

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS CIENTÍFICOS DAS CIÊNCIAS NATURAIS: O MAPA CONCEITUAL COMO RECURSO DIDÁTICO

Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira
Centro Universitário Metropolitano de São Paulo
Conceição Aparecida Soares Mendonça
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO: O estudo promoveu intervenção a favor da aprendizagem significativa de conceitos das Ciências Naturais, analisou e respondeu a questão: o Mapa Conceitual como recurso didático facilita a aprendizagem significativa de conceitos científicos no Ensino Fundamental? Adotou a interdependência entre o ensinar/aprender/investigar em sala de aula. O ensinar e aprender foram subsidiados por estratégia didática capaz de negociar conceitos relevantes para o tema, bem como promover avanços nos conhecimentos prévios dos alunos, garantindo os dados da investigação sobre o potencial do Mapa Conceitual para a aprendizagem. Apresentamos um recorte das análises elaboradas, discutindo alguns Mapas Conceituais produzidos. Os resultados favoreceram a incorporação do Mapa Conceitual no Ensino Fundamental e permitiu integrar investigação e ensino.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências, Aprendizagem Significativa, Recurso Didático.

OBJETIVOS: Além de intervir a favor da aprendizagem significativa de conceitos científicos das Ciências Naturais, o estudo analisou e respondeu questão pertinente ao uso do Mapa Conceitual (MC) em sala de aula do Ensino Fundamental (EF). A questão foi proposta durante investigação-ação desenvolvida com futuros professores de ciências, assim descrita: O uso do MC como recurso didático facilita a aprendizagem significativa de conceitos científicos no contexto da sala de aula no EF? Defendendo o uso do MC, objetivamos compreender sua potencialidade no processo de aquisição de conceitos, atuando como recurso facilitador da aprendizagem de temas das Ciências Naturais na sala de aula do EF.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Fundamentamos na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, em aportes de Novak e Gowin (1999) e Moreira (2010). Na concepção ausubeliana, aprender significativamente implica em criarmos condições para que o aluno possa significar os conceitos da matéria de ensino. Isso resulta em assimilação de conhecimento, inicialmente, em base representativa, e à medida que as provas de atri-

butos essenciais são apresentadas, por definição ou pelo contexto, podem ser incorporadas à estrutura cognitiva do aluno, ainda no final do EF. Em função, no início do Ensino Médio, o aluno se abstrai dessas provas e relaciona os atributos essenciais dos conceitos a sua estrutura cognitiva. Logo, toda intervenção deve promover inferências, abstrações, discriminação, descobrimento, representação, abrangidos em contínuos encontros do aluno com instâncias de objetos, eventos e conceitos mediados pelo professor (Ausubel, 2002). Caso contrário, resulta na ausência de conhecimentos prévios relevantes sobre os conceitos científicos, capazes de interagir e modificar-se ao longo da aprendizagem, acarretando fragilidades conceituais (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980). O conhecimento prévio sobre o conteúdo de ensino necessita ser explicitado pelo aluno, para tornar-se a linha de força na condução da aprendizagem. De acordo com Novak e Gowin (1999), o MC é um instrumento didático capaz de evidenciar a aprendizagem de conceitos científicos da matéria de ensino na perspectiva ausubeliana.

METODOLOGIA

Adotamos a interdependência entre o ensinar, aprender e investigar com suporte metodológico nas abordagens quantitativa e qualitativa. O ensinar e aprender foram garantidos com a construção de estratégia didática, capaz de compartilhar e negociar conceitos prévios, garantindo os dados da investigação com alunos do 9º ano, de uma Escola Estadual, de Guarulhos, SP, Brasil.

Na abordagem quantitativa, usamos o método quase experimental (Moreira & Rosa, 2007), elegemos 2 grupos, a turma B (20 alunos) e a turma A (23 alunos). Os dados foram obtidos por avaliação diagnóstica (AD) (Meneses Villagrà, 2001). A AD constituiu-se de 20 questões (Quadro 1). Após validação do conteúdo (Carvalho, 2006), aplicamos a AD na turma B, e corrigimos as respostas, atribuindo notas de 0,0; 0,25; 0,5 conforme acertos. Na verificação da fidedignidade, calculamos o coeficiente alfa (Moreira & Veit, 2007) das respostas, que foi 0,868. Isso significa que as questões ao serem aplicadas em outras turmas do 9º ano oferecem os mesmos dados e conduzem a resultados semelhantes (Moreira, 2011).

A AD evidenciou conhecimentos prévios sobre propriedades dos materiais, base para a compreensão dos fatores que influenciam a transformação dos mesmos, permitido seu uso no processo de produção. A partir da análise, planejamos a estratégia didática de intervenção em 8 unidades de ensino, contendo atividades de leitura, interpretação de textos e figuras; resolução de problemas, proposição de hipóteses e observação de fenômenos (Jiménez Alexandre et al., 2009) que resultaram em produções. A turma A interpretou textos, registrou observações, resolveu problemas, e a turma B produziu MCs.

No final da intervenção (60 aulas), avaliamos (AP) com o mesmo instrumento da AD. Na comparação do desempenho utilizamos o Teste *t* pareado, para verificar se as médias, com um determinado grau de segurança, são diferentes estatisticamente. A hipótese nula “*uso do MC não faz efeito na aprendizagem*” foi testada nas duas turmas. Quanto ao tratamento estatístico apresentamos resultados parciais do estudo descritivo e analítico. Discutimos a evolução na aprendizagem das turmas por meio das notas da AD e AP, identificando 5 categorias de evolução (Tabela 1 e 2).

No qualitativo expomos 2 MCs, produzidos na turma B, analisados em sua estrutura conceitual e apresentação oral (Novak & Gowin, 1999). As análises dos conteúdos dos mapas não se apoiam em modelos e processos classificatórios, adotamos critérios de interpretação interativa (Laville & Dionne, 1999) devido a sua característica idiossincrática e ao contexto em que foi produzido.

Quadro 1.
Questões da avaliação e indicadores de aprendizagem

Questões	Referências	Indicador de Aprendizagem
2. Dos materiais relacionados acima: a) quais são flexíveis e quais não são flexíveis? b) quais são mais resistentes quando submetidos a um impacto? c) qual é o de maior dureza? d) qual é o mais maleável? e) qual tem mais brilho? f) qual apresenta cor?	Propriedades dos materiais	2) Diferenciação das propriedades dos materiais
3. Em sua opinião, o que faz com que um material seja: a) flexível: b) resistente a um impacto e ao desgaste: c) maleável: d) tenha brilho e cor.	Interações dos materiais com força mecânica e luz.	3) Reconhecimento das propriedades dos materiais
4. a) Imaginem que as partículas que constituem os materiais sejam esferas minúsculas, invisíveis mesmo com os mais potentes microscópios. Descreva de que forma você iria explicar para seus colegas sobre essas partículas.	Modelos explicativos	4) Proposição de explicações baseadas em modelos interpretativos.

RESULTADOS

Embora o resultado do estudo descritivo (Fig. 1) tenha atendido a nossa expectativa, no contexto da aprendizagem, o inesperado é revelado na categoria dos retrocessos (Tabela 1 e 2), que acolheu 4 alunos na turma B e 5 na turma A.

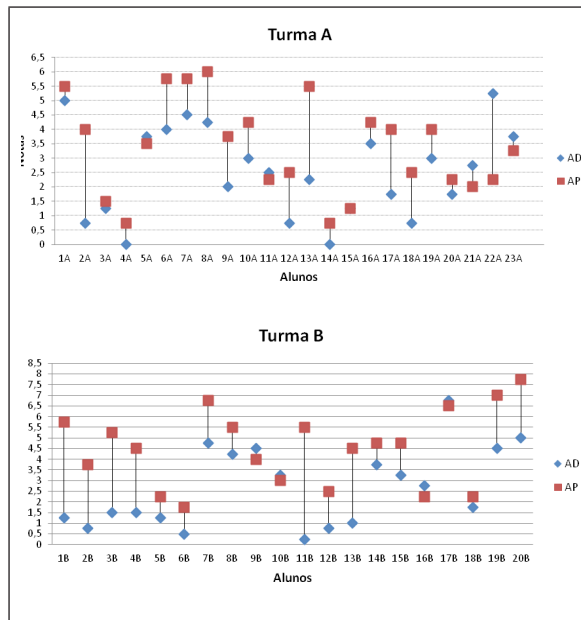


Fig. 1. Evolução das notas AD e AP.

Tabela 1.
Distribuição dos alunos por categorias (turma A)

Categorias	Alunos	Variação	Qt
Maior amplitude	2A, 13A,	$\geq 3,5$	2
Amplitude regular	6A, 8A, 9A, 12 A, 18 A, 17 ^a	2,1 a 3,4	6
Menor amplitude	1A, 4A, 7A, 10A, 14A, 16A, 19A, 20A	0,1 a 2,0	8
Retrocederam	5A, 11A, 21A, 22A, 23A	$< 0,0$	5
Mesmo patamar	3A, 15A	$= 0,0$	2

Tabela 2.
Distribuição dos alunos por categorias (turma B)

Categorias	Alunos	Variação	Qt
Maior amplitude	1B, 2B, 3B, 4B, 11B, 13B, 19B, 20B	$\geq 3,5$	8
Amplitude regular	7B, 12B	2,1 a 3,4	2
Menor amplitude	5B, 6B, 8B, 14B, 15B, 18 B	0,1 a 2,0	6
Retrocederam	9B, 10B, 16B, 17B	$< 0,0$	4
Mesmo patamar	-	$= 0,0$	-

Na perspectiva dos indicadores, a média da turma B apresentou uma melhora entre a AD e AP de 3,37 (dp = 1,9) para 4,51 (dp = 1,8) e valor de $t = -1,85$. A melhora significativa é indicativa de evolução no conhecimento. Por outro lado, a turma A, também apresentou um indicativo de evolução, com a média passando de 2,52 (dp = 1,6) da AD para 2,66 (dp = 1,6) na AP (valor $t = -0,85$), mas não foi significativa, embora positiva. Entre as turmas aponta-se o p-valor de 0,04 (grau de liberdade = 36,92), indicando que a turma B de fato aprendeu mais que a turma A. Quanto aos valores amostrais por questão avaliada e agrupadas em suas categorias de indicadores de aprendizagem, identificamos os de maior e menor amplitude, para cada turma considerada, e a questão que define a habilidade desejada. A análise aponta que *p-valor*, comparativo da turma B com a turma A, foi significativo apenas para as questões 2f e 3b. A questão 2f refere-se à propriedade dos materiais (indicador de aprendizagem: *diferenciação das propriedades dos materiais*). A questão 3b, sugere compreensão da interação dos materiais com a força mecânica (indicador: *reconhecimento das propriedades dos materiais*). Contudo, observamos que a turma B não evoluiu significativamente na questão 2f. Logo, consideramos que a diferença entre as medidas das provas das duas turmas influenciaram negativamente para o *p-valor significativo*. Já na questão 3b, a turma B, apresentou um aumento significativo entre AD e AP. Na comparação entre as turmas, observamos que a turma B apresentou $p < 0,05$ entre AD e AP nas questões, de nível básico, 1a, 1b, 1c, 1e, 1f, 1g, 1i, do indicador *associação entre o material e o seu uso de acordo com suas proprie-*

dades; nas de nível médio 3b e 3d do indicador *reconhecimento das propriedades dos materiais*. Tanto o indicador *diferenciação das propriedades dos materiais* (nível básico), quanto *proposições de explicações baseadas em modelos interpretativos* (nível médio), as turmas não evidenciaram evolução significativa. A turma A apresentou $p < 0,05$, apenas nas questões 1c, 1g e 2f, de nível básico.

Na análise qualitativa apresentamos MCs produzidos pelo aluno 1B que se encontra na categoria de evolução de *maior amplitude*, analisados com base na interpretação interativa, com ênfase na dinâmica de elaboração durante a intervenção.

Apesar de não evidenciar diretamente as relações conceituais o aluno demonstra habilidade na organização espacial, na seleção de conceitos e no reconhecimento dos sentidos de um conceito ao ser vinculado a outro, por exemplo: *corpo* vinculado a *sólido*, *líquido* e *gasoso*. A negociação dos significados, atribuídos ao MC1 (Fig. 2), foi conduzida no sentido de responder a questão “*qual a importância dos materiais para a nossa vida?*”. Ao explicar o seu MC o aluno evidenciou a sua compreensão:

(...) eu escolhi o metal como o material mais importante para fazer coisas para a nossa vida... com ele fazemos várias coisas, a gente chama de ferramentas... quase todas as ferramentas... são de metais... os metais que eu coloquei aqui no mapa é o ouro, a prata e o cobre... há! o ferro e chumbo, também... o metal que mais se usa, porque é um que tem mais dureza, é o ferro... aí eu fiz essa ligação aqui... o metal que faz ferramentas é o ferro porque é o que tem mais dureza... é isso que eu queria dizer... dureza é uma propriedade dos metais... o chumbo é metal e tem essa propriedade... para fazer ferramentas usa só uma parte dos metais... um corpo é uma parte da matéria... todos os metais são matérias e um corpo ou é líquido, igual a água, ou sólido, igual o ferro, o ouro, prata e chumbo... há! o cobre também...a gente faz fio com o cobre, pelo fio passa energia (...).

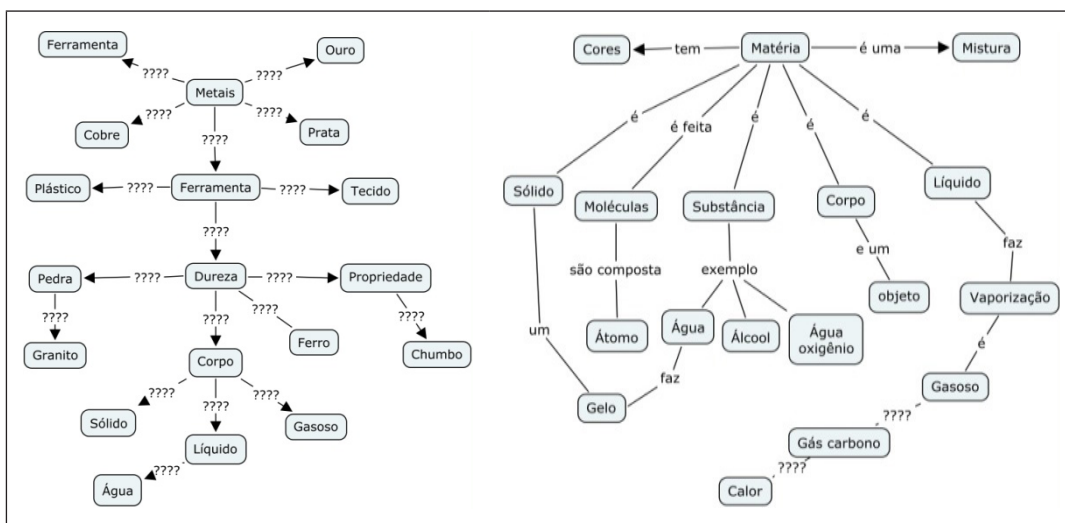


Fig. 2 - MC 1 e 2 do aluno 1B.

O MC2 (Fig. 2) exibe uma relação explícita de significados entre dois conceitos com ligações simples. As linhas indicam relações bidirecionais válidas entre *matéria* e *moléculas*, revelando uma proposição coerente com o conhecimento científico “*a matéria é feita de moléculas e as moléculas são compostas por átomos*”. Evidencia melhora na habilidade de estruturar o mapa; na integralização e reconciliação de conceitos; na condução da negociação de significados gerados pela questão “o que você aprendeu sobre as propriedades da matéria?”. O MC2 ofereceu indicadores de aprendizagem, capaz de corroborar com a situação de maior amplitude na evolução conceitual, após a intervenção.

(...) aqui encima eu coloquei matéria... porque as propriedades dela que a gente tem que saber..., então, a matéria é de diferentes espécies e ela pode ser formada de substâncias... aí eu coloquei aqui matéria é substância e dei uns exemplos de substâncias que são as simples e as compostas, os exemplos são de compostas... água, tem duas substâncias, oxigênio e hidrogênio... o álcool tem três, oxigênio, hidrogênio, carbono... a água oxigenada tem as mesmas substâncias da água, só que o oxigênio é mais..., o gás oxigênio que a gente respira é uma substância simples... uma porção limitada da matéria chama corpo... aí eu coloquei, matéria é corpo... a menor parte da matéria é o átomo que são compostos por moléculas... aí eu coloquei, matéria é feita de moléculas... então as substâncias são feitas de moléculas... a matéria está na natureza em três estados sólidos, líquidos, e gasosos... aí eu coloquei... matéria é sólida... exemplo o gelo... faz de água... o gelo é a solidificação da água... a matéria é líquida... os líquidos evaporam... aí eu coloquei... faz vaporização e transforma em uma substância gasosa... fiquei em dúvida se o gás carbônico é líquido... nunca vi gás carbônico líquido... sei que os líquidos evapora pela ação do calor... coloquei calor aqui embaixo (...).

Ainda apresentando fragilidades quanto às palavras de ligação e na disposição sequencial dos conceitos, importantes tomadas de consciência foram compartilhadas na elucidação dos MCs. Isso comprova o potencial idiossincrático do MC e o seu papel no desenvolvimento de atitudes em aula (Novak, 2000). A explicação das estruturas hierárquicas favoreceu a compreensão sobre o potencial conceitual do aluno e as possíveis reconciliações integradoras (Ausubel, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise quantitativa evidenciou, com 95% de confiança, o aumento do nível de aprendizagem dos alunos da turma B. Isso implica em considerar que o MC atuou como instrumento potencial e significativo, bem como, favoreceu a evolução dos conceitos científicos da matéria de ensino. Embora o estudo analítico revelar um resultado tênue entre as duas turmas, a turma B respondeu melhor aos estímulos gerados pela intervenção, em relação aos indicadores de aprendizagem e habilidades definidos na avaliação. No conjunto a turma B foi melhor que a turma A, ao evidenciar respostas positivas quanto à comprovação da hipótese inicial, com indicativos a favor do MC para a aprendizagem dos conceitos científicos, convalidando a sua potencialidade. O estudo revelou a dimensão do caráter processual e recursivo da aprendizagem significativa e mostrou que o MC como recurso didático pode nos auxiliar muito nesse processo, devido a sua capacidade de manifestar os conflitos cognitivos do aluno frente aos conceitos da matéria de ensino (Silveira, 2014). Além disso, comprovou a sua relevância por ter antecedência no curso de formação de professores de Ciências, e os resultados conduzidos em via dupla entre o ISE e a escola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva* (G. S. Barberán, trad.). Barcelona: Paidós.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. (1980). *Psicología educacional* (2ª ed., E. Nick, H. B. C. Rodrigues, L. Peotta, M.A. Fontes, M. G. R. Maron, Trad.). Rio de Janeiro: Interamericana.
- CARVALHO, A. M. P. (2006) Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In F. M. T. Santos & I. M. Greca (Org.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias* (Vol. 1, pp. 13-48). Ijuí: Unijuí.

- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P; GALLÁSTEGUI OTERO, J. R; EIREXAS SANTAMARÍA, F & MAURIZ PUIG, B. (2009) *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en Ciencias*. Santiago de Compostela: Edita Danú
- LAVILLE, C. & DIONNE, J. (1999). *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas* (H. Monteiro e F. Settinieