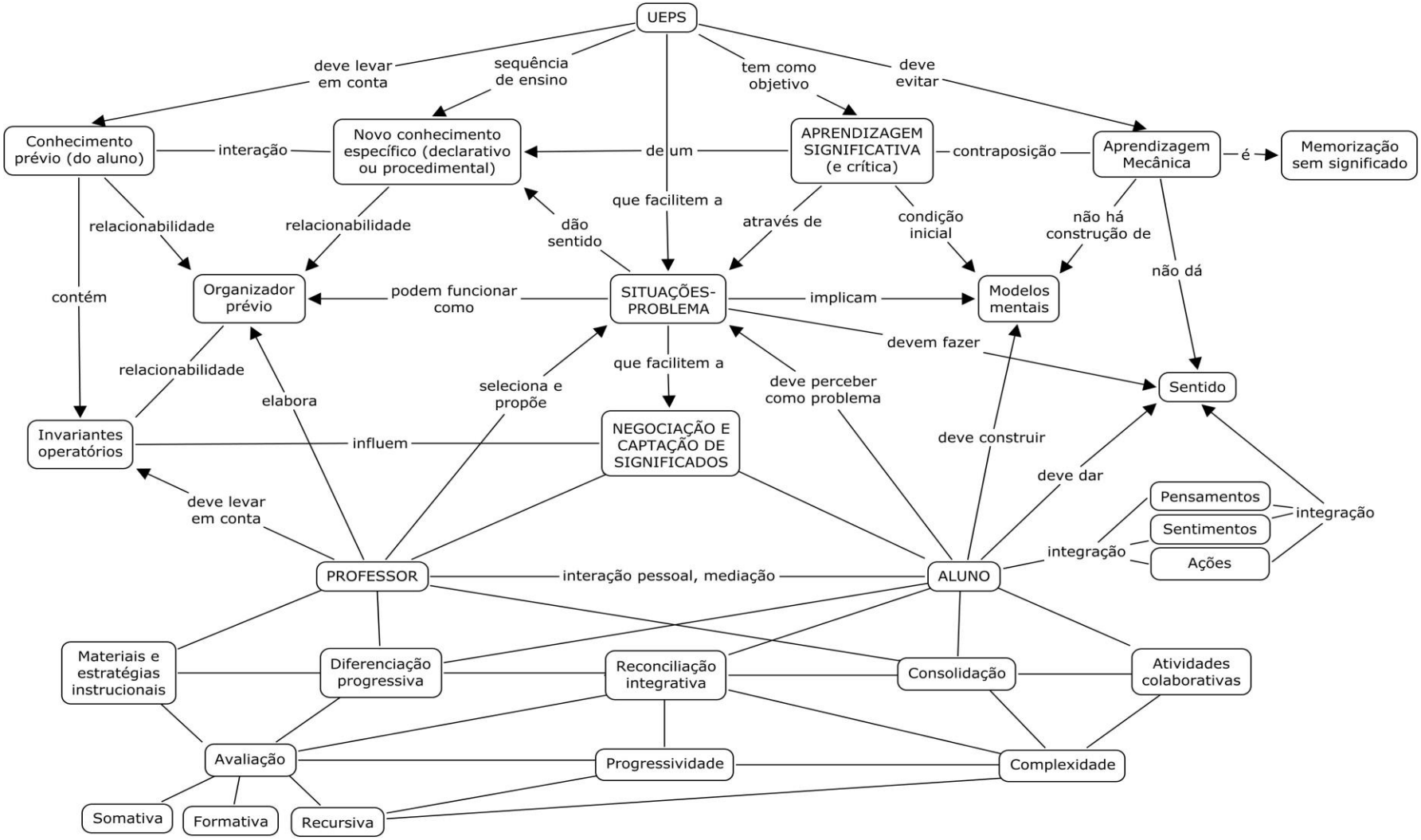


Figura 2 – Um mapa conceitual para a construção de uma UEPS. Neste mapa não foram colocados conectivos na parte inferior para que não ficasse muito denso. As flechas são usadas apenas quando se quer dar um sentido à leitura. É importante não confundir mapa conceitual com diagrama de fluxo. O mapa é estrutural, não sequencial.

Glossário

Aprendizagem significativa: aprendizagem com significado, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações; resulta da interação cognitiva não-arbitrária e não-literal entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos; depende fundamentalmente de conhecimentos prévios que permitam ao aprendiz captar significados (em uma perspectiva interacionista, dialética, progressiva) dos novos conhecimentos e, também, de sua intencionalidade para essa captação.

Aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. É através dessa aprendizagem que o indivíduo poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dela que poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela. Por meio dela poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não- dicotomização das diferenças. (Moreira, 2005).

Aprendizagem mecânica: é a memorização, sem significado, de informações a serem reproduzidas a curto prazo; aprender mecanicamente é simplesmente decorar. Do ponto de vista cognitivo, as informações são internalizadas praticamente sem interação com conhecimentos prévios. No cotidiano escolar, é a "decoreba".

Atividade colaborativa: resolução de tarefas (problemas, mapas conceituais, construção de um modelo, realização de uma experiência de laboratório, etc.) em pequenos grupos (dois a quatro participantes), com participação de todos integrantes e apresentação, ao grande grupo, do resultado, do produto, obtido; esse resultado deve ser alcançado como um consenso do pequeno grupo a ser apreciado criticamente pelo grande grupo.

Avaliação formativa: é aquela que avalia o progresso do aluno ao longo de uma fase de sua aprendizagem; a que contribui para a regulação da aprendizagem, em andamento, no progressivo domínio de um campo conceitual; é uma avaliação contínua e ocupada com os significados apresentados e em processo de captação pelo aluno.

Avaliação somativa: é aquela que busca avaliar o alcance de determinados objetivos de aprendizagem ao final de uma fase de aprendizagem; é usualmente baseada em provas de final de unidade, em exames finais.

Captação de significados: os conhecimentos (conceitos, proposições, construtos, ...) de uma determinada matéria de ensino têm significados que são aceitos no contexto dessa matéria, que são compartilhados por uma comunidade de usuários; para aprender significativamente essa matéria, o aluno tem que, primeiramente, captar esses significados para, então, decidir se quer incorporá-los a sua estrutura cognitiva de maneira substantiva e não-arbitrária; para Gowin(1981), a captação de significados é anterior, e condição, à aprendizagem significativa.

Conhecimento declarativo: é o conhecimento que pode ser verbalizado, declarado de alguma maneira, refere-se ao conhecimento sobre objetos e eventos; é representado mentalmente por proposições e imagens mentais.

Conhecimento prévio: conceitos subsunçores, representações, esquemas, modelos, construtos pessoais, concepções alternativas, invariantes operatórios, enfim, cognições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Conhecimento procedimental: é aquele que consiste de habilidades cognitivas envolvidas no saber fazer algo; é o conhecimento sobre como executar ações; estaria representado mentalmente por meio de produções, ou seja, regras sobre condições e ações.

Consolidação: é um dos princípios programáticos ausubelianos da matéria de ensino (juntamente com a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa e a organização sequencial) segundo o qual é preciso insistir no domínio ou mestria do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, buscando assegurar contínua prontidão na matéria de ensino e sucesso na aprendizagem sequencialmente organizada. Contudo, este princípio deve ser compatibilizado com a progressividade da aprendizagem significativa e com a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Diagrama V: é um instrumento heurístico, criado por D.B. Gowin (1981), para facilitar a compreensão do processo de construção do conhecimento; por isso mesmo, é também chamado de Vê epistemológico. No centro do V está a questão-chave, a pergunta básica de um processo de produção de conhecimento; no lado esquerdo está o domínio conceitual (conceitos, princípios, teorias, filosofias) e no direito o domínio metodológico (registros, dados, transformações metodológicas, respostas tentativas à questão-básica). Em termos simples, pode-se dizer que o lado esquerdo do V corresponde ao pensar e o lado direito ao fazer; a produção de conhecimentos resulta da interação entre um domínio conceitual (pensar) e um domínio metodológico (fazer). Na ponta do Vê está o evento ou o objeto de estudo do qual são feitos registros que transformados metodologicamente geram asserções de conhecimento (respostas) sobre as quais são feitas asserções de valor.

Diferenciação progressiva: como princípio programático da matéria de ensino, significa que ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início do ensino e, progressivamente, diferenciados, ao longo do processo, em termos de detalhes e especificidades. Do ponto de vista cognitivo, é o que ocorre com determinado subsunçor à medida que serve de ancoradouro para novos conhecimentos em um processo interativo e dialético.

Invariantes operatórios: são conhecimentos contidos nos esquemas. Esquema é a organização da conduta para uma certa classe de situações. Há dois tipos de invariantes operacionais que são componentes essenciais dos esquemas: teoremas-em-ação e conceitos-em-ação. Teorema-em-ação é uma proposição tida como verdadeira sobre o real. Conceito-em-ação é um predicado, uma categoria de pensamento tida como pertinente, relevante, a uma dada situação. (Vergnaud, 1990).

Mapa conceitual: é um diagrama hierárquico de conceitos e relações entre conceitos; hierárquico significa que nesse diagrama, de alguma forma, se percebe que alguns conceitos são mais relevantes, mais abrangentes, mais estruturantes, do que outros; essa hierarquia não é necessariamente vertical, de cima para baixo, embora seja muito usada. No mapa conceitual as relações entre os conceitos são indicadas por linhas que os unem; sobre essas linhas colocam-se palavras que ajudam a explicitar a natureza da relação; essas palavras, que muitas vezes são verbos, são chamadas de conectores, conectivos, palavras de enlace. A ideia é que os dois conceitos mais o conectivo formem uma proposição em linguagem sintética. O mapa conceitual procura refletir a estrutura conceitual do conteúdo que está sendo diagramado. É importante não confundi-lo com diagrama de fluxo, quadro sinótico, mapa mental e outros tipos de diagramas.

Mapa mental: é uma função natural da mente humana – é o pensamento "irradiado" livremente a partir de uma imagem central, ou de uma palavra-chave, como se fossem ramificações (*branches*); tópicos menos importantes também são representados como ramificações ligadas a outras de mais alto nível; as ramificações formam uma estrutura nodal conectada (Buzan e Buzan, 1994; Ontoria et al., 2004). No mapa mental as associações são completamente livres, enquanto que no mapa conceitual são aquelas aceitas no contexto da matéria de ensino.

Material potencialmente significativo: o significado está nas pessoas, não nas coisas. Então, não há, por exemplo, livro significativo ou aula significativa; no entanto, livros, aulas, materiais instrucionais de um modo geral, podem ser potencialmente significativos e para isso devem ter significado lógico (ter estrutura, organização, exemplos, linguagem adequada, enfim, serem aprendíveis) e os sujeitos devem ter conhecimentos prévios adequados para dar significado aos conhecimentos veiculados por esses materiais.

Memória de trabalho: é o sistema cognitivo que permite ao indivíduo manter ativa uma quantidade de informação limitada (7 ± 2 itens) por um curto período de tempo. Antes, no início da revolução cognitiva dos anos 50, era chamada de *memória de curto prazo*. Hoje assume-se que sua principal função é armazenar temporariamente resultados de computações mentais intermediárias quando resolvendo problemas. (Wilson e Keil, 2001).

Modelo mental: é um análogo estrutural de um estado de coisas do mundo que o sujeito constrói em sua memória de trabalho. Frente a uma nova situação, os esquemas de assimilação do sujeito não funcionam; então, para dar conta dela, constrói mentalmente um modelo funcional, recursivo, dessa situação, com uma estrutura análoga a ela. Faz, então, inferências e, dependendo da eficácia dessas inferências, modifica o modelo recursivamente, podendo, inclusive descartá-lo. Dependendo do sucessivo encontro com situações da mesma classe, o modelo mental pode estabilizar-se ou evoluir para esquema de assimilação.

