

## MAPAS CONCEITUAIS E TEORIAS DE APRENDIZAGEM Concept maps and learning theories

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

### Resumo

Inicialmente, é feita uma introdução à estratégia dos mapas conceituais e seu potencial no contexto do ensino e da aprendizagem em sala de aula. A seguir, procura-se mostrar que essa estratégia é bastante coerente com algumas teorias de aprendizagem, ou enfoques teóricos, à aprendizagem e ao ensino. Ao final, destaca-se a necessidade de uma escola diferente, na educação contemporânea, podendo o mapeamento conceitual ser uma luz nessa direção.

**Palavras-chave:** mapas conceituais; teorias de aprendizagem; educação contemporânea.

### Abstract

Initially, an introduction is made to the concept mapping strategy and its potential in the context of classroom teaching and learning. Then, an attempt is made to show that this strategy is quite coherent with some learning theories, or theoretical frameworks, for teaching and learning. At the end, the need of a different school, in contemporary education, is stressed and argued that concept mapping might be a light sign in this direction.

**Keywords:** concept maps; learning theories; contemporary education.

### Introdução e contextualização

Mapas conceituais são diagramas conceituais, enfatizando conceitos, suas hierarquias e suas relações proposicionais no contexto de um corpo de conhecimentos.

Não devem ser confundidos com quadros sinópticos, organogramas, diagramas de fluxo e outros tipos de diagramas que têm finalidades distintas, ou seja, não são diagramas de conceitos nem estão comprometidos com relações entre conceitos.

Também não devem ser tomados como equivalentes a outros tipos de mapas como, por exemplo, mapas mentais (Buzan e Buzan, 2000) cuja principal função é criar uma associação de ideias.

Mapas conceituais, tomando a teoria da aprendizagem significativa (Ausubel, 1963, 1968, 2000) como principal referencial teórico, foram criados no início dos anos setenta do século passado, na Universidade de Cornell, pelo Professor Joseph Novak e seus estudantes de

pós-graduação para analisar transcrições de entrevistas clínicas centradas em como os alunos adquirem e usam conceitos científicos (Novak e Cañas, 2004).

Hoje, a técnica de mapeamento conceitual é amplamente usada com outros objetivos, em muitas áreas de conhecimento e em contextos diversos de sala de aula como, por exemplo, corporações, empresas. Inclusive, já foram realizados cinco congressos internacionais de mapas conceituais, cujas atas estão disponíveis em <http://cmc.ihmc.us/>.

Contudo, embora o mapeamento conceitual tenha atingido tamanha amplitude, neste texto sua abordagem estará restrita ao contexto da sala de aula. Neste contexto serão estabelecidas pontes entre mapas conceituais e teorias de aprendizagem ou, melhor, enfoques teóricos à aprendizagem e ao ensino. Em outras palavras, mostrar-se-á que o mapeamento conceitual é uma estratégia coerente com vários desses enfoques e com grande potencial para fomentar um ensino diferente, voltado para a aprendizagem significativa. Cabe ainda esclarecer que toda esta apresentação é feita no contexto da larga experiência do autor como professor e pesquisador em ensino na linha da aprendizagem significativa e dos mapas conceituais. Seu primeiro trabalho com mapas conceituais foi publicado em 1979.

### **Por que conceitos?**

A resposta é simples, porém profunda e complexa: porque vivemos em um mundo de conceitos, porque sem conceitos não conseguimos pensar, porque sem conceitos certas disciplinas, certos corpos de conhecimentos, não existiriam. A Óptica Geométrica, por exemplo, não existiria sem o conceito de raio de luz.

Para Stephen Toulmin (1977), um reconhecido filósofo da ciência, conceitos estão na essência da compreensão humana. Sem conceitos não compreendemos. Disciplinas são populações de conceitos em evolução. Ernst Mayr (1998), um consagrado biólogo, argumenta que as verdadeiras revoluções científicas são revoluções conceituais. Um novo conceito pode revolucionar uma ciência, como é o caso do conceito de quantização que revolucionou a Física.

Gérard Vergnaud (1990), um destacado psicólogo neopiagetiano, postula que a conceitualização é o núcleo, o âmago, do desenvolvimento cognitivo, ou seja, nos desenvolvemos cognitivamente à medida que conceitualizamos. Jerry Fodor (1998), outro conhecido psicólogo, sustenta que conceitos são átomos de nosso pensamento, por nós construídos e largamente compartilhados.

David Ausubel (1963, 1968, 2000), um grande nome na psicologia educacional, criador da teoria da aprendizagem significativa, considera que o ser humano vive em um mundo de conceitos em lugar de objetos, acontecimentos e situações.

Enfim, conceitos são fundamentais em nossa vida, nos conhecimentos que construímos, nos argumentos que usamos, nas disciplinas que criamos. Em tudo! Paradoxalmente, no entanto, na escola são pouco trabalhados, para não dizer ignorados. A escola se ocupa muito mais da memorização de informações, algoritmos, fórmulas, taxonomias, do que dos conceitos estruturantes de todas essas construções.

