

*Subsídios Didáticos para o Professor Pesquisador em Ensino
de Ciências*

*Mapas Conceituais, Diagramas V,
Organizadores Prévios, Negociação de Significados e
Unidades de Ensino Potencialmente Significativas*



Marco A. Moreira

*Porto Alegre, Brasil
2009/2016*

Ficha de apresentação

Tipo de publicação: Conjunto de artigos sobre possíveis estratégias facilitadoras da *aprendizagem significativa* com o objetivo de subsidiar didaticamente o professor pesquisador, em particular da área de ciências.

Autor: *Marco A. Moreira* – Instituto de Física, UFRGS, Brasil

Data e local: 2009 (1ª edição), 2016 (2ª edição revisada) Porto Alegre, Brasil.

Outras publicações da mesma série

- **Subsídios Teóricos:** *Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo.*
- **Subsídios Teóricos:** *A Teoria da Aprendizagem Significativa.*
- **Subsídios Epistemológicos:** *Epistemologias do Século XX.*
- **Subsídios Metodológicos:** *Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos.*
- **Subsídios Metodológicos:** *Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos.*

Sumário^{*}

Mapas conceituais e aprendizagem significativa.....	4
Diagramas V e aprendizagem significativa.....	18
Organizadores prévios e aprendizagem significativa.....	28
Negociação de significados e aprendizagem significativa.....	38
Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.....	48

* Utilizar sempre as referências originais dos artigos já publicados.

Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa¹

M. A. Moreira

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 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 seqüência, 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 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.

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

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 em 2016

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 esse 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).

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 para uma aula, por exemplo. 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.

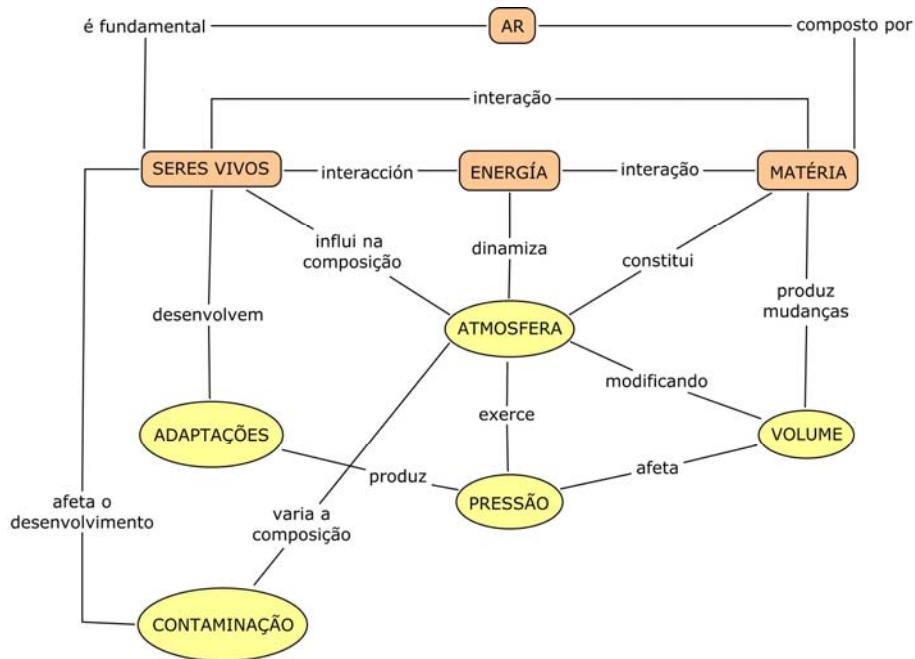


Figura 1: Mapa conceitual para o núcleo interdisciplinar de ciências do 1º ano, elaborado pelos professores Hugo Fernandez, Marta Ramirez e Ana Schnersch em uma oficina pedagogia sobre mapas conceituais realizado em Bariloche, Argentina, 1994.

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).

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.

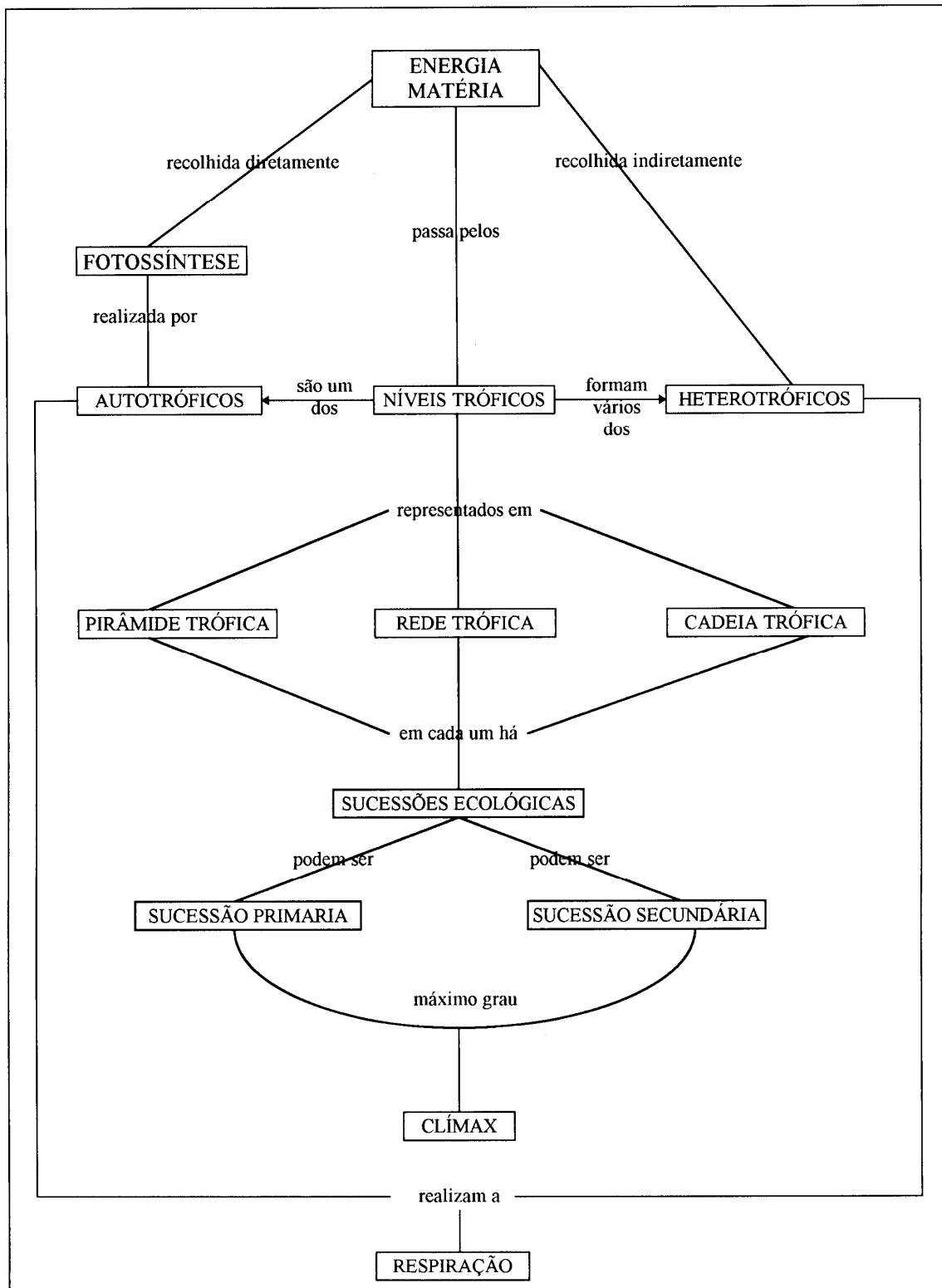


Figura 2: Mapa conceitual elaborado por um grupo de estudantes de 1º BUP (14/15 anos) para a dinâmica dos ecossistemas (Curso 1995/96). (Cedido por M^a Luz Rodríguez Palmero, I.B. Dr. Antonio González y González, Tejina, La Laguna, Sta. Cruz de Tenerife.)

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). 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, idéia, 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, idéias, 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 ancoradouro para a nova informação são chamados “subsunoçores”. O termo ancorar, no entanto, apesar de útil como uma primeira idéia 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 subsunoçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunoçores vão se formando; subsunoçores 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 idéias, 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 idéias 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 seqüencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as idéias 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.

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.

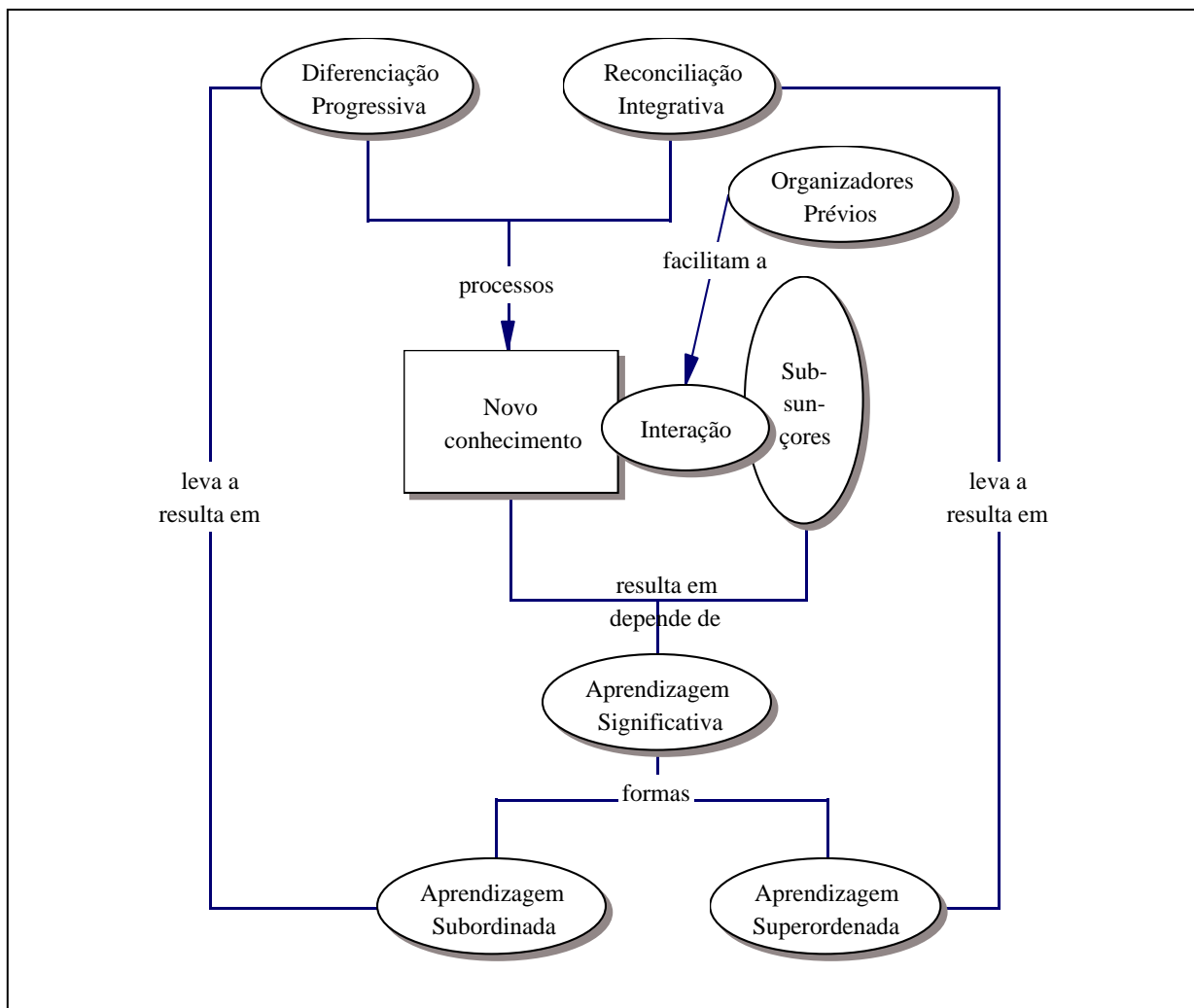


Figura 3: Alguns conceitos básicos da teoria de Ausubel (Moreira e Buchweitz, 1993)

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 conseqüência, 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 idéia 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 um exemplo de mapa conceitual, a Figura 5 mostra um mapa na área de epistemologia.

Apêndices

No apêndice 1 apresenta-se um breve roteiro que poderá ser útil na construção de mapas conceituais. Este roteiro não deve ser considerado uma “receita” para fazer mapas conceituais. Os apêndices 2 e 3 são exemplos adicionais de 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.
- Gobara, S.T. e Moreira, M.A. (1986). Mapas conceituais no ensino de Física. *Ciência e Cultura*, 38(6): 973-982.
- 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 no ensino da Física*. Porto Alegre: Editora de Universidade.
- 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. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor.
- Moreira, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB.
- 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. Gowin, D.B. (1996) *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução de *Learning how to learn* (1984). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Toigo, A.M.; Moreira, M.A. (2008). Relatos de experiência sobre o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de Educação Física. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(2): 7-20.

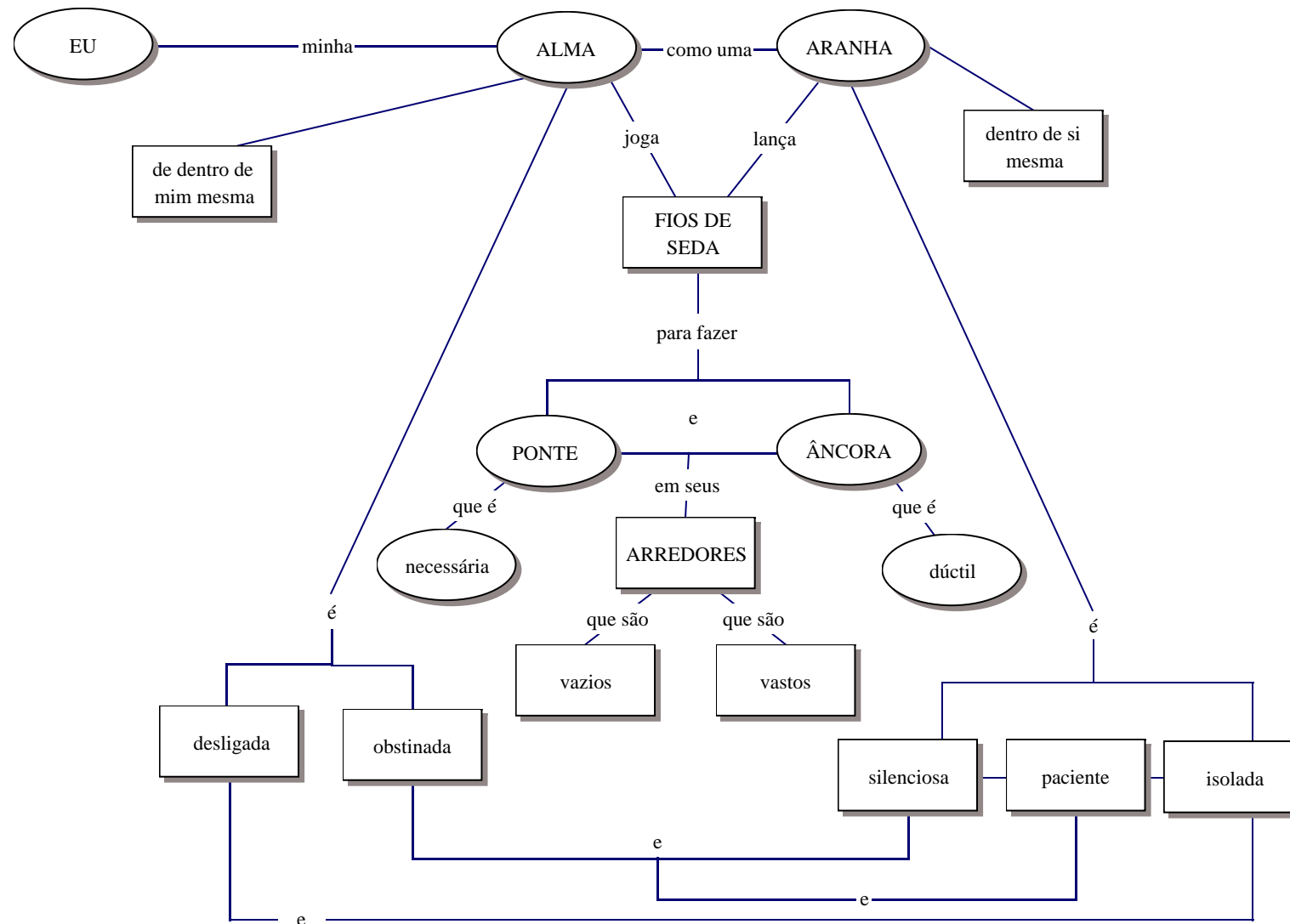


Figura 4: Um mapa conceitual para o poema “Uma aranha silenciosa e paciente”, de Walt Whitman, em uma aula de literatura americana (M.M. Moreira, 1988)

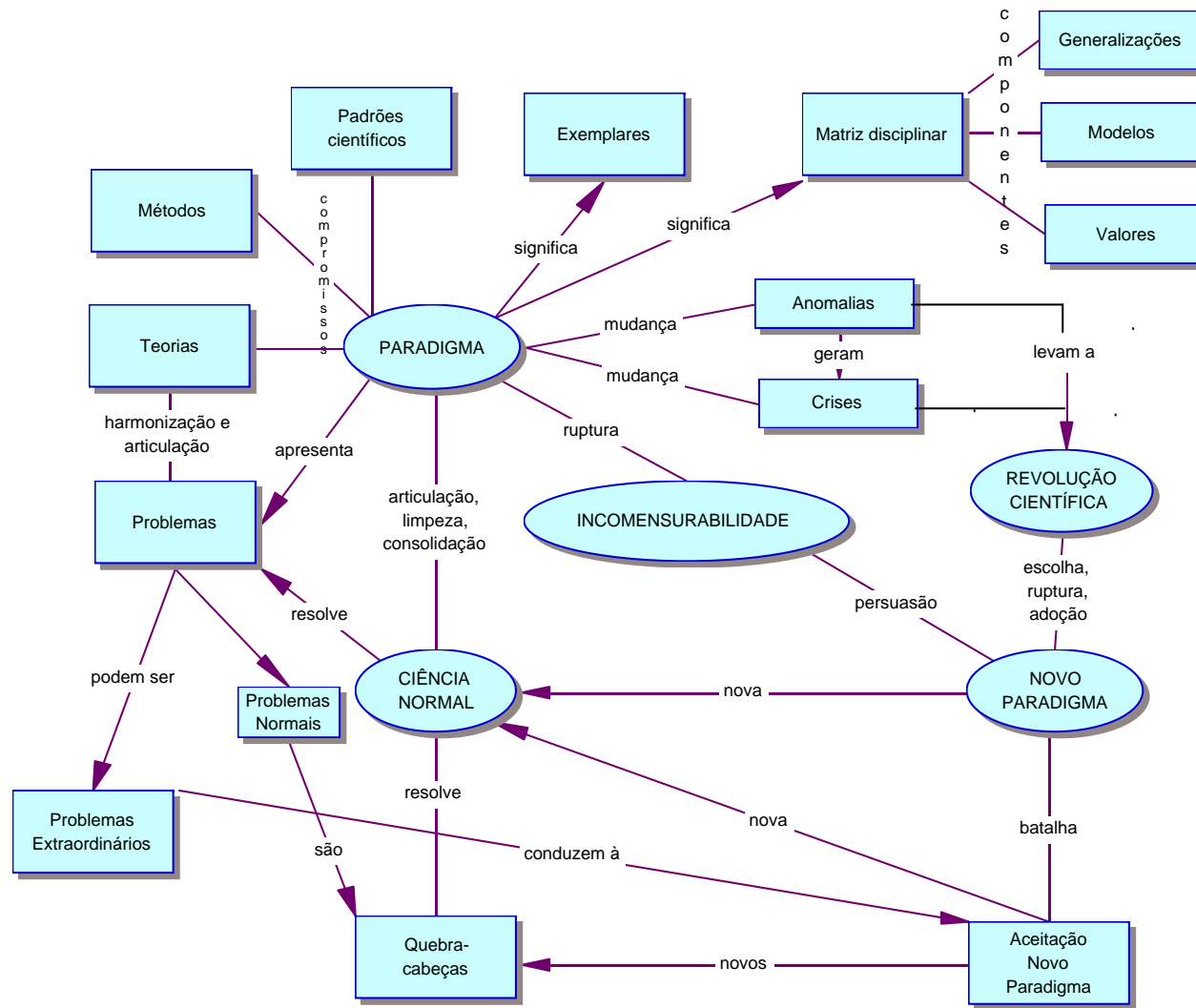


Figura 5. Um mapa conceitual para a epistemologia de Thomas Kuhn (Moreira e Massoni, 2011). Os conceitos hierarquicamente superiores aparecem com letras maiúsculas.

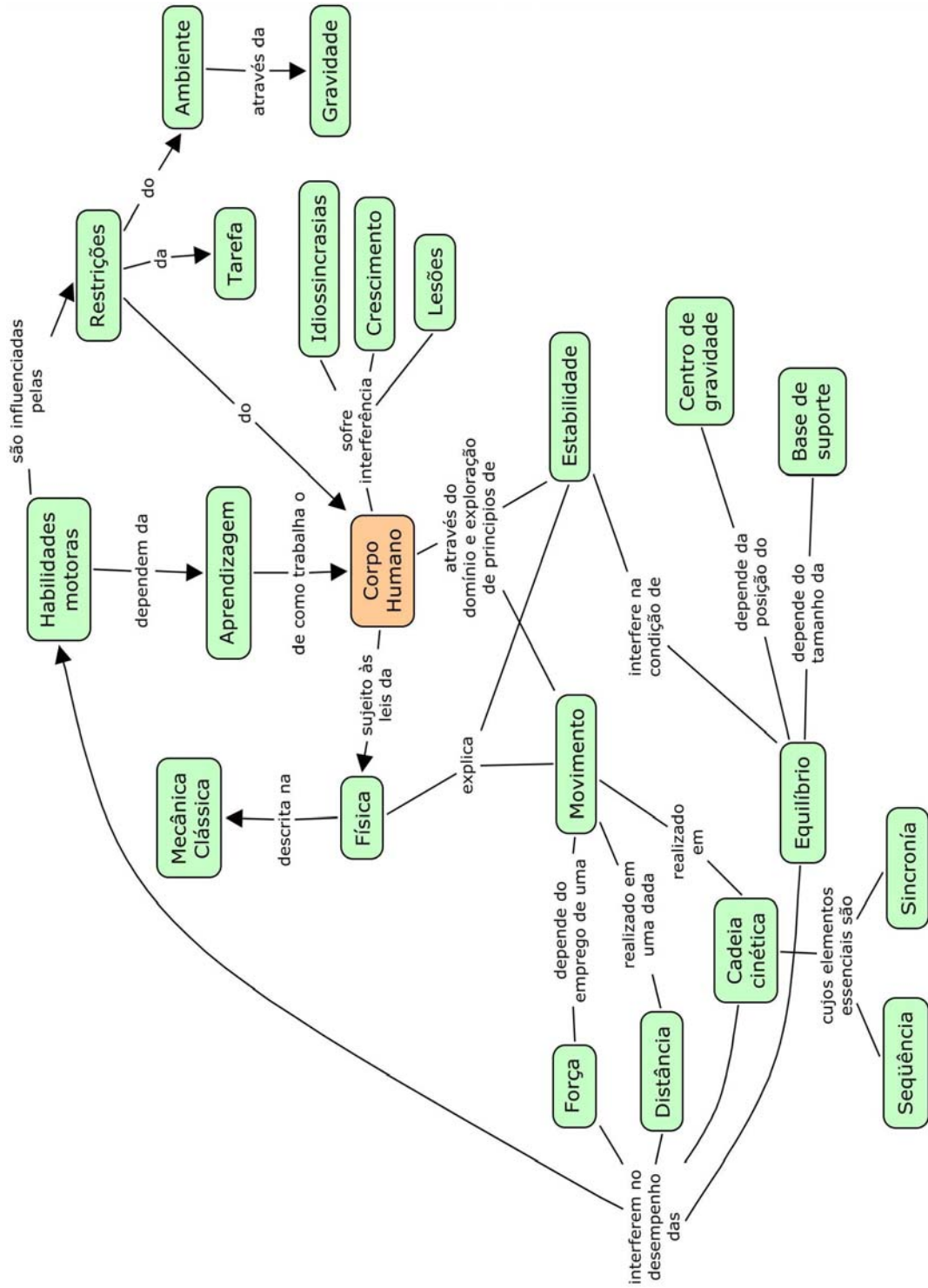
Apêndice 1³

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 idéia 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. 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.

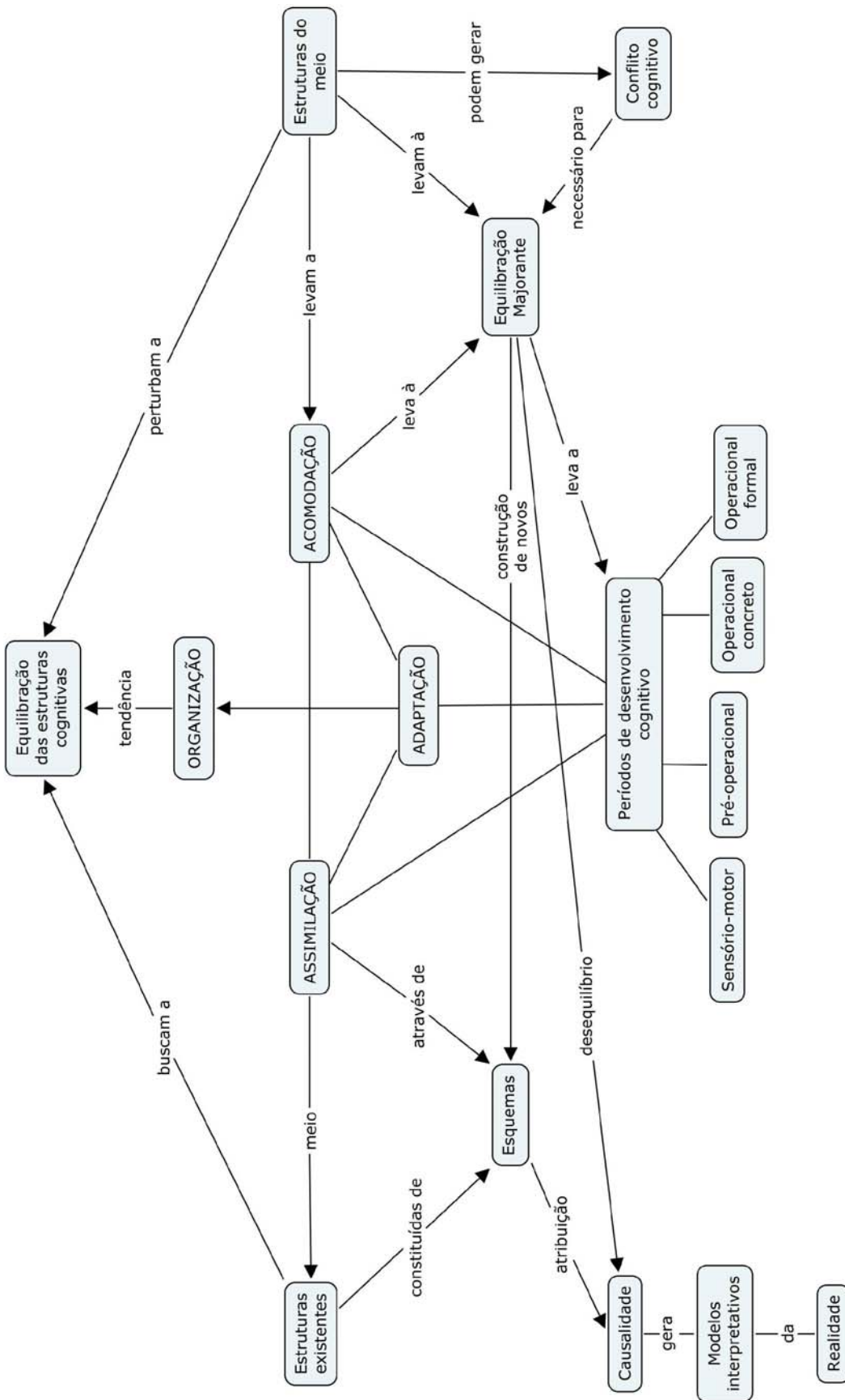
³ Há aplicativos especialmente desenhados para a construção de mapas conceituais. O mais conhecido deles é o Cmap: <http://cmap.ihmc.us>

Apêndice 2



Um mapa conceitual para a Física das restrições no desempenho das habilidades motoras (Toigo, 2007).

Apêndice 3



Um mapa conceitual para o construtivismo de Piaget.

Diagramas Ve Aprendizagem Significativa¹

M. A. Moreira

Resumen

La intención del trabajo es la de proponer el diagrama V como instrumento heurístico potencialmente facilitador de un aprendizaje significativo, desde una perspectiva epistemológica, es decir, de conocimiento como producción humana. Se explica detalladamente cual es la estructura del diagrama y se presentan varios ejemplos en enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Palabras-clave: diagramas V, aprendizaje significativo, enseñanza de las ciencias.

Abstract

The purpose of this paper is to propose the V diagram as an heuristic instrument potentially 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 science teaching and learning.

Keywords: V diagrams, meaningful learning, science teaching.

As cinco questões de Gowin

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 seqüência 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 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

¹ Publicado em espanhol na *Revista Chilena de Educación Científica*, vol. 6, N. 2, 2007. Revisado em 2016.

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.

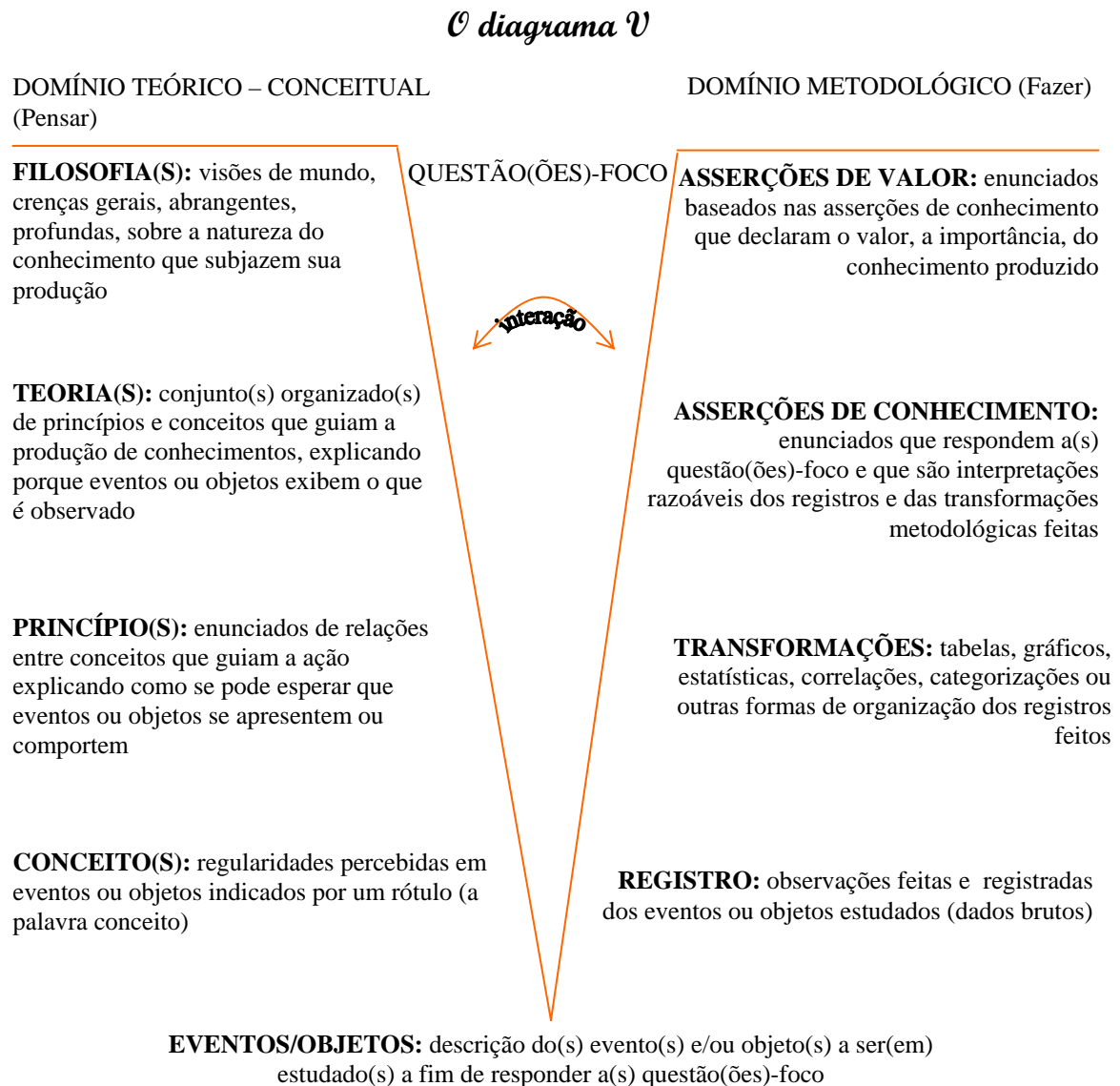


Figura 1. O diagrama V, Vê epistemológico, Vê do conhecimento, Vê heurístico, ou Vê de Gowin e seus componentes.

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, 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 novas 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.

Exemplos

Nas Figuras 2, 3, 4 e 5 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.

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, freqüentemente, 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 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 ser humano. 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 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.

Um diagrama V para um experimento de laboratório

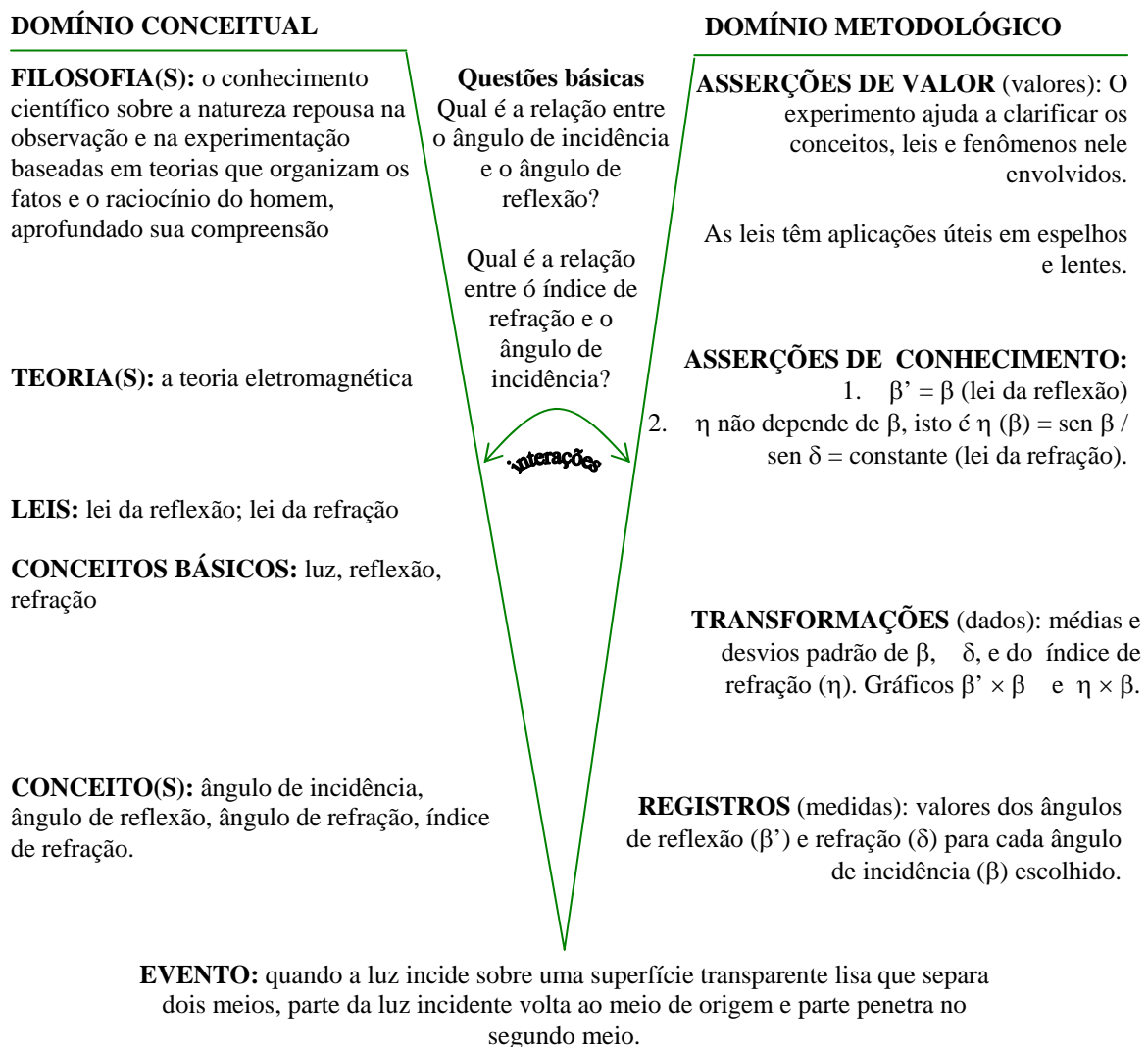


Figura 2 – Estrutura conceitual e metodológica de um experimento de laboratório sobre reflexão e refração da luz (Jamett et al., 1986). Este diagrama V pode ser interpretado como uma análise do currículo do experimento correspondente. Foi feito por um professor para analisar as potencialidades instrucionais 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(S): é possível estudar cientificamente o processo de cognição.

TEORIA(S): 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, 1985; Moreira, 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

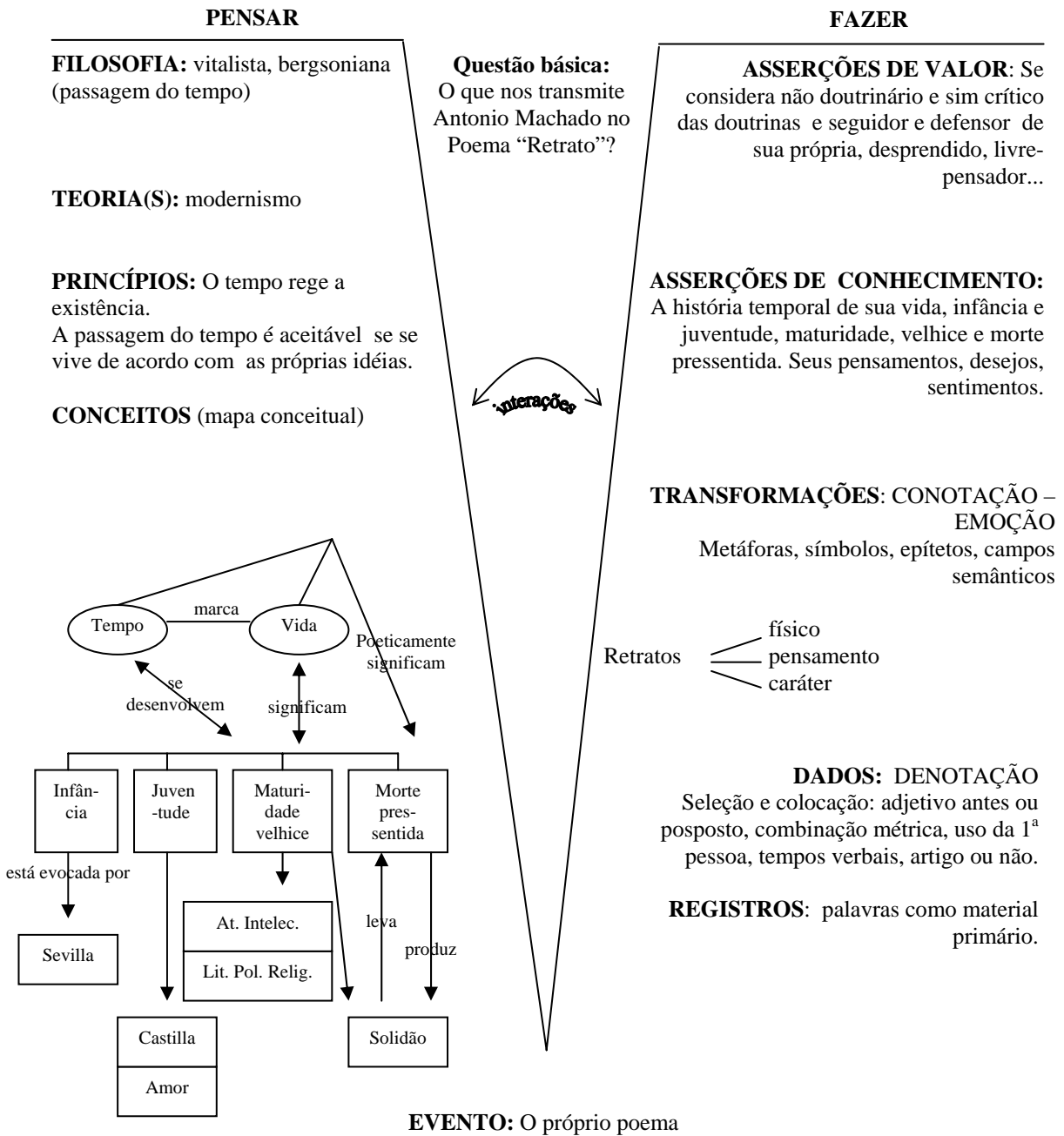


Figura 4 - Um diagrama V para o poema "Retrato", de Antonio Machado, elaborado como tarefa de avaliação em um curso sobre aprendizagem significativa e estratégias facilitadoras. Este diagrama foi construído por duas professoras de língua e literatura espanhola (Rosa Bello Medina e Carmen Delgado Sosa, Tenerife, 1996) na condição de alunas do curso. Observe-se que na parte de conceitos do V foi feito um pequeno 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.

Um diagrama V feito por alunos de Biologia

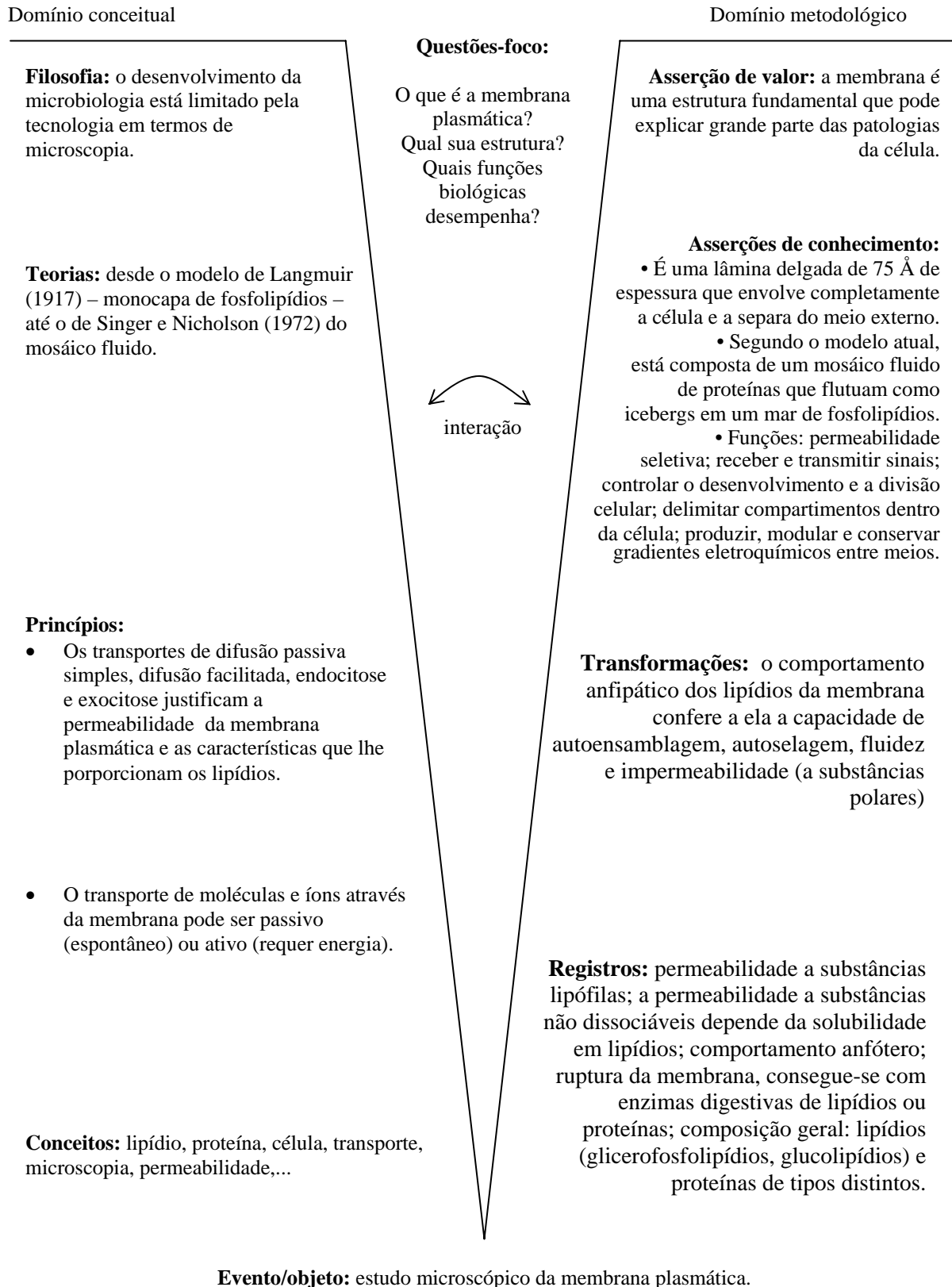


Figura 5. Diagrama V elaborado por um grupo de estudantes de COU (17/18 anos) relativo ao estudo da membrana plasmática, na disciplina de Biologia. (Curso 1995/96, La Laguna, Tenerife; cedido pela Profa. Maria Luz Rodríguez Palmero). Nota-se neste diagrama que os alunos se confundiram na parte de registros, 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.

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 e usá-los na resolução de problemas. É também aprender que esses conceitos e modelos são construídos, isto é, inventados pelo ser humano. Nesse sentido, o diagrama V pode ser um recurso instrucional muito útil.

Nas figuras 6 e 7 são dados mais dois exemplos de diagramas V para 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.

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.

Um diagrama V feito por alunos de Biologia

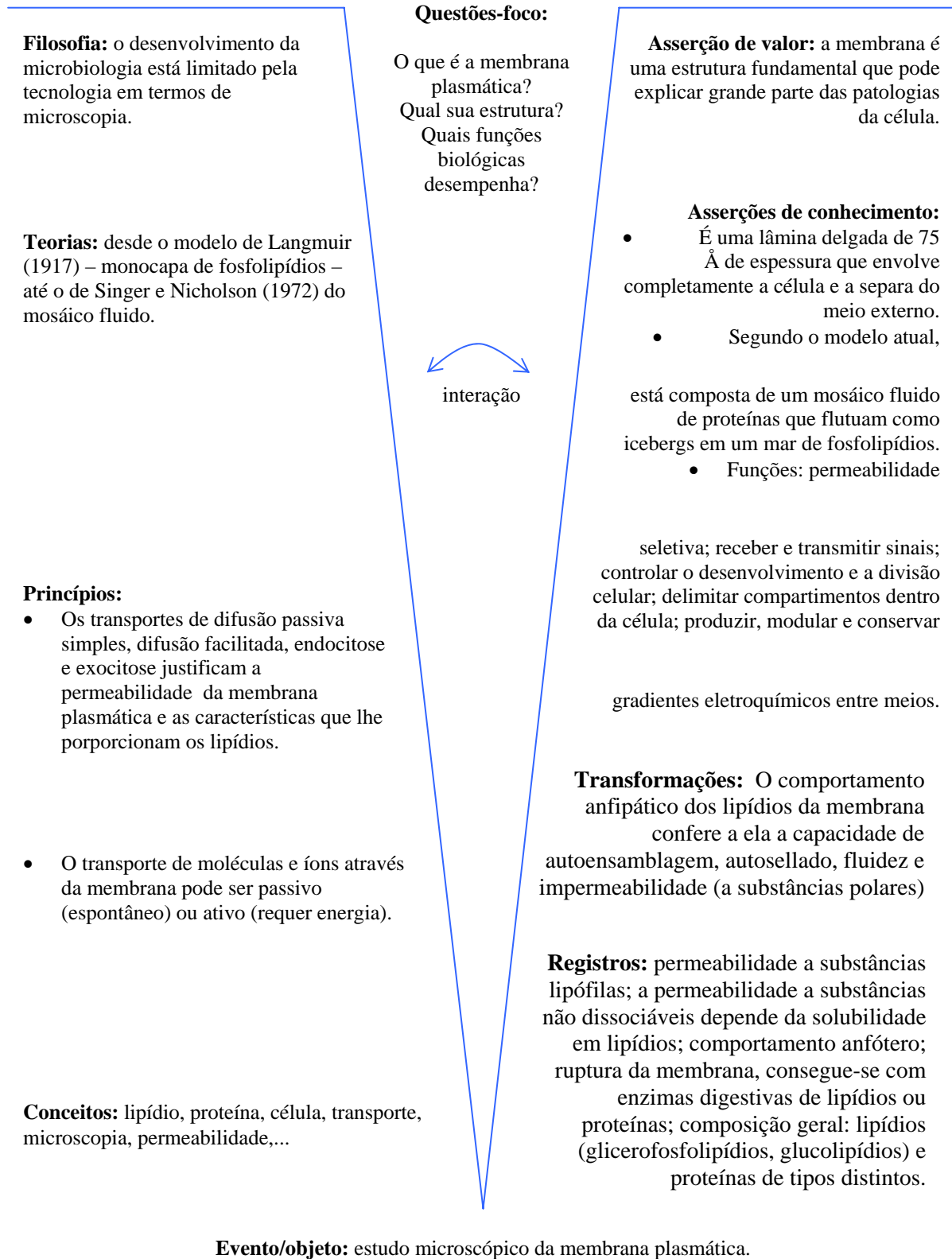


Figura 6. Diagrama V elaborado por um grupo de estudantes de COU (17/18 anos) relativo ao estudo da membrana plasmática, na disciplina de Biologia. (Curso 1995/96, La Laguna, Tenerife; cedido pela Profa. Maria Luz Rodríguez Palmero). Nota-se neste diagrama que os alunos se confundiram na parte de registros, 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 para a epistemologia de Laudan

Domínio conceitual

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

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

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.

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

Questões-básicas

Qual o objetivo da ciência?

Como progride o conhecimento científico?



interação

Domínio epistemológico

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

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".

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

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 7. Um diagrama V para a epistemologia de Laudan. (M.A. Moreira, 2005).

Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa¹

M. A. Moreira

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 new 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 "âncora" 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 "âncora", ou seja, assimilando o novo material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem.

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.

¹ Publicado, em espanhol, na *Revista Chilena de Educación Científica*, 7(2): 23-30, 2008. Revisado em 2016.

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 “âncoradouro”, o que fazer quando estes não existem?

Precisamente aí é que entra, segundo Ausubel, a utilização de organizadores prévios que sirvam de “âncoradouro provisório” para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos, idéias e proposições relevantes que facilitem a aprendizagem subsequente. 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 ou ela 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 explicitar 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 subsequente 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 frequência 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 registrar 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 subsequente 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 preparação²

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 perguntas³.

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

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 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.

- 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 medicamentos⁴

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 subsequente, 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 chocolate²

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 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.

⁴ Julia Menegola, *Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior*, Instituto de Física, UFRGS, 2006.

² Roberta Hansel de Moraes, *Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior*, Instituto de Física, UFRGS, 2006.

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 Taxonomia³

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 similaridades 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.

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.

³ Débora Evangelista, *Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior*, Instituto de Física UFRGS, 2006.

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 sugerir-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 ou ela 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*, nº9, 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-organizadores 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.

Negociação de Significados e Aprendizagem Significativa¹

M. A. Moreira

Resumo

O objetivo deste texto é o de evidenciar o importante papel do intercâmbio, troca ou “negociação”, de significados na aprendizagem significativa. Mais do que estratégias didáticas, a captação de significados e, finalmente, o compartilhar significados são essenciais para a aprendizagem significativa. Aliás, muitas estratégias e recursos didáticos só contribuem para a aprendizagem significativa porque viabilizam a negociação de significados. A argumentação feita ao longo do texto está baseada nas teorias de David Ausubel (aprendizagem significativa), Lev Vygotsky (interação pessoal mediadora) e D.B. Gowin (modelo triádico de um episódio de ensino).

Palavras-chave: aprendizagem significativa, captação de significados, interação social.

Abstract

The purpose of this paper is to call attention for the important role of the exchange, or “negotiation”, of meanings in meaningful learning. More than didactical strategies, the grasping of meanings and, eventually, the sharing of meanings, are essential for meaningful learning. In fact, many didactical strategies and resources facilitate meaningful learning just because they make possible the negotiation of meanings. The arguments presented throughout the text are based on the theories of David Ausubel (meaningful learning), Lev Vygotsky (the mediative personal interaction), and D.B. Gowin (the triadic model of a teaching episode).

Keywords: meaningful learning, grasp of meanings, social interaction.

Aprendizagem significativa

O núcleo da aprendizagem significativa é a interação cognitiva entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios, aos quais Ausubel (2000; Moreira, 2006) chama de conceitos subsunçores ou, simplesmente, subsunçores. Tais conhecimentos não são necessariamente conceitos, podem ser idéias, modelos, proposições, representações que servem de “âncora” para novos conhecimentos que, analogamente, podem ser conceitos, modelos, proposições representações a serem internalizados (reconstruídos) significativamente pelo aprendiz.

Como se trata de um processo interativo, nele ambos os conhecimentos, novos e prévios, se modificam: os novos conhecimentos adquirem significados e os prévios ficam mais elaborados, mais ricos em significados, mais estáveis cognitivamente e mais capazes de facilitar a aprendizagem significativa de outros conhecimentos.

¹ Publicado na revista *Ensino, Saúde e Ambiente*, 1(2): 2-13, 2008.

<http://www.ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/view/30/30>

Por exemplo, o conceito de campo gravitacional adquire significados para um aluno de Ensino Médio por interação com alguma idéia de campo que ele ou ela já tenha em sua estrutura cognitiva, normalmente o conceito cotidiano de campo. Nessa interação, campo gravitacional passa a significar algo para o aprendiz e o conceito prévio fica mais elaborado porque inclui então significados cotidianos e significados científicos. O processo pode continuar com a aquisição do conceito de campo eletromagnético, campo da força nuclear forte, campo da força fraca e outros campos que vierem a ser propostos pelos físicos. Se isso acontecer o subsunção campo será um “aglomerado de significados”, uns aceitos cientificamente e outros não, que deverão ser discriminados pelo sujeito que aprende. Este ponto será retomado mais adiante.

Nesse tipo de aprendizagem significativa, dita subordinada, o conhecimento prévio geralmente a facilita. No caso anterior, em Física normalmente diz-se que há um campo em uma região do espaço quando nela pode-se definir uma grandeza que varia de ponto a ponto. Assim, pode-se, por exemplo, falar em campo de temperaturas, campo de pressões, campo de forças, campo de velocidades. O conceito de campo do cotidiano do aluno pode ser, por exemplo, campo de futebol, pastagem, planície. Então, se o professor, como mediador, argumentar que alguma variável, alguma coordenada, alguma propriedade do solo, pode ser definida também nesse “campo”, provavelmente o significado cotidiano de campo será facilitador da captação do significado físico de campo.

No entanto, em alguns casos o conhecimento prévio pode ser bloqueador, impeditivo, da aprendizagem significativa. Por exemplo, o conceito de corpúsculo como um corpo muito pequeno, com uma massa muito pequena, ocupando um espaço muito pequeno – que é o significado usual de corpúsculo para a maioria das pessoas – praticamente impede a aprendizagem significativa do conceito de partícula elementar. Na Física Contemporânea, partículas elementares (quarks, por exemplo) não são corpúsculos, mas os alunos sempre os consideram como corpúsculos e têm muita dificuldade em aprender significativamente essa área da Física. Bachelard (1971) diria que a noção de corpúsculo funciona como obstáculo epistemológico. Ausubel, por sua vez, diria que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem, mas nem sempre essa influência é construtiva.

Estes exemplos ilustram a existência de significados cotidianos e significados aceitos cientificamente para determinado conceito, ou conhecimento de um modo geral. Calor é outro exemplo: no cotidiano é uma espécie de fluido invisível, na Física é energia em trânsito. Trabalho também é um bom exemplo: fisicamente é um produto escalar de dois vetores, cotidianamente está associado a esforço físico, salário, obrigações.

É claro que para aprender ciência é preciso discriminar entre significados aceitos no contexto científico e significados aceitos em outros contextos. Mas essa situação não é resolvida facilmente. Vejamos um pouco de Vygotsky.

Instrumentos e signos

Para Lev Vygotsky (1896-1934), o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural no qual ocorre. Os processos mentais superiores do indivíduo têm origem em processos sociais. O desenvolvimento desses processos no ser humano é *mediado* por instrumentos e signos construídos social, histórica e culturalmente no meio em que ele está situado.

Instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa, *signo* é algo que significa alguma coisa. Um garfo, por exemplo, é um instrumento; um computador também, mas os ícones nele utilizados são signos. As palavras são signos lingüísticos. A linguagem é um sistema articulado de signos; a Matemática e a Física também.

As sociedades constroem *instrumentos* e sistemas de *signos*; ambos são construídos ao longo da história dessas sociedades e modificam, influenciam, seu desenvolvimento social e cultural. É através da apropriação (internalização, reconstrução interna) dessas construções sócio-históricas e culturais, na *interação social*, que o indivíduo se desenvolve cognitivamente. Quanto mais ele ou ela vai utilizando signos e sistemas de signos, tanto mais vão se modificando, fundamentalmente, as operações mentais que é capaz. Da mesma forma, quanto mais instrumentos vai aprendendo a usar, tanto mais se amplia a gama de atividades nas quais pode aplicar suas novas funções mentais. O desenvolvimento das funções mentais superiores passa, então, necessariamente, por uma fase externa.

Interação social

A interação social é o veículo fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórica e culturalmente construído. Essa interação implica um mínimo de duas pessoas intercambiando *significados*; implica também um certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes desse intercâmbio, trazendo a ele diferentes experiências e conhecimentos, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Crianças, adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados; estão permanentemente interagindo socialmente em casa, na rua, na escola, no trabalho. Vygotsky considera esta interação fundamental para o desenvolvimento cognitivo e lingüístico de qualquer indivíduo.

Significados

Diretamente relacionada com a interação social está a aquisição de significados. *Signo* é alguma coisa que significa outra coisa. As palavras, como já foi dito, são signos lingüísticos. Gestos também são exemplos de signos. Os significados de palavras e gestos são construídos socialmente e, por isso mesmo, são contextuais. Determinada palavra, em outra língua pode não significar nada ou ter significado distinto. Gestos que têm um significado em uma cultura podem não tê-lo em outra. Todos significados são contextuais.

Por outro lado, dentro de um mesmo contexto, de uma mesma cultura, por exemplo, ou de uma mesma língua, determinados signos não significam nada (a rigor, não são signos) para um indivíduo que jamais teve oportunidade de captar significados para tais signos em interações sociais. A internalização (reconstrução interna) de signos é fundamental para o desenvolvimento humano, mas para isso o ser humano tem que passar a compartilhar significados já aceitos no contexto social em que se encontra, ou já construídos social, histórica e culturalmente. Percebe-se aí a importância crucial da interação social, pois é através dela que a pessoa pode captar significados e certificar-se que os significados que está captando são aqueles compartilhados socialmente para os signos em questão. Em última análise, portanto, a interação social implica, sobretudo, intercâmbio de significados. Para que uma criança, ou um adulto, internalize determinado signo é indispensável que o significado desse signo lhe chegue de alguma maneira (tipicamente através de outra pessoa) e que ela ou

ele tenha oportunidade de verificar (tipicamente externalizando para outra pessoa) se o significado que captou (para o signo que está reconstruindo internamente) é socialmente compartilhado.

Para Vygostky, significado não é o mesmo que sentido. Para ele, o *sentido é a soma dos eventos psicológicos que a palavra evoca na consciência. É um todo fluido e dinâmico, com zonas de estabilidade variável, uma das quais, a mais estável e precisa, é o significado que é uma construção social, de origem convencional (ou sócio-histórica) e de natureza relativamente estável* (Pino Sigardo, 2000, p. 45).

A linguagem

A linguagem é, para Vygotsky, o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo do ser humano porque o libera dos vínculos contextuais imediatos. O desenvolvimento dos processos mentais superiores depende de descontextualização e a linguagem serve muito bem para isso na medida em que o uso de signos lingüísticos (palavras, no caso) permite que o indivíduo se afaste cada vez mais de um contexto concreto. O domínio da linguagem abstrata, descontextualizada, flexibiliza o pensamento conceitual e proposicional.

A zona de desenvolvimento proximal

A *zona de desenvolvimento proximal* é definida por Vygotsky como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como medido através da solução de problemas sob orientação de alguém (um adulto, no caso de uma criança) ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1988, p. 97). A zona de desenvolvimento proximal define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão no processo de maturação. É uma medida do potencial de aprendizagem; representa a região na qual o desenvolvimento cognitivo ocorre; é dinâmica e está constantemente mudando.

O conhecimento como linguagem

Do que foi dito até aqui pode-se considerar que um determinado corpo organizado de conhecimentos é um sistema articulado de instrumentos e signos, ou seja, uma linguagem. As chamadas disciplinas como, por exemplo, a Física, a Química e a Biologia seriam linguagens. A Literatura e a Arte também seriam linguagens. Então, aprender Física, por exemplo, seria aprender a “falar Física”, a falar sobre o mundo usando outra linguagem.

Estas novas linguagens têm seus instrumentos e signos construídos social, histórica e culturalmente, tal como dizia Vygotsky quando se referia ao desenvolvimento cognitivo e a apropriação da língua que falamos.

Tomemos a Física novamente como exemplo: para o filósofo da ciência Stephen Toulmin (1977) seria uma população de conceitos (e técnicas) em evolução e aprendê-la implicaria um processo de enculturação; para Thomas Kuhn (1978) o que a caracterizaria em uma época de ciência normal seria a adoção de um paradigma, isto é, uma matriz disciplinar

com conceitos, proposições e procedimentos que teriam que ser aprendidos por quem quisesse saber Física.

Outros epistemólogos teriam visões semelhantes ou um pouco diferentes do que seria a Física, mas dificilmente fugiriam da idéia de que a comunidade de físicos desenvolveu instrumentos e procedimentos que devem ser aprendidos e signos cujos significados devem ser captados por quem quer aprender, ou fazer, Física.

Essa aprendizagem é mediada por algum físico ou algum professor de Física que utiliza a linguagem humana como meio de comunicação para facilitar a aquisição de outra linguagem, a científica.

Generalizando, pode-se dizer que no ensino, presencial ou a distância, o professor atua como mediador para facilitar ao aluno a internalização de instrumentos e signos de determinado corpo de conhecimentos. Naturalmente, essa mediação deve ocorrer dentro da zona de desenvolvimento proximal.

Esta abordagem ao ensino e à aprendizagem está muito bem explicitada em um modelo que será apresentado na seção seguinte.

O Modelo de Gowin

D. B. Gowin (1981), educador e filósofo da educação que muito contribuiu para desenvolvimento e consolidação da teoria da aprendizagem significativa, vê o processo ensino-aprendizagem como uma relação triádica que ocorre dentro de um contexto, como sugere a Figura 1. Nessa relação a linguagem é essencial.

Nesta relação triádica cabem algumas relações diádicas:

Professor – Materiais Educativos

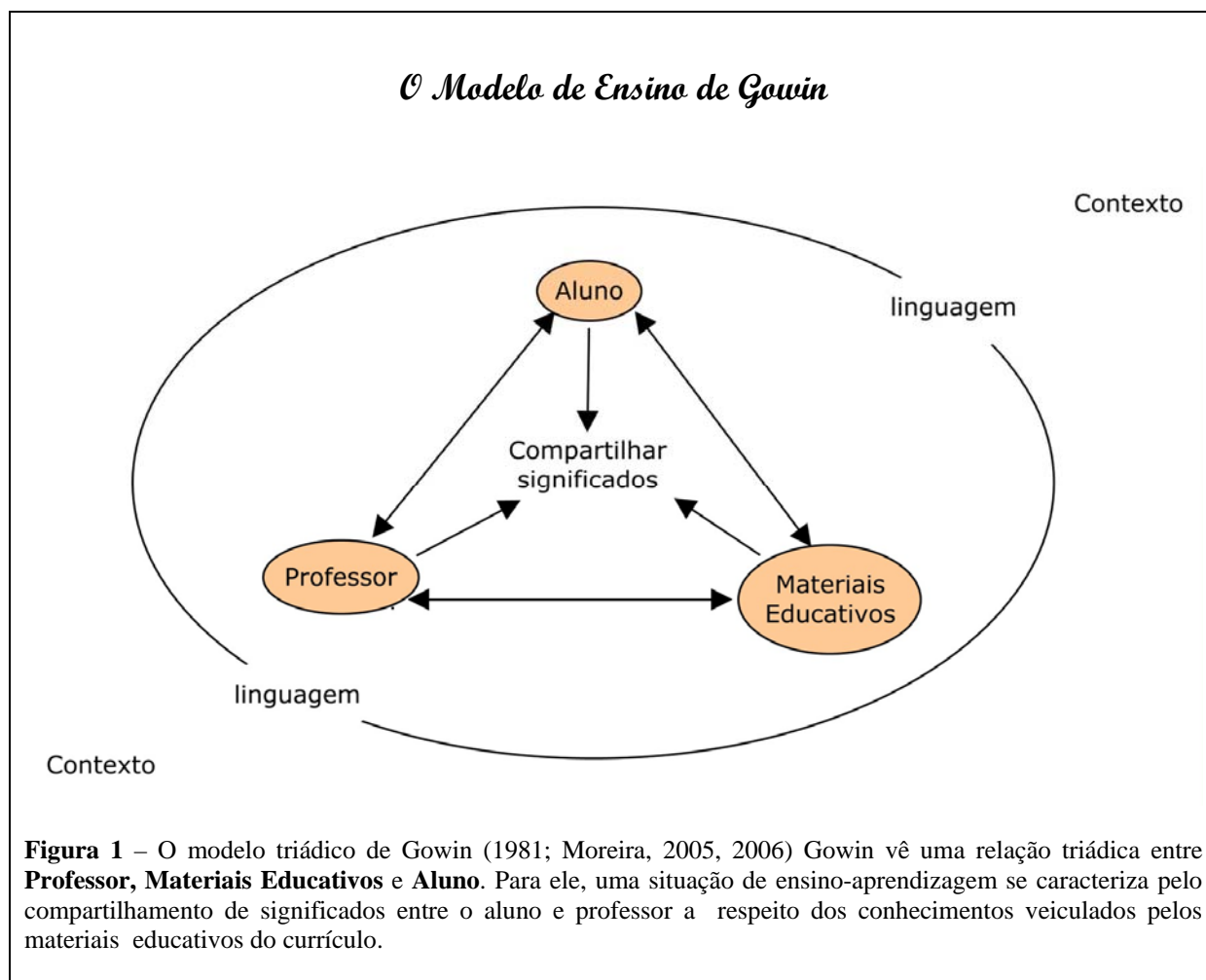
Professor – Aluno

Aluno – Aluno (Professor – Professor)

Aluno – Materiais Educativos

Cada uma destas relações pode ser educativa ou degenerativa. As primeiras são as que são estabelecidas de modo a ter um lugar na relação triádica. As relações degenerativas são aquelas que se tornam tão auto-contidas que interferem com a concretização da relação triádica.

O produto da relação triádica entre professor, materiais educativos e aluno é o compartilhar significados:



O ensino se consuma quando o significado do material que o aluno capta é o significado que o professor pretende que esse material tenha para o aluno (op.cit., p.81), ou seja, aquele aceito no contexto da matéria de ensino.

A negociação de significados

O modelo triádico de Gowin pode ser descrito da seguinte maneira Moreira (2006, pp. 163-165):

Um episódio de ensino ocorre quando é alcançado o compartilhar significados entre professor e aluno.

Usando materiais educativos do currículo, professor e aluno buscam congruência de significados.

Em uma situação de ensino, o professor atua de maneira intencional para mudar significados da experiência do aluno, utilizando materiais educativos do currículo.

Se o aluno manifesta uma disposição para a aprendizagem significativa, ele atua intencionalmente para captar o significado dos materiais educativos.

O objetivo é compartilhar significados.

O professor apresenta ao aluno os significados já compartilhados pela comunidade a respeito dos materiais educativos do currículo.

O aluno, por sua vez, deve devolver ao professor os significados que captou.

Se o compartilhar significados não é alcançado, o professor deve, outra vez, apresentar, de outro modo, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino.

O aluno, de alguma maneira, deve externalizar, novamente, os significados que captou.

O processo pode ser mais ou menos longo, mas o objetivo é sempre o de compartilhar significados.

Professor e aluno têm responsabilidades distintas neste processo.

O professor é responsável por verificar se os significados que o aluno capta são aqueles compartilhados pela comunidade de usuários.

O aluno é responsável por verificar se os significados que captou são aqueles que o professor pretendia que ele captasse, i.e., os significados compartilhados no contexto da matéria de ensino.

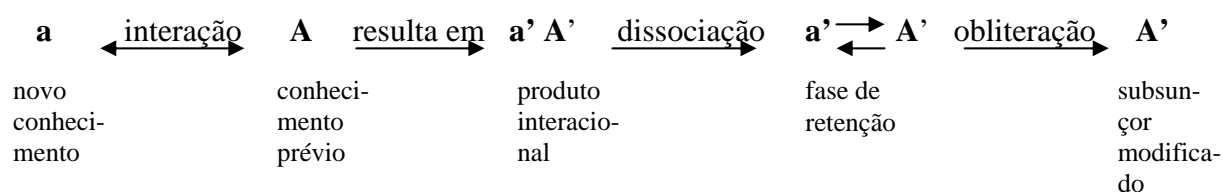
Se é alcançado o compartilhar significados, o aluno está pronto para decidir se quer aprender significativamente ou não.

O ensino requer reciprocidade de responsabilidades, porém aprender significativamente é uma responsabilidade do aluno que não pode ser compartilhada pelo professor.

Para aprender significativamente, o aluno tem que manifestar uma disposição de relacionar, de maneira não-arbitrária e não-literal, à sua estrutura cognitiva, os significados que capta dos materiais educativos, potencialmente significativos, do currículo.

Significados denotativos e conotativos

Do que foi dito nas seções anteriores fica claro que a negociação de significados é essencial para a aprendizagem significativa. Por exemplo, a aprendizagem significativa subordinada é assim representada:



ou seja, o novo conhecimento **a**, potencialmente significativo, interage com o conceito subsunçor **A** e passa a ser **a'** (adquire significado para o aprendiz) ao mesmo tempo que **A** passa a ser **A'** (adquire novos significados). Segue-se, então, uma fase de retenção e outra de obliteração cujo resultado final é o subsunçor modificado (a aprendizagem significativa de **a** é obliterada, mas fica contida residualmente em **A'**)

O processo assim esquematizado não oferece dificuldades de compreensão, mas não explicita que a interação cognitiva entre **a** e **A** deve ser mediada pela interação social, que em uma situação de ensino e aprendizagem esta interação é entre professor e aluno ou entre alunos.

Por outro lado, sempre se chama atenção que a interação cognitiva que caracteriza a aprendizagem cognitiva é *não-arbitrária* e *não-literal* (substantiva). Não-arbitrária quer dizer que **a** não interage com qualquer conhecimento prévio que exista na estrutura cognitiva, mas com conhecimentos especificamente relevantes. Não-literal quer dizer que o aprendiz não faz uma internalização *ipsis literis*, mas sim matizada com significados pessoais. Os conhecimentos (particularmente os signos de Vygotsky) têm dois tipos de significados: os *denotativos* que são compartilhados, aceitos contextualmente, e os *conotativos*, idiossincráticos, pessoais.

A captação e o compartilhamento de significados defendida no modelo de Gowin referem-se aos significados denotativos, mas é preciso levar sempre em consideração que ao aprender significativamente o indivíduo atribui também significados pessoais. Conseqüentemente, a captação de significados aceitos no contexto da matéria de ensino envolve também a discriminação entre significados denotativos e conotativos, não só entre aceitos nesse contexto e no cotidiano.

Assim, por exemplo, para aprender significativamente o conceito biológico de *seleção natural* o aprendiz deverá captar o significado de populações, consistindo de indivíduos únicos, e distingui-lo de significados idiossincráticos que possa ter para esse conceito.

Isso é muito importante na avaliação porque ao buscar evidências de aprendizagem significativa deve-se levar em conta que nessa aprendizagem a internalização de significados é substantiva, não-literal, não ao pé-da-letra.

Outro aspecto da negociação de significados a ser considerado, e que será deixado em aberto, é o papel que o computador já tem ou terá nesse processo: até que ponto a mediação humana (da pessoa) e semiótica (da palavra) já inclui, ou incluirá, o computador? Em que medida a relação triádica (aluno, professor, materiais educativos) de Gowin já é, ou será, quádrica, ou seja, inclui ou incluirá o computador como quarto elemento como sugere a Figura 2? A mediação será também do computador? Em que medida?

Conclusão

Atualmente, fala-se muito em atividades colaborativas como importante estratégia de ensino. De fato, são muito importantes porque viabilizam a interação social e a negociação de significados, não porque sejam novidade. Parece que finalmente as comunidades de educadores, particularmente na área científica, estão abandonando práticas tradicionais que não destacam a negociação de significados e acabam promovendo a aprendizagem mecânica, não a significativa.

Para concluir, procurou-se na Figura 3 estruturar o assunto deste texto em um diagrama V, ou seja, em um diagrama heurístico proposto pelo mesmo Professor Gowin (1981), do modelo triádico para o fenômeno educativo, para explicitar a estrutura de um conhecimento.

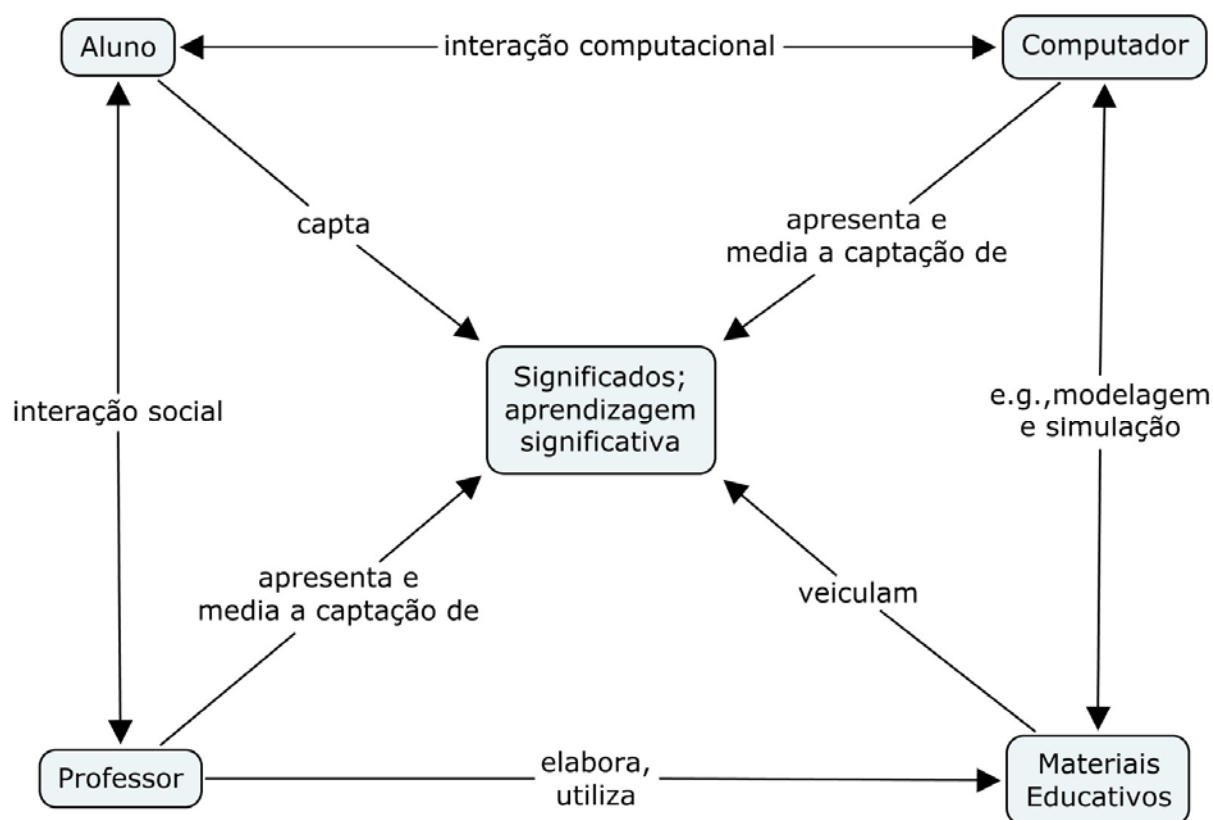


Figura 2. Um mapa conceitual para a visão interacionista-social de Gowin para a aprendizagem significativa

Domínio conceitual

Filosofia: aprender é captar e internalizar significados.

Teorias e modelos: a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel; o interacionismo social de Vygotsky; o modelo triádico de Gowin.

Princípios: o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem; os processos mentais superiores têm origem em processos sociais; o desenvolvimento cognitivo se dá através da apropriação, via interação social, de instrumentos e signos construídos social, histórica e culturalmente; o ensino se consuma quando os significados que o aluno capta para os conhecimentos curriculares são os que o professor pretende que ele capte e que correspondem aos significados aceitos na matéria de ensino.

Conceitos-chave: aprendizagem significativa; interação cognitiva; interação social; signos; significados; linguagem; mediação; zona de desenvolvimento proximal; captação de significados; negociação de significados.

Questão-básica

Qual o papel da negociação (intercâmbio) de significados na aprendizagem significativa?

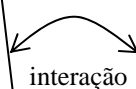
Domínio metodológico

Asserção de valor: a idéia de negociação, troca, intercâmbio de significados, deixa clara a importância da interação social, das atividades colaborativas, no ensino e na aprendizagem

Asserções de conhecimento: a negociação (intercâmbio) de significados tem um papel central na captação e internalização de significados contextualmente aceitos; nesse processo, o professor, como mediador, apresenta os significados aceitos pela comunidade de usuários e o aprendiz deve, necessariamente,

Transformações metodológicas: análise qualitativa, interpretativa, dos registros para acompanhar, inferir, a captação de significados aceitos no contexto da matéria de ensino.

Registros: as palavras do aluno, suas externalizações discursivas.



Evento: a internalização, reconstrução interna de significados, mediada pela pessoa (professor) e pela palavra (linguagem) em situação de ensino e aprendizagem.

Figura 3. Um diagrama V para o ensino e a aprendizagem sob a óptica da negociação, intercâmbio, troca de significados, a respeito dos conhecimentos veiculados pelos materiais educativos do currículo.

Referências

- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.
- Moreira, M.A. (2005). *Aprendizaje significativo: teoria y práctica*. Madrid: VISOR. 100p.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria de aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB. 185p.
- Vygotsky, L.S. (1988). *A formação social da mente*. 2ª ed. Brasileira. São Paulo: Martins Fontes. 168p.
- Pino Sigardo, A. (2000). O conceito de mediação semiótica em Vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano. (*Cadernos Cedes*, ano XX (24): 38-59).
- Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.; Cornell University Press. 210p.
- Bachelard, G. (1971). *Epistemología*. Barcelona: Editorial Anagrama. 254p.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana – Volumen 1: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial. 523p.
- Kuhn, T. (1978). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva. 257p.

*Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS**

M. A. Moreira

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 professores¹ 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.

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

* Publicado em espanhol no periódico *Aprendizagem Significativa em Revista*, 2011, vol. 1, n. 2, pp. 43-63 e em português na série *Textos de Apoio ao Professor de Física*, 2012, vol. 23, n. 3, 33p. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/download_arquivo.php?area=textos&id=159

¹ Professores e alunos serão usados ao longo deste texto como termos gerais, referindo-se à docência e à discência sem nenhuma alusão a gênero.

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 para a construção de uma UEPS.

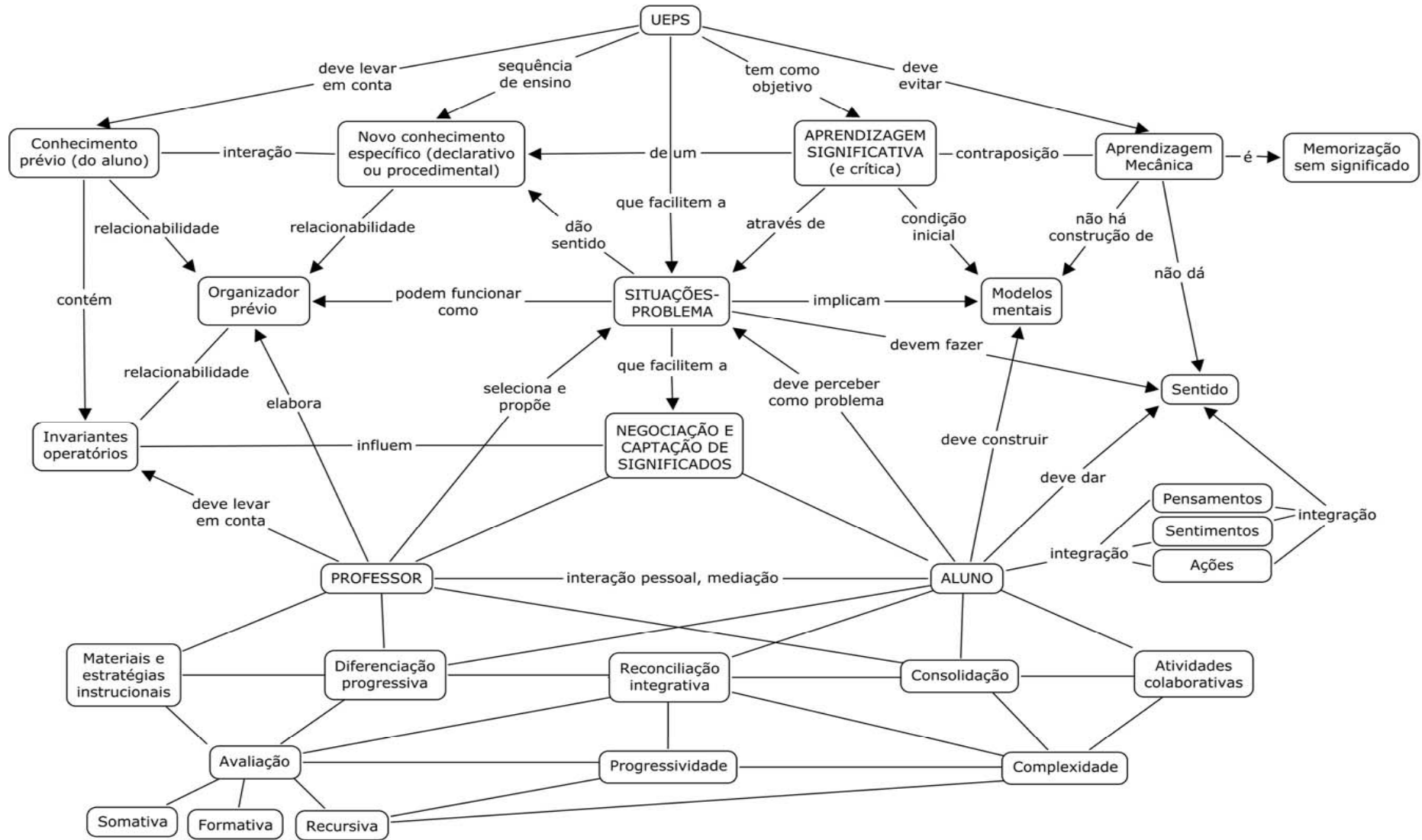


Figura 2 – Um mapa conceitual para a construção de uma UEPS. Neste mapa não foram colocados conectivos na parte inferior para que não ficasse muito denso. As flechas são usadas apenas quando se quer dar um sentido à leitura. É importante não confundir mapa conceitual com diagrama de fluxo. O mapa é estrutural,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

Subsunção: 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 subsunção 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. 111p.
- 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. *Recherches 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,

* Professor de Física Geral na graduação em Física e de Física Moderna e Contemporânea no Mestrado Profissional em Ensino de Física do Instituto de Física da UFRGS.

pp.133-139) e pedir a eles que 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 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.

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

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 Schrödinger 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

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. Revisão¹: 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 mecânica³ 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 animações⁴ 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*

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/immunovet/animacoes/mhci.html>
/http://www6.ufrgs.br/favet/immunovet/animacoes/mhcii.html

sanguíneos? Justifique a sua resposta. c) *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.

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 $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$. 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 “para” quando a cor estabiliza? Se a reação química “para”, ao mudarmos a temperatura, ela reinicia? Como a reação química pode “parar” se as moléculas estão em constante movimento? E se a reação não “para”, 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 “para”. 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 representação² 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

* 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); sensorio (cor da mistura, cheiro); microscópico (moléculas)

início, apenas com reagentes formando produtos na reação direta, passando pelo aumento da velocidade da reação inversa, até que a 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 \rightarrow produtos) ou inversa (produtos \rightarrow 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 = sensorio). (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 Louis 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 explicar 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.