Negociação de significados: na verdade não é bem uma negociação; é mais uma troca, uma externalização de significados: o professor que já domina os significados aceitos no contexto da matéria de ensino os apresenta ao aluno. Este deve externalizar ao professor como está captando esses significados. Caso essa captação não corresponda aos significados contextualmente aceitos na matéria de ensino, o professor deve apresentá-los outra vez, de outra forma, e o aluno deve externalizá-los novamente. Isso pode ocorrer várias vezes até que o aprendiz venha a compartilhar os significados aceitos no contexto da matéria de ensino. É isso que se entende por negociação de significados. Pode ser um longo processo em que o professor media a captação de significados por parte do estudante.

Organizador prévio: material instrucional introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, em si, em nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade; segundo Ausubel (1968, 2000), sua principal função é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber a fim de que o novo conhecimento pudesse ser aprendido significativamente. Na prática, organizadores prévios funcionam melhor quando explicitam a *relacionabilidade* entre novos conhecimentos e aqueles existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Muitas vezes o aprendiz tem o conhecimento prévio mas não percebe que está relacionado com aquele que lhe está sendo apresentado.

Reconciliação integrativa: do ponto de vista instrucional, é um princípio programático da matéria de ensino segundo o qual o ensino deve explorar relações entre ideias, conceitos, proposições e apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. Em termos cognitivos, no curso de novas aprendizagens, conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva podem ser reconhecidos como relacionados, reorganizarem-se e adquirir novos significados. Esta recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é a reconciliação integrativa na óptica da organização cognitiva.

Recursividade: é a possibilidade de refazer as tarefas de aprendizagem; é o aproveitamento do erro como recurso de aprendizagem. Modelos mentais, por exemplo, são recursivos. Frente a uma situação nova, o sujeito constrói um modelo mental de trabalho para dar conta dessa situação. Se o modelo não funciona, ele ou ela o vai modificando recursivamente até que lhe satisfaça. Mapas conceituais, por exemplo, podem ser feitos recursivamente: o estudante faz seu primeiro mapa e o apresenta ao docente ou aos colegas. Em função de comentários, sugestões, críticas, o mapa pode ser refeito e reapresentado e, assim, sucessivamente.

Sentido: segundo Vygotsky (1987), sentido é a soma dos eventos psicológicos que a palavra, ou a situação, evoca na consciência; é um todo fluido e dinâmico, com zonas de estabilidade variável, das quais a mais estável e precisa é o significado. Significado é uma construção social, de origem convencional, relativamente estável, mas mutável e contextual. Sentido é pessoal, significado é social.

Situação-problema: significa tarefa, não necessariamente problema de fim de capítulo; pode ser a explicação de um fenômeno, de uma aparente contradição, a construção de um diagrama, as possibilidades são muitas, mas, independente de qual for a tarefa, é essencial que o aprendiz a perceba como um problema. Por exemplo, não adianta propor um "problema" que o aluno perceba apenas como um exercício de aplicação de fórmula. Situações-problema e conceitualização guardam entre si uma relação dialética: são as situações que dão sentido aos conceitos, mas à medida que o sujeito vai construindo conceitos mais capaz ele fica de dar conta de novas situações, cada vez mais complexas. No ensino, as situações devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade, mas é importante um certo domínio de um determinado nível de complexidade antes de passar ao próximo. Em tudo isso está implícito o conceito de campo conceitual proposto por Vergnaud (1990) como um campo de situações-problema, cujo domínio é progressivo, lento, com rupturas e continuidades.

Subsunçor: corresponde, em português, ao que Ausubel chamava de *subsumer*, ou seja, um conhecimento prévio capaz de subsumir um novo conhecimento; subsumir significa "tomar", "acolher", "aceitar". Subsunção é a operação de subsumir. Observe-se que na aprendizagem significativa a subsunção é um processo interativo, i.e., tanto o subsunçor como o subsumido se modificam em termos de significado.

Referências

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 Publishers. 212p.

Buzan, T. and Buzan, B. (1994). *The mind map book*. New York, NY: Dutton Books. 320p.

Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 210p.

Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 513p.

Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes. 112p.

Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.* São Paulo: Centauro Editora. 2ª ed. l11p.

Moreira, M. A. (2002). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor. 100p.

Moreira, M. A. (2004). (Org.) *A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nessa área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 107p.

Moreira, M.A. (2005). *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 45p.

Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula*. Brasília: Editora da UnB. 185p.

Masini, E.A.F. e Moreira, M.A. (2008). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam ao comprometimento*. São Paulo: Vetor Editora. 295p.

Novak, J. D. (1977). *A theory of education.* Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 295p.

Novak, J.D. (1980). *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira. Tradução de M.A. Moreira do original *A theory of education*.

Ontoria, A., De Luque, A. e Gómez, J.P.R. (2004). *Aprender com mapas mentais*. São Paulo: Madras. 168p.

Valadares, J.A. e Moreira, M.A. (2009). *Aprendizagem significativa: sua fundamentação e implementação*. Coimbra: Edições Almedina. 132p.

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

Vygotsky, L. (1987). *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes. 1ª Ed. Brasileira. 135p.

Wilson, R. A and Keil, F. C. (2001). *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge, MA: The MIT Press. 964p.

ANEXOS: Exemplos de UEPS

ANEXO1

PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINAR O MODELO PADRÃO DA FÍSICA DE PARTÍCULAS

M.A.Moreira*

Objetivo: ensinar o Modelo Padrão das Partículas Elementares no Ensino Médio

Sequência:

1. *Situação inicial*: construir com os alunos um mapa conceitual sobre a constituição da matéria; inicialmente, perguntar a eles do que a matéria é composta e ir escrevendo no quadro-de-giz as palavras que eles vão dizendo; depois, ir assinalando as que eles acham mais importantes e, em seguida, colocá-las em um diagrama hierárquico (mapa conceitual); finalmente, pedir a cada aluno que explique, por escrito, com suas próprias palavras o mapa construído grupalmente; essa explicação individual deverá ser entregue ao professor ao final desta atividade inicial que ocupará a primeira aula desta UEPS.

2. *Situações-problema*: p.ex., a) se o núcleo do átomo é constituído por partículas carregadas positivamente (prótons), por que esse núcleo não explode?; b) se cargas elétricas negativas e positivas se atraem, por que os elétrons não são absorvidos pelo núcleo?; c) se elétrons e prótons têm massa, qual o papel da interação gravitacional na estabilidade do átomo?; d) e os nêutrons, qual o papel deles na estrutura do átomo? e) teria sentido pensar que as partículas atômicas básicas (elétrons, prótons e nêutrons) poderiam estar constituídas por outras ainda mais elementares? Todas estas situações, propostas em função da natureza do conhecimento explicitado pelos alunos na aula anterior, devem ser discutidas em grande grupo com mediação docente, sem necessariamente chegar a respostas.

A seguir, distribuir cópias individuais do artigo *Partículas e interações* (Moreira, M.A., 2004, *Física na Escola*, v.5, n.2, pp.10-14), dar tempo aos alunos para que o leiam e, logo após, se reúnam em pequenos grupos (dois a quatro participantes) e construam uma tabela análoga à Tabela 1 do artigo, porém simplificada. Feito isso, fazer uma troca de tabelas de modo que cada grupo corrija, comente, faça sugestões, sobre a tabela de um outro grupo. Uma vez recebida de volta a tabela, o grupo poderá modificá-la e entregar a versão final ao professor. Esta etapa da UEPS ocupará duas ou três aulas.

3. *Revisão*: iniciar a aula com uma revisão, ou seja, uma mini-aula expositiva, sobre o que foi visto até agora sobre a constituição da matéria, abrindo espaço para perguntas dos alunos. A seguir, apresentar um vídeo, de 20 a 30 minutos, sobre Partículas Elementares (e.g., v. BBC. The. Big. Bang. Machine. MVGroup). Após o vídeo, distribuir aos alunos os artigos *Um mapa conceitual para partículas elementares* (Moreira, M.A., 1989, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.11, pp. 114-129) e *Um mapa conceitual para interações fundamentais* (Moreira, M.A., 1990, *Enseñanza de las Ciencias*, v.8, n.2, pp.133-139) e pedir a eles que

---

* Professor de Física Geral na graduação em Física e em Engenharia, de 1967 a 2012, e de Física Moderna e Contemporânea no Mestrado Profissional em Ensino de Física, de 2002 a 2012, do Instituto de Física da UFRGS.

façam, em pequenos grupos, um mapa conceitual para partículas elementares e interações fundamentais, ou seja, um mapa integrando, de modo simplificado, os dois mapas que estão nos artigos. Pelo menos alguns destes mapas conceituais deverão ser apresentados ao grande grupo (em *datashow*, se possível, ou no quadro-de-giz ou em painéis, tipo pôster, feitos com papel e marcadores). Os mapas de cada grupo deverão ser entregues ao professor que os revisará e devolverá na próxima aula para que os alunos os modifiquem, se quiserem, e cheguem a uma versão final. Esta atividade também ocupará de duas a três aulas.

4. *Nova situação-problema, em nível mais alto de complexidade*: construir um diagrama V para o Modelo Padrão. Fazer uma exposição inicial, com exemplos, sobre o que é um diagrama V e qual a sua proposta, ou seja, para que serve. Destacar a natureza epistemológica do V. A seguir, distribuir a todos o artigo *Um Vê epistemológico para a Física de Partículas* (Moreira, M.A., 2010, *Revista Chilena de Educación Científica*, *9*(1): 24-30) e solicitar que construam, em pequenos grupos, um diagrama V para o Modelo Padrão, porém com a seguinte pergunta básica "Como o Modelo Padrão das Partículas Elementares mostra que a Física é uma construção humana, que o conhecimento científico é construído?". Alguns desses diagramas deverão ser apresentados ao grande grupo para discussão e todos deverão ser entregues ao professor para avaliação qualitativa; em função dessa avaliação, os diagramas poderão ser refeitos pelos alunos. Atividade prevista para duas ou três aulas.

5. *Avaliação somativa individual*: está atividade, que ocupará uma aula, deverá ter sido já anunciada para os alunos; não deverá ser de surpresa. Propor questões abertas nas quais os alunos possam expressar livremente sua compreensão do Modelo Padrão. Fazer perguntas, solicitar algum esquema ou diagrama que dê evidências de aprendizagem significativa. Não apostar em instrumento de avaliação centrado no "certo ou errado".

6. *Aula expositiva dialogada integradora final*: retomar todo o conteúdo da UEPS, rever os mapas e o diagrama V dos artigos trabalhados nas aulas anteriores. Chamar atenção para o potencial descritivo e explicativo do Modelo Padrão em relação à constituição da matéria. Destacar as dificuldades superadas por essa teoria, as previsões confirmadas, assim como as dificuldades ainda existentes e que poderão levar a mudanças ou ao seu abandono em favor de outra mais explicativa.

7. *Avaliação da aprendizagem* na UEPS: deverá estar baseada nos trabalhos feitos pelos alunos, nas observações feitas em sala de aula e na avaliação somativa individual, cujo peso não deverá ser superior a 50%.

8. *Avaliação da própria UEPS*: deverá ser feita em função dos resultados de aprendizagem obtidos. Reformular algumas atividades, se necessário.

Total de horas-aula: 9 a 12

ANEXO 2

PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINO DE TÓPICOS DE MECÂNICA QUÂNTICA

Adriane Griebeler*

Objetivo: facilitar a aquisição de significados de conceitos básicos de Mecânica Quântica no Ensino Médio – *quantização, incerteza, objeto quântico, estado, superposição de estados.*

Sequência:

1. ***Situação inicial:*** os alunos serão incentivados a elaborar um **mapa mental** sobre a Física Quântica (FQ). No mapa mental o sujeito tem total liberdade para fazer associações entre seus conhecimentos, suas representações, suas cognições, a partir de uma palavra-chave ou uma imagem central. Assim, os alunos ficarão à vontade para fazer relações da FQ com outros ramos da Física e/ou com o seu cotidiano, suas representações sociais. Os mapas mentais serão entregues à professora. A seguir, para refletir sobre o assunto, os alunos receberão a letra e ouvirão a música *Quanta*, de Gilberto Gil. A atividade ocupará uma aula.

2. ***Situações-problema iniciais:***

a) O que você já leu, ouviu, ou viu sobre Física Quântica?
b) Onde a Física Quântica é aplicada? O que estuda?
c) O que difere a Física Quântica das outras áreas da Física (Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, etc.)?
d) O que é um quantum de matéria? E um quantum de energia?
e) Qual a sua opinião sobre os seguintes anúncios? (Recortes de revistas ou *sites* que anunciem "cursos ou terapias quânticas", trazidos pela professora.) Você já ouviu falar ou teve contato com algum tipo de terapia que se denomina quântica?

Todas estas questões/situações deverão ser discutidas em grande grupo, sob a mediação da professora, com a intenção de ouvir a opinião do grupo, estimular a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final.

A seguir será distribuída uma cópia individual do texto *Física Quântica para Todos* (parcialmente adaptado de um trabalho de Nunes, A. L., 2007, *Física Quântica para Todos*, XVII SNEF.) que está disponível no material de apoio organizado pela professora. Será dado um tempo para que os alunos leiam o texto e depois se reúnam em pequenos grupos para discussão do mesmo e dele façam um resumo ou um diagrama, ou um desenho, em atividade colaborativa. Os produtos dessa atividade deverão ser entregues à professora que os avaliará qualitativamente e os devolverá aos alunos permitindo que os refaçam em função de seus comentários. O desenvolvimento desta etapa ocupará três aulas.

3. ***Aprofundando conhecimentos:*** serão trabalhados os conceitos de quantização, objeto quântico, incerteza, estado e superposição de estados. Estes conteúdos serão apresentados através de textos e também em *slides*, sendo estimuladas discussões no grande grupo. Ao final da introdução dos novos conteúdos, serão retomados os anúncios, questionando os alunos

* Mestre Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física da UFRGS. Professora de Física na Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Carlos Antonio Kluwe, Bagé, RS.

sobre a validade das proposições anunciadas e sua visão sobre até que ponto estas apropriações são legitimadas pela Física. A etapa será desenvolvida em 3 aulas.

4. ***Nova situação:*** os conceitos serão novamente apresentados na forma de um vídeo. Para tal, o escolhido foi *Mecânica Quântica* produzido pela Discovery e que pode ser acessado em <http://www.youtube.com/watch?v=pCgR6kns5Mc>. Logo após, os alunos irão se reunir em pequenos grupos quando serão solicitados a construir um **mapa conceitual** para Mecânica Quântica. Para isso, será feita uma exposição inicial sobre como construir um mapa conceitual e serão apresentados alguns exemplos. Após, os mapas serão trocados entre os grupos para que sejam feitas comparações e sugestões e alguns serão apresentados ao grande grupo. Todos os mapas deverão ser entregues à professora para avaliação. Estes mapas serão avaliados qualitativamente e devolvidos aos alunos que poderão refazê-los e entregá-los novamente à professora. Esta atividade ocupará 3 aulas.

5. **Comparando mapas:** na aula seguinte será desenvolvida uma atividade envolvendo os mapas mentais elaborados na primeira aula e os mapas conceituais na aula anterior. Será feita uma comparação qualitativa entre esses mapas, buscando aspectos que envolvam concepções alternativas, ou representações sociais, sobre a Física Quântica, possivelmente apresentados nos mapas mentais construídos na primeira aula e sua provável ausência nos mapas conceituais. Tal aspecto será utilizado para abordar novamente o assunto e explicar aos alunos que a Física Quântica não pode ser usada para dar embasamento científico para assuntos apresentados em anúncios.

6. ***Diferenciando progressivamente***: serão apresentadas novas situações-problema, relativas aos conceitos de quantização, objeto quântico, incerteza, estado e superposição de estados, principalmente em forma de imagens, como a do Gato de Schröedinger que pode ser acessada em http://averomundo-jcm.blogspot.com/2009/10/gatos-e-virus.html e também será iniciada a confecção de um pequeno jornal da turma contendo breves artigos, charges, quadrinhos ou figuras sobre os assuntos abordados. A elaboração desse jornal será mediada pela professora e o mesmo será exposto no colégio para a leitura de toda comunidade escolar. Atividade a ser desenvolvida em 3 aulas.

7. ***Avaliação individual:*** será realizada uma avaliação individual através de questões abertas envolvendo os conceitos-foco da unidade. A atividade ocupará uma aula.

8. ***Aula final e avaliação da UEPS em sala de aula:*** análise das respostas às questões propostas na avaliação individual. Comentários finais integradores sobre o assunto abordado. Avaliação oral por parte dos alunos sobre as estratégias de ensino utilizadas e sobre seu aprendizado. A atividade ocupará uma aula. As manifestações dos alunos serão gravadas em áudio, se houver anuência dos mesmos.

9. ***Avaliação da UEPS:*** análise qualitativa, de parte da professora, sobre as evidências que percebeu, ou não, de aprendizagem significativa dos conceitos da unidade, na avaliação individual e na observação participante, bem como da avaliação da UEPS feita em sala de aula pelos alunos no último encontro.

10. **Total de horas-aula:** 16

ANEXO 3

PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINAR IMUNOLOGIA BÁSICA

Viviane A. Andrade*

Contexto: esta unidade de ensino foi planejada e desenvolvida para um curso de extensão em Imunologia Básica, com duração de 40 horas (12 encontros), oferecido a alunos de um Curso Técnico de Nível Médio de Enfermagem.

Objetivo: ensinar Imunologia Básica (Anatomia e Fisiologia do Sistema Imune), com base em uma das ideias centrais da Biologia, segundo Novak (1970), a homeostase.

1. *Atividades iniciais* (2 encontros): propor situações de ensino que favoreçam um amplo levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Sugere-se, antes da apresentação do tema, a realização de três atividades iniciais: uma questão introdutória ampla, acerca dos tópicos que os discentes esperam estudar; questões relacionadas ao tema (*Como atua o Sistema Imune no contexto do organismo humano?; Cite palavras e/ou termos que você relaciona ao Sistema Imune; Identifique duas situações nas quais o seu Sistema Imune atuará em seu organismo.)* a serem respondidas individualmente sem recorrer a fontes de consulta*;* discussão oral e coletiva, orientada pelas perguntas e respostas das questões previamente respondidas.

Em seguida, apresentar um breve relato sobre a história da Imunologia e seu contexto de desenvolvimento no mundo ocidental, ressaltando o processo de construção deste conhecimento. Após a apresentação, propor uma discussão valendo-se da questão: *O homem nos dias de hoje desenvolve varíola?.* Quando os alunos tiverem compartilhado uma resposta para esta questão, apresentar uma síntese do artigo de Lobato et al. (2005). Propor e orientar uma nova discussão com base na síntese deste trabalho. Por fim, conduzir a discussão com a apresentação de questões para reflexão: *E o Sistema Imune... Como se encaixa neste contexto?! Como atua...?* Fornecer textos, sobre a história da Imunologia, para leitura e discussão no encontro seguinte, e os artigos de Lobato et al. (2005) e de Porto e Ponte (2003) para leitura complementar.

Apresentar o trecho inicial do filme "*Yu-Gi-Oh!*™" (até 35 minutos), como organizador prévio da ideia central homeostase. Verificar se o jogo *Yu-Gi-Oh!* (e/ou outros do mesmo tipo) apresentado pelo filme é familiar ao grupo de alunos. Após a projeção do filme, apresentar uma situação-problema (*É possível estabelecer relação da regra do jogo com a atuação do Sistema Imune e a manutenção da vida no "mundo vivo"?)* de nível introdutório, cujo propósito é favorecer a relação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o jogo *Yu-Gi-Oh!*™, com uma ideia central da Biologia, homeostase. Desta forma, buscar-se-á preparar o aluno para a apresentação do conhecimento que pretende-se ensinar, Imunologia Básica.

2. *Situações-problema iniciais*: a) *Se o sistema imune "defende" o organismo, como e o que acontece neste processo?*; b) *Quais as estruturas envolvidas neste processo?;* c) *E o Sistema Imune... Como se encaixa neste contexto? Como atua...?.* Recomenda-se que todas as questões (situações-problema) e atividades sejam discutidas em grupo com mediação docente.

* Mestre Profissional em Ensino em Biociências e Ciências da Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ. Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, RJ.

3. Revisão[1]: revisar os conceitos *Vida* e *Ser Vivo*. Enfocar o conceito homeostase. Propor o estabelecimento de relações entre o conceito homeostase com outros tópicos já estudados pelos alunos nas diversas disciplinas, já realizadas em seu curso, e com o jogo (organizador prévio). Propor a utilização do jogo didático *Imunostase card gam*[2], jogo com mecânica[3] semelhante à do filme projetado. Além da construção de novas cartas para este jogo.

4. O processo de ensino (6 encontros): propor a identificação dos sistemas que compõem o organismo humano, com base em uma figura esquemática e, em seguida, apresentar uma nova situação-problema: *Qual é o resultado da interação e do funcionamento de todos estes sistemas no organismo humano?* Com base nas respostas que serão obtidas e anotadas no quadro, iniciar a apresentação do material instrucional. Apresentar os tópicos: *conceito de imunidade*, *barreiras primárias do organismo*, *anatomia do Sistema Imune* e *resposta inflamatória*. Fornecer uma lista de exercícios (com questões abertas) como tarefa a ser resolvida e apresentada no encontro seguinte. Solicitar que reflitam sobre a possibilidade de construção de cartas com base nos conteúdos apresentados e em suas experiências acadêmicas e pessoais.

Realizar a atividade de "correção" da lista de exercícios, visando à promoção da negociação e do compartilhamento de significados. Ou seja, com discussões em grupos, seguidas da discussão na turma para apresentação de uma proposta de resolução coletiva para cada questão.

Posteriormente, apresentar questões já conhecidas pelos alunos como *Qual(is) é (são) o papel(is) do Sistema Imune no organismo?* e *Qual é o resultado da ação do Sistema Imune no organismo?* E questões não familiares como *Comente as sentenças: Agentes infecciosos são comuns, mas infecções são raras. Há mais bactérias no organismo do que células humanas. Descreva a ação do Sistema Imune no organismo da Bela Adormecida, mediante a lesão causada em seu dedo no fuso da roca; Quais as principais características físicas do processo inflamatório?* Sugere-se que estas questões sejam corrigidas no mesmo formato da lista de exercícios. Com esta medida buscar-se-á "*enculturar"* os alunos à prática de negociação e compartilhamento de significados, para resolver diferentes tipos de questões (situações), gerando situações no ambiente de ensino, fundamentais no processo de aprendizagem significativa, que favoreçam a verbalização dos alunos a respeito do tema abordado pelas aulas.

Apresentar os tópicos processamento e apresentação do antígeno e seleção clonal. Projetar animações[4] para ilustrar a dinâmica dos processos. Ao término do encontro, propor questões que favoreçam a reconciliação integrativa das ideias apresentadas e discutidas: *Qual é o resultado da ação do Sistema Imune no organismo? Qual a sua relação com os demais sistemas que constituem o organismo?*
Propor a ordenação sequencial de eventos imunológicos listados e a resolução três questões: *A sequência de eventos por você numerada na questão anterior refere-se a que tipo de resposta imune (celular ou humoral)? Justifique a sua resposta. b) A lesão sofrida pelo organismo que realizou a resposta imune acima atingiu os vasos sanguíneos? Justifique a sua resposta. c)*

---

[1] No início das aulas, de maneira geral, revisar os tópicos trabalhados na(s) aula(s) anterior(s).
[2] Jogo desenvolvido por Andrade (2011), no contexto do Mestrado Profissional em Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz/RJ.
[3] A mecânica do jogo é a dinâmica que move o jogo, ou simplesmente o *como* jogar. A mecânica pode ser baseada em leilão, tabuleiro, estratégias, batalhas históricas, cartas de eventos e etc. (Marcelo e Pescuite, 2009)
[4] http://www6.ufrgs.br/favet/imunovet/animacoes/mhci.html /http://www6.ufrgs.br/favet/imunovet/animacoes/mhcii.html

Descreva outra estratégia que o organismo poderia ter utilizado para realizar o mesmo tipo de resposta citada na questão 01.)

Apresentar os tópicos, memória imunológica, imunoglobulinas, tolerância imunológica, hipersensibilidade, autoimunidade e doença de deficiência imunológica.

5. *Nova situação problema, em nível mais alto de complexidade*: retomar o jogo *Imunostase Card Gam* e propor aos alunos que estabeleçam relações entre os eventos imunológicos e as possíveis cartas e estratégias de jogadas referentes ao jogo didático a ser utilizado e os resultados destas no organismo do adversário. Esta etapa ocupará dois ou três encontros.

Propor o estudo do caso intitulado "O menino que não produz anticorpos" publicado na *Folha de São Paulo* em 28/06/2009. A atividade consistirá em resolver as questões: *Escreva um texto apresentando as possíveis explicações sobre o que acontece com o organismo de Vitor. Por quê? Pessoas com imunodeficiência primária têm dificuldade em combater as infecções? Qual medida que você sugere para resolver definitivamente o problema de imunológico de Vitor?*

Apresentar quadros de vacinação propostos pelo Ministério da Saúde e pela Sociedade Brasileira de Pediatria. Com base nestes, solicitar a resolução de questões como: *Que motivos justificam a indicação da realização de imunizações logo no início da vida dos indivíduos? b) Em sua opinião, por que há diferenças nos calendários de vacinação propostos pelo Ministério da Saúde e pela Sociedade Brasileira de Pediatria?*

6. *Avaliação*: avaliação da aprendizagem será baseada nos trabalhos feitos pelos alunos, nas observações realizadas pela docente e, também, por uma avaliação formal.

7. *Encontro final integrador*: retomar todo o conteúdo da UEPS, rever os casos e atividades e estratégias de jogadas trabalhadas nos encontros anteriores. Ressaltar a relação da ideia central com todos os tópicos abordados e com outros tópicos já estudados pelos alunos. Destacar as dificuldades do estudo e da pesquisa do tema, a importância deste conhecimento para a compreensão dos quadros de saúde e de doença, os avanços da área de conhecimento e as limitações de explicações ainda hoje existentes e que com o avanço das pesquisas e da produção de conhecimentos poderão levar a mudanças ou ao abandono de explicações melhores para os eventos imunológicos.

8. Avaliação da UEPS: a partir das evidências de aprendizagem significativa obtidas, ou não, ao longo do desenvolvimento das atividades.

Referências

Andrade, Viviane Abreu de (2011). *Imunostase – uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia.* (Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino em Biociências e Saúde) - Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

Andrade, V.A; Lemos, E.S. *Uma proposta didática para o ensino de Imunologia*. (no prelo)

Lobato, Z.I.P. et al. (2005). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 57* (4): 423-429

Novak, J.D. 1970. *The improvement of Biology teaching*. New York: The Bobbs-Merrill Company, Inc.

Porto, A., Ponte, C.F. (2003).Vacinas e campanhas: imagens de uma história a ser contada. *Hist. Cienc. Saúde-Manguinhos*. *10* (sup 2): 725-742.

ANEXO 4

PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINAR EQUILÍBRIO QUÍMICO

Agostinho Serrano*

Objetivo: ensinar o conceito de Equilíbrio Químico no Ensino Médio dentro dos diferentes níveis de representação de um fenômeno químico.

Sequência:

1. *Situação Inicial:* fazer uma demonstração experimental ou mostrar um vídeo sobre a influência da temperatura no Equilíbrio Químico de $N_2O_4 \Leftrightarrow 2NO_2$. Explicar que o NO_2 é um gás marrom, enquanto o N_2O_4 é um gás incolor. (Estimativa de 30 min de duração.)

2. *Situação-problema*: explicar, utilizando o quadro-negro, a reação direta $N_2O_4 \Rightarrow 2NO_2$, que resulta na formação de um gás marrom, e a reação inversa $N_2O_4 \Leftarrow 2NO_2$ que resulta na formação de um gás incolor. Perguntar aos alunos como é possível que o gás demonstrado na sequência (1) mude de cor de acordo com a temperatura. A reação química "pára" quando a cor estabiliza? Se a reação química "pára", ao mudarmos a temperatura, ela reinicia? Como a reação química pode "parar" se as moléculas estão em constante movimento? E se a reação não "pára", como é que a cor se estabiliza? Estas situações-problema devem ser discutidas em um grande grupo, mediadas pelo professor. (Estimativa de 60 min de duração.)

3. *Exposição dialogada*: o professor deve agora introduzir o conceito de equilíbrio químico dinâmico, contrapondo-o ao equilíbrio químico estático, sempre relacionando ao fato que a reação química não "pára". Conceitos prévios de reação direta e inversa devem ser utilizados, bem como os de concentração e velocidade da reação. Para tanto, deve-se utilizar o nível representacional simbólico (fórmulas químicas) no quadro-negro. Finalmente, chega-se ao conceito de equilíbrio como o da coexistência de ambas as reações supracitadas, ocorrendo com a mesma velocidade. Assim efetua-se uma diferenciação progressiva a partir de uma situação-problema inicial (2) que será utilizada como organizador prévio e, finalmente, por meio de uma reconciliação integrativa dos conceitos de velocidade, concentração e reação direta/inversa chega-se ao conceito de equilíbrio químico. (Estimativa de 60 min de duração.)

4. *Nova situação-problema*: aqui sugere-se que o docente utilize a simulação computacional gratuita *Equil v. 2.0*[1], onde o equilíbrio químico é explanado utilizando-se os três níveis de representação[2] de um fenômeno químico simultaneamente (Gabel, 1993). O nível de complexidade da situação-problema é o mesmo, mas introduzem-se diferentes representações (com diferentes invariantes operatórios) que devem ser trabalhados e compreendidos individualmente (etapa de diferenciação progressiva) e depois integralizados, de forma que todas as etapas da reação química, sejam do seu início, apenas com reagentes formando produtos na reação direta, passando pelo aumento da velocidade da reação inversa, até que a

---

* Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da ULBRA - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS

[1] Disponível em: http://www.gabriela.trindade.nom.br/equil-v1-portugues/

[2] A saber: simbólico (equações, gráficos); sensório (cor da mistura, cheiro); microscópico (moléculas)

equalização destas velocidades ao atingir o equilíbrio químico sejam compreendidas pela compreensão simultânea de todos os níveis de representação. Em seguida, sugerimos que um mapa conceitual seja construído em pequenos grupos, permitindo a exposição dos mapas de cada grupo para toda a classe, e discussão dos mapas em sala de aula, sempre objetivando responder as questões propostas inicialmente. (Estimativa de 4h de duração.)

5. *Avaliação somativa individual*: utilizando avaliações individuais sob a forma de situações-problema de equilíbrio químico, o professor deve questionar os alunos sobre sua compreensão do fenômeno de equilíbrio (Orlandi, Camargo e Serrano, 2006) observando sempre (mas não apenas) se há evidências de:

- compreensão de gráficos de concentração das reações diretas e inversas (nível simbólico);
- compreensão de gráficos de velocidade das reações diretas e inversas, chegando a valores iguais quando em equilíbrio (nível simbólico);
- compreensão do significado da dupla seta na equação química como significando a ocorrência simultânea das reações diretas e inversas, e utilizando setas maiores para representar uma reação direta com maior velocidade no início e vice-versa (nível simbólico);
- capacidade de construir modelos mentais que sejam capazes de representar moléculas com alguma representação aceitável para o nível de ensino e seus objetivos (moléculas bi ou tridimensionais, ou até mesmo esferas representando moléculas caso o aluno compreenda que esta é apenas uma representação simplificada ao extremo – nível microscópico);
- capacidades de fazer com que as representações moleculares se movimentem mentalmente, ora não se chocando, ora se chocando e, quando do choque, possam reagir quimicamente sob a forma direta (reagentes -> produtos) ou inversa (produtos -> reagentes), (nível microscópico = modelos moleculares);
- ser capaz de, dentro deste modelo mental, compreender que a taxa de formação de produtos seja igual à de reagentes e que esta reação não pára, sendo esta a explicação para a estabilidade da cor da mistura (nível macroscópico = sensório).
  (Estimativa de 2h de duração.)

***6. Aula expositiva final*:** utilizar todos os conceitos já explanados, em todos os níveis representacionais trabalhados para discutir exemplos históricos onde o conceito de equilíbrio químico teve destaque, para ressaltar a importância da compreensão de cada um dos pontos da avaliação somativa individual (etapa 5) para a formação científica-cultural do aluno. Sugere-se a explanação do papel da campanha de Napoleão Bonaparte no Egito, sob a figura do químico Claude Loius Berthollet (Bensaude-Vicent & Stengers, 1992) no estabelecimento deste conceito. Outros exemplos a serem citados são o da síntese da amônia e sua aplicação bélica no processo *Haber-Bosch* (Brown, Lemay and Bursten, 1999) ou exemplos do cotidiano ou da natureza: formação de estalactites e estalagmites, provocadas devido à reversibilidade das reações (Kotz & Treichel, 2002) e outros fenômenos tais como lentes fotocromáticas e a reação reversível do ácido carbônico em refrigerantes. (Estimativa de 60 min de duração.)

***7. Avaliação da aprendizagem na UEPS*:** o professor deverá registrar evidências de aprendizagem significativa mediante a aquisição e domínio de níveis representacionais que os alunos, individualmente, não utilizavam dentro deste campo conceitual. Ademais, estas representações devem ser articuladas e utilizadas para resolver situações-problema típicas de

equilíbrio químico (problemas do tipo algoritmo), mas também para explanar o conceito de equilíbrio químico e situações de equilíbrio químico tanto para outros colegas como para o professor. Caso o professor verifique que a aquisição destas representações tornou o conceito de equilíbrio químico mais natural para o estudante, então pode-se inferir que houve uma aprendizagem significativa. (Estimativa de 30 min de duração.)

***8. Avaliação da própria UEPS*:** a UEPS só poderá ser considerada exitosa se houver um progressivo domínio do conceito de equilíbrio químico mediante a aquisição de diferentes níveis representacionais, devidamente articulados e gerando significados para o conceito de equilíbrio químico. (Estimativa de 30 min de duração.)

Total estimado de duração: 10,5h

Referências

Gabel, D. (1993). Use of the particule nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, *70*(3): 173-174.

Orlandi, C. C., Camargo, M., Serrano, A. (2006). Avaliação e aplicação de simulação computacional no ensino de equilíbrio químico. *Acta Scientiae*, 8(1): 79-84.

Bensaude-Vincent, B., Stengers, I. (1992). *História da Química*. Instituto Piaget.

Brown, T. L., Lemay, e Bursten B. E. (1999). *Química-Ciência Central*. Rio de janeiro. LTC – Livros Técnicos Científicos. 7ª ed.

Kotz, J. C., Treichel, P. (2002). *Química e reações químicas*. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos. 4ª ed.