## O que são conceitos?

Não tem muito sentido seguir falando de conceitos e de mapas conceituais sem esclarecer o que se entende por conceito. Por outro lado, não é objetivo deste texto entrar em nenhuma teoria de conceitos, nem de como os construímos.

Ficaremos apenas com uma definição operacional do que são conceitos: *são regularidades ou padrões percebidos em objetos ou eventos, ou em registros de objetos ou eventos, designados por um rótulo, geralmente um símbolo linguístico.*

Por exemplo, a palavra *cadeira* aponta para regularidades em uma gama enorme de objetos que podem ser de madeira, metal, plástico, estofados ou rígidos, todos usados para sentar, etc. Mas se tais objetos não tiverem encosto não serão cadeiras e sim *bancos*, embora estes também sejam usados para sentar. Banco é outro conceito apontando para regularidades ou padrões em outro conjunto enorme de objetos. Porém esta mesma palavra no contexto econômico tem significados completamente diferentes e aponta para outras regularidades, outros padrões.

Estes exemplos são muito simples, mas palavras como justiça, direitos humanos, função, campo, esquema, subsunçor, aprendizagem significativa, mapa conceitual, também designam conceitos, embora mais difíceis de captar seus significados do que os de cadeira e banco mencionados antes.

Além disso, não tem muito sentido falar em conceitos isoladamente. Conceitos fazem parte de redes estruturais proposicionais hierarquizadas. Proposições são enunciados sobre objetos ou eventos relacionando dois ou mais conceitos. Por exemplo, a proposição “não há ensino sem aprendizagem” relaciona os conceitos de ensino e aprendizagem. Já a proposição “mapa conceitual é uma estratégia de ensino e aprendizagem”, relaciona estes dois conceitos com outros dois, o de mapa conceitual e o de estratégia.

Hierarquizadas significa que em um determinado contexto alguns conceitos são mais importantes, mais inclusivos, do que outros. Em outro contexto esses mesmos conceitos podem ser menos importantes, secundários.

Em um mapa conceitual conceitos são representados simbolicamente, em geral, por palavras e colocados dentro de “caixas” ou “balões”. Quando há uma relação entre dois conceitos que aparecem em um mapa conceitual, os mesmos são conectados por uma linha sobre a qual coloca-se um conector, uma palavra de enlace, geralmente um verbo, de modo a formar uma proposição, ainda que “em linguagem telegráfica”, que indica a relação existente entre esses conceitos.

Outra característica típica de um mapa conceitual é que os conceitos são estruturados de modo que o(s) conceito(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), aparece(m) na parte superior do mapa e os mais específicos, menos inclusivos, aparecem na parte inferior. Ou seja, são organizados em uma estrutura hierárquica vertical de cima para baixo, mas há também relações cruzadas, assim como de baixo para cima, e pode-se pensar em outro tipo de hierarquia conceitual no mapa como, por exemplo, do centro para as bordas. A hierarquia conceitual é um aspecto-chave de um mapa conceitual. Exemplos de mapas conceituais serão dados mais adiante.

## A base teórica: a teoria aprendizagem significativa de Ausubel

O mapeamento conceitual como estratégia de ensino aprendizagem é compatível com diversos enfoques construtivistas, mas sua fundamentação teórica é, claramente, a da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1963, 1968, 2000).

Aprendizagem significativa (*meaningful learning*) é aprendizado com significado, compreensão, capacidade de explicar, descrever, transferir, conhecimentos declarativos e procedimentais. É progressiva e resulta da interação cognitiva entre conhecimentos novos e prévios. Nessa interação o novo conhecimento deve relacionar-se de maneira não-arbitrária e não-literal com algo que o aprendiz já sabe.

Para Ausubel, se fosse possível isolar uma variável como a que mais influencia novas aprendizagens seria o conhecimento prévio do aprendiz. Em outras palavras, *aprendemos a partir do que já sabemos*.

Além do conhecimento prévio, outra variável fundamental para uma aprendizagem significativa é a intencionalidade, a predisposição para aprender. Quer dizer, *aprendemos se queremos*.

Em contraposição à aprendizagem significativa, mas não dicotomicamente, Ausubel define aprendizagem mecânica (*rote learning*) como aquela puramente memorística, com pouco ou sem significado, sem compreensão, sem capacidade para explicar. Serve para reproduzir, a curto prazo, respostas em provas quando a matéria é a mesma que “foi dada” em aula. É a que predomina na escola.

A estrutura cognitiva do ser humano, na perspectiva de Ausubel, é hierárquica e sua dinâmica é regida por dois princípios básicos, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, ou integradora. Hierárquica, reiterando, significa que conceitos e proposições mais gerais, mais inclusivos, estão em um nível mais alto enquanto que os mais específicos, menos inclusivos, estão em níveis inferiores. Mas essa hierarquia não é fixa. Por exemplo, um novo conceito aprendido de maneira superordenada pode ocupar o topo da hierarquia deslocando conceitos aprendidos anteriormente.

A diferenciação progressiva é o processo cognitivo segundo o qual ao aprender vamos buscando diferenciar os conhecimentos, i.e., como diferem ou não diferem, mas se diferenciarmos indefinidamente os conhecimentos acabarão compartimentalizados, sem relações. É preciso, então, buscar semelhanças entre conhecimentos aprendidos significativamente, procurando integrá-los. Este é o processo da reconciliação integrativa. Mas se integrarmos indefinidamente, nada se distinguirá de nada.

Isso significa que esses dois processos, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, ocorrem simultânea e progressivamente e o resultado é uma estrutura cognitiva dinâmica e hierárquica, buscando sempre equilíbrio e organização, segundo a perspectiva do ser que aprende. Como foi destacado antes, a intencionalidade para aprender é essencial.

A **Figura 1** apresenta esquematicamente a diferenciação progressiva (setas de cima para baixo) e a reconciliação integrativa (setas de baixo para cima).

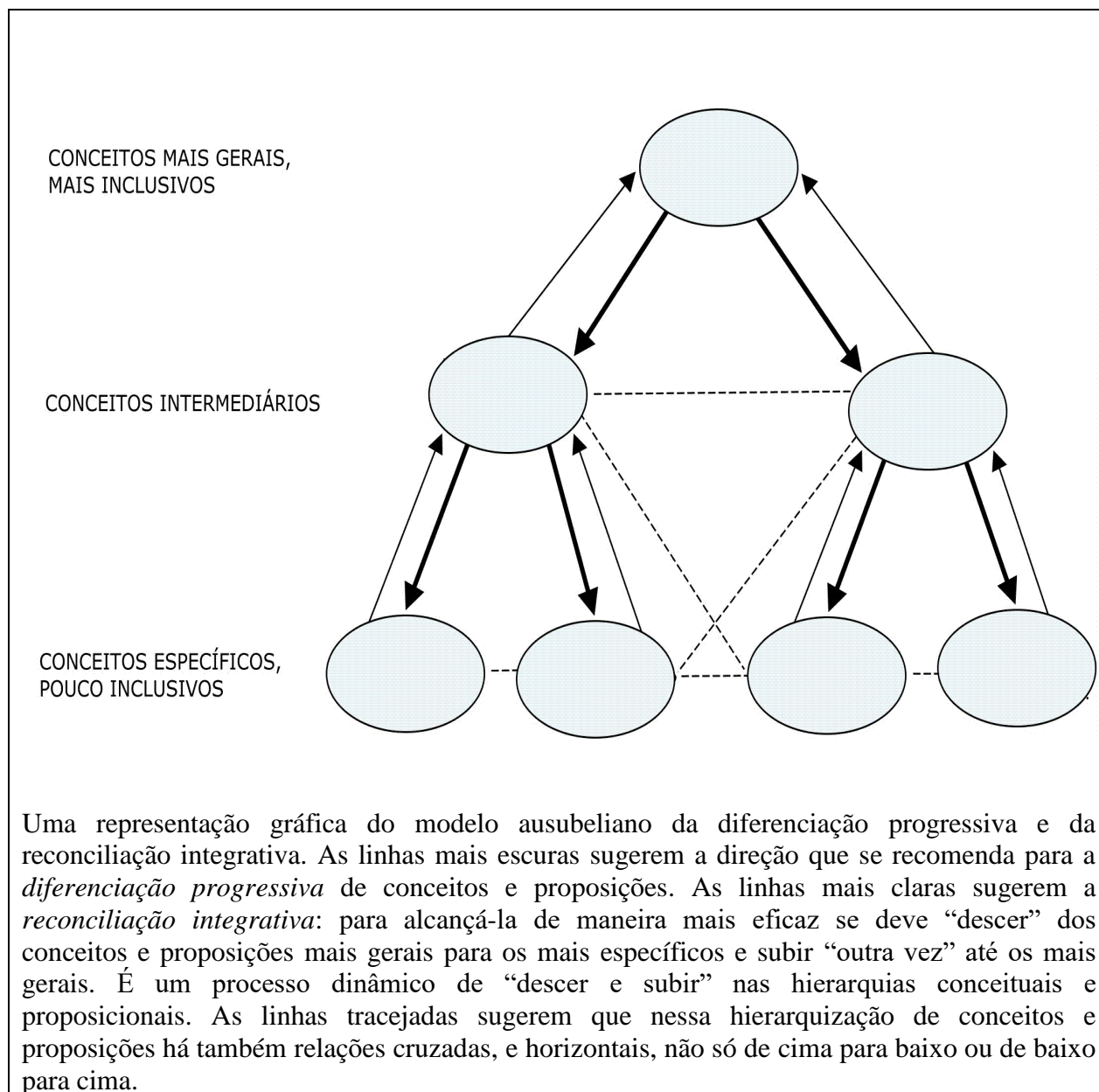


Figura 1. Um esquema para a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, processos da dinâmica da estrutura cognitiva.

Concluindo esta seção, a **Figura 2** apresenta um mapa conceitual para a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963, 1968, 2000). Este mapa, em uma estrutura coerente com o esquema da Figura 1, foi construído com o software CMapTools (<http://cmap.ihmc.us>).

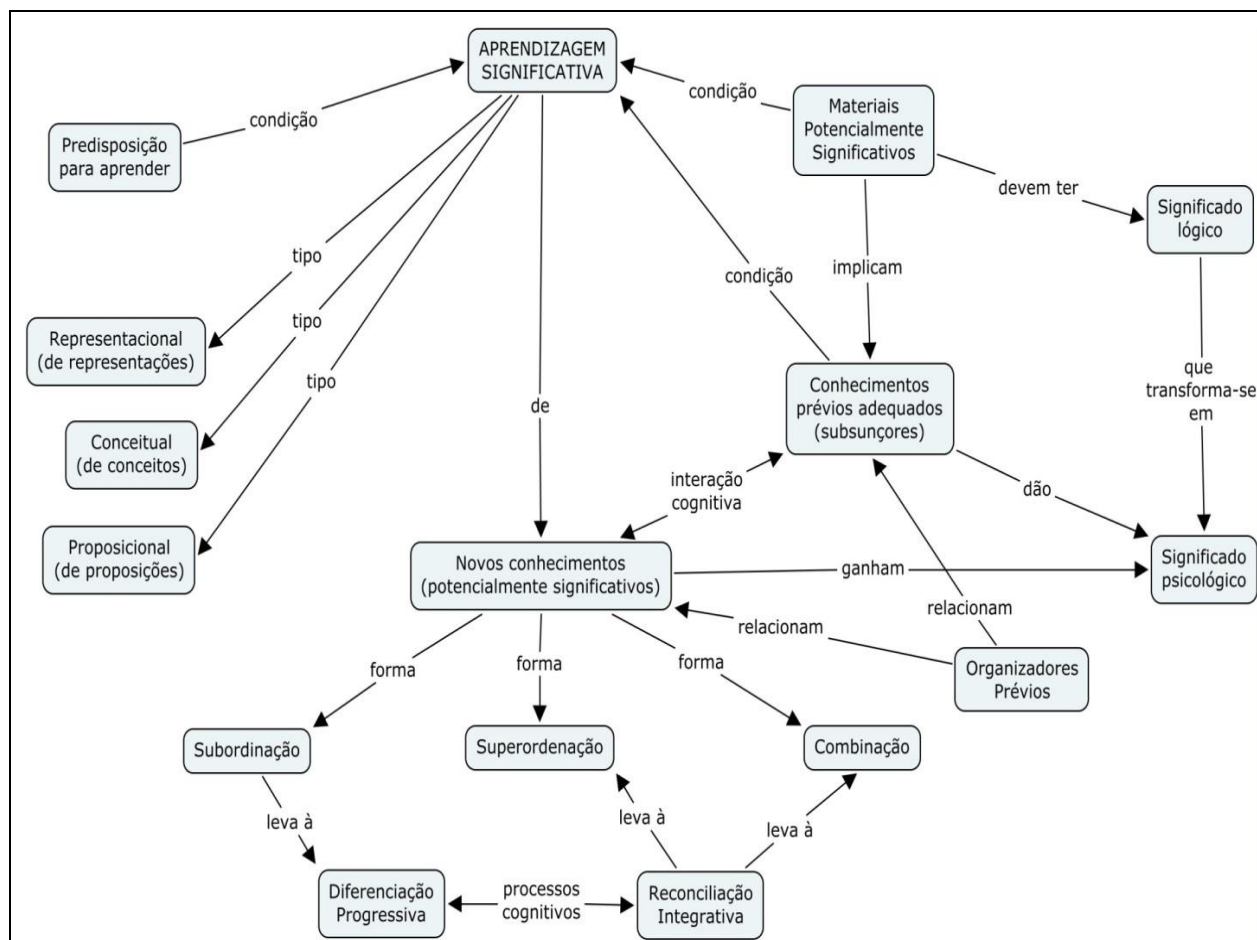


Figura 2. Um mapa conceitual para a Teoria Aprendizagem Significativa.

### A visão humanista de Novak

Joseph Novak, o criador dos mapas conceituais, é também um grande divulgador da teoria da aprendizagem significativa (Novak, 1977) e lhe dá uma visão humanista: *aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva, positiva, prazerosa, de pensamentos, sentimentos e ações conduzindo ao engrandecimento humano.*

Em outras palavras, quando aprendemos significativamente temos uma sensação boa. Mesmo quando os novos conhecimentos sofrem um processo natural de obliteração, permanecemos com a sensação de que “sabemos” e que esses conhecimentos podem ser recuperados, ou reaprendidos, com relativa facilidade. É a chamada assimilação obliteradora.

Por outro lado, quando a aprendizagem é mecânica, quando temos que memorizar mecanicamente, sem significado, uma grande quantidade de informações ou fórmulas e algoritmos, como costuma ocorrer nas aulas de Física e Matemática, a sensação é ruim, negativa. Por isso, é comum alunos dizerem que “odeiam” a Física e a Matemática. Nesse caso, a integração de pensamentos, sentimentos e ações, diferentemente do que propõe Novak, não é construtiva. Além disso, passado algum tempo, às vezes muito reduzido, a sensação é que nunca aprendemos essas informações. A retenção é mínima ou, quando existe, limitada a situações já bem conhecidas.

Mapas conceituais podem ajudar na aprendizagem significativa e é comum que os alunos tenham prazer em construí-los. É diferente de decorar conteúdos, é construir conhecimentos, é estruturar, relacionar, conceitos. Os alunos gostam de fazer mapas conceituais em duplas, ou em pequenos grupos, e depois apresentá-los ao grande grupo, com a possibilidade de modificá-los após a apresentação.

Novak sugere também que mapas conceituais podem ser instrumentos efetivos de avaliação da aprendizagem, assim como de planejamento do ensino.

No entanto, a avaliação de mapas conceituais quantificada, do tipo “mapa correto”, é comportamentalista. O mapa conceitual dá *evidências* de aprendizagem. Sua avaliação deve ser predominantemente qualitativa, formativa, recursiva. Em termos de promoção da aprendizagem significativa, é mais importante o processo de sua construção do que o produto final.

Na **Figura 3** é mostrado um mapa conceitual feito por um estudante de Engenharia em uma disciplina de Física Geral sobre Eletromagnetismo. Esse mapa foi construído, e explicado, pelo estudante após a décima unidade de estudos de um total de vinte. Os conceitos que estão dentro de “balões” tracejados foram inseridos no mapa depois de um diálogo com o professor.

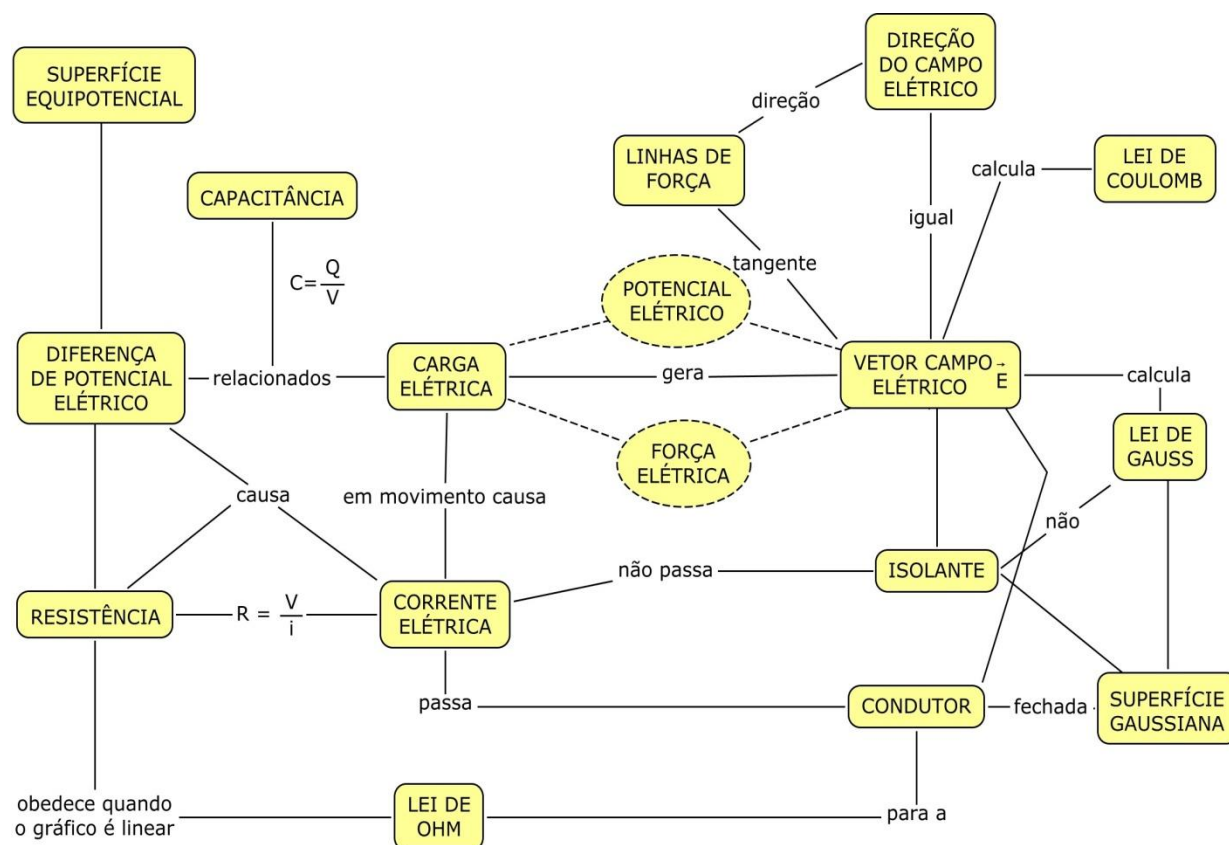


Figura 3. Mapa conceitual elaborado por um estudante de Engenharia. Os conceitos que estão dentro de “balões” tracejados foram acrescentados após “negociação de significados” com o professor. As palavras que seguem são do aluno explicando seu mapa.

“Coloquei carga elétrica no centro do mapa porque está nos fundamentos do eletromagnetismo. Depois tentei separar tudo a fim de ver melhor e também tentei relacionar tudo que era importante.”

“Força elétrica entraria no mapa através de sua relação com potencial uma vez que potencial está relacionado com trabalho e a fim de realizar trabalho é necessária uma força.” (O estudante estava, na verdade, falando sobre diferença de potencial elétrico.)

“Não sei onde o conceito de potencial elétrico seria colocado no mapa.”

“O campo de um isolante não pode ser calculado com a Lei de Gauss. Em um isolante a corrente não passa porque não há campo dentro dele.”

“Os conceitos menos importantes seriam superfície equipotencial, direção de  $\vec{E}$ , Lei de Ohm; em geral, estes estão na periferia do mapa apenas para calcular o campo, não são conceitos importantes.”

Analisando a Figura 3, cabe perguntar: Está errado o mapa? Terá uma nota baixa, pois falta um conceito chave? Estas perguntas são comportamentalistas e deixam de lado a grande informação avaliativa que o professor pode obter com o mapa e a explicação do aluno. Por exemplo, dificilmente o professor se daria conta que para esse aluno “se não há corrente elétrica é porque não há campo elétrico”. (Pode haver campo mas sem intensidade suficiente para provocar um fluxo de elétrons.)

Importante também foi a oportunidade fornecida pelo mapa elaborado pelo estudante de negociar (e aprender) com o professor onde colocar os conceitos de potencial elétrico e força elétrica.

Tudo isso seria perdido se o mapa fosse simplesmente avaliado em termos de alguma rubrica a fim de dar-lhe uma nota, uma pontuação.

Outro aspecto importante nesta experiência é o fato de o mapa conceitual não ser auto explicativo. É fundamental que o construtor do mapa o explique e, em contexto de sala de aula, “negocie” significados com seus colegas e professor.

### **O comportamentalismo de Skinner**

A ideia-chave do comportamentalismo skinneriano é a de que o comportamento é controlado pelas consequências. Diferentemente do condicionamento respondente pavloviano, no qual respostas involuntárias são eliciadas por determinados estímulos, no condicionamento operante skinneriano em seres humanos (e animais) as respostas frente a certos estímulos podem variar, mas dependendo do que ocorre após a resposta, o indivíduo pode apresentá-la novamente para receber a “recompensa” (i.e., o reforçador positivo).

A abordagem behaviorista de Skinner limita-se ao estudo de comportamentos (objetivos comportamentais) manifestos e mensuráveis. Não leva em consideração o que ocorre na mente



do sujeito durante o processo de aprendizagem. O que importa é o comportamento desejado, a resposta certa. No ensino, estimula a aprendizagem mecânica.

Na medida em que o uso de mapas conceituais estiver focado no “mapa correto”, na avaliação numérica dos mapas, um novo instrumento está sendo usado dentro da mesma abordagem comportamentalista skinneriana que domina o ensino na maioria das escolas há muito tempo.

Como já foi dito, para promover uma aprendizagem significativa é mais importante o processo de fazer, discutir, apresentar, modificar mapas conceituais, do que o mapa final.

### Mapas conceituais como instrumento para “negociar” significados: o modelo de Gowin.

D.B. Gowin (1981) vê uma relação triádica entre *Professor*, *Materiais Educativos* e *Aluno* como apresentado na **Figura 4**. Para ele, uma situação de ensino-aprendizagem se caracteriza pelo compartilhamento de significados, entre aluno e professor, sobre conhecimentos veiculados pelos materiais educativos do currículo. Essa relação ocorre dentro de um contexto e nela a linguagem é essencial.

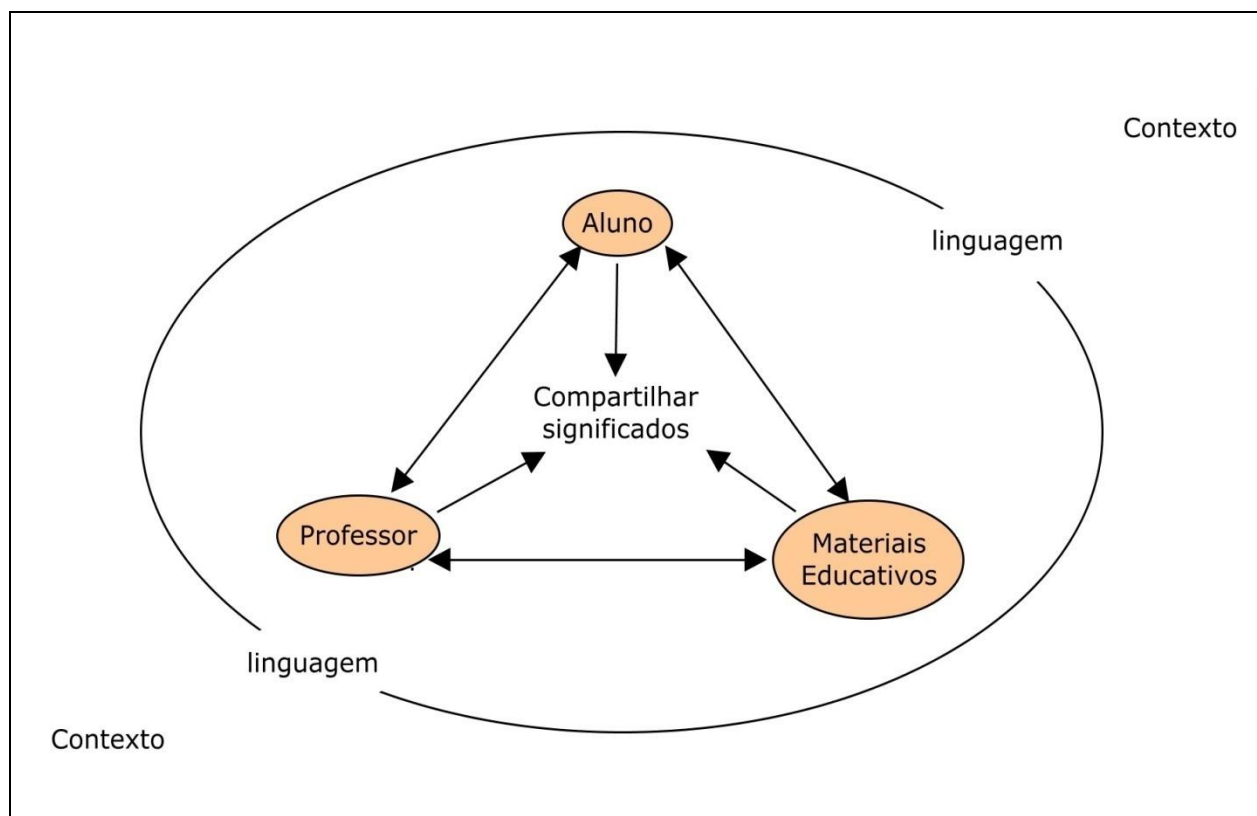


Figura 4. O modelo triádico de Gowin

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.

Como já foi dito, mapas conceituais feitos em pequenos grupos, ou individualmente, e depois apresentados ao grande grupo são um excelente instrumento para “negociar significados” com o objetivo de compartilhá-los.

Para Gowin, o ensino acontece quando o significado, de algum conhecimento, que o aluno capta é o significado que o professor pretende que seja captado e que é o significado aceito no contexto da matéria de ensino. Mapas conceituais podem ajudar muito no alcance desse objetivo.

### **A educação bancária e a educação dialógica de Freire**

*Na educação bancária*, estudar é memorizar conteúdos mecanicamente, sem significados. O que se espera do educando é a memorização dos conteúdos nele “depositados”. A compreensão e a significação não são requisitos, a memorização mecânica sim.

*Na educação dialógica*, estudar requer apropriação da significação dos conteúdos, a busca de relações entre os conteúdos e entre eles e aspectos históricos, sociais e culturais do conhecimento. Requer também que o educando se assuma como sujeito do ato de estudar e adote uma postura crítica e sistemática.

Na medida em que, em situação formal de ensino, mapas conceituais são construídos, apresentados, discutidos e reconstruídos, a dialogicidade proposta por Freire (2007) ocorre naturalmente, afastando-se da ideia de depositar conhecimentos na cabeça do aluno.

### **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud**

Para Gérard Vergnaud (1990), a conceitualização é o núcleo do desenvolvimento cognitivo. O sujeito se desenvolve cognitivamente à medida que conceitualiza.

Para esse teórico, são as situações que dão sentido aos conceitos. Para serem aprendidos significativamente os novos conhecimentos devem fazer sentido para o aprendiz.

Considerando que os mapas conceituais são diagramas de conceitos e suas relações hierárquicas, fica claro que sua construção e reconstrução contribuem para a conceitualização e, conseqüentemente, para o desenvolvimento cognitivo na ótica de Vergnaud.

Além disso, pode-se também relacionar a construção de mapas conceituais com o domínio de um determinado campo conceitual (um conjunto muito grande de situações-problema): assim como o domínio de um campo conceitual é um processo lento, não-linear, com rupturas e continuidades, a construção de mapas conceituais também pode ser lenta, não-linear, e apresentar rupturas (mudanças) e continuidades (melhorias na estruturação dos mapas).

### **Aprendizagem ativa e a prática deliberada de Wieman**

Criticando o ensino tradicional, Carl Wiemann (2013) defende a aprendizagem ativa (*active learning*) e o ensino centrado no aluno: *o que funciona melhor do que aulas expositivas e temas (problemas) de casa é ter os alunos trabalhando em pequenos grupos com a mediação*

*de professores que podem ajudá-los a aplicar conceitos básicos a situações da vida real.* (p.294). Essa dinâmica envolve atividade mental, diferentemente de uma mera motivação na qual, muitas vezes, o aluno executa tarefas mecanicamente sem refletir sobre significados relacionados à mesma.

Segundo sua experiência, a melhor maneira de implementar a aprendizagem ativa e o ensino centrado no aluno é fundi-los no conceito de prática deliberada (*deliberate practice*).

A *prática deliberada* envolve o aprendiz na resolução de um conjunto de tarefas ou problemas que são desafiadores, mas factíveis viáveis, e que envolvem a prática de raciocínio e desempenho científicos. O professor, mediador, oferece incentivos apropriados para estimular os alunos a dominar as competências necessárias, assim como uma contínua realimentação para mantê-los ativos. (ibid.)

A construção de mapas conceituais em pequenos grupos, com a mediação do professor, pode enquadrar-ser muito bem no que Wieman chama de prática deliberada. Essa construção pode ser parte das tarefas ou problemas que Wieman propõe ou, talvez, possa ser uma tarefa em si.

## **Resumindo**

Mapas conceituais como instrumento de ensino e aprendizagem podem facilitar a aprendizagem significativa (Ausubel e Novak), a negociação e captação de significados (Gowin), a conceitualização (Vergnaud), a educação dialógica (Freire), a aprendizagem significativa ativa e o trabalho em pequenos grupos (Wieman).

No entanto, mal utilizados, dentro de uma visão comportamentalista (Skinner) tradicional, podem continuar estimulando a velha e inútil aprendizagem mecânica.

## **Concluindo: treinamento ou educação?**

A escola atual, em qualquer nível, está direcionada à testagem. O ensino é tomado como sinônimo de preparação para a testagem. O termo “*teaching for testing*” está consagrado internacionalmente. Os livros de texto são manuais. O mais importante para o aluno é memorizar mecanicamente as respostas corretas a serem dadas nas provas. Para a escola, o mais importante é o número de alunos que dão as respostas corretas nos testes, nas provas nacionais e internacionais.

Tudo isso é treinamento. Onde fica a educação? Infelizmente, parece perdida, praticamente não existe.

O uso de mapas conceituais como estratégia de ensino poderia ser uma esperança para mudar esse panorama de ensino para a testagem na educação contemporânea?

Esperemos que sim! Mapas conceituais não têm resposta correta. São construídos individualmente ou em pequenos grupos. São apresentados aos colegas, recebem críticas, sugestões, e podem ser modificados recursivamente. Não tem sentido decorar mapas conceituais. O importante é o processo de construí-los. Enfatizam conceitos, suas relações e hierarquias. Conceitos estão na essência do conhecimento e da compreensão humana.

Na medida em que o mapeamento conceitual servir de exemplo para outras estratégias, opostas ao treinamento, ao comportamentalismo exacerbado, o ensino poderá mudar e voltar a ser um lugar comum da educação.

## Referências

- Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York and London: Grune & Stratton.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Buzan, T. and Buzan, B. (2000). *The mind map book*. London: BBC Books.
- Fodor, J.A. (1998). *Concepts. Where cognitive science went wrong*. Oxford: Clarendon Press.
- Freire, P. (2007). *Pedagogia da autonomia*. 36ªed. São Paulo: Paz e Terra.
- Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Mayr, E. (1998). *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: Editora da UnB.
- Moreira, M.A. (1979). Concept maps as tools for teaching. *Journal of College Science Teaching*, Washington, 8(5): 283-285.
- Novak, J.D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Novak, J.D. and Cañas, A.J. (2006). The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. *Information Visualization Journal*, 5(3): 175-184.
- Skinner, B.F. (1972). *Tecnologia do ensino*. São Paulo: Herder.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana – Volume I: El uso colectivo y la evolución de conceptos*. Madrid: Alianza.
- Vergnaud, G. (1990). La Théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23): 133-170.
- Wieman, C. (2013). Transformation is possible if a university really cares. *Science*. Vol.340, pp.292-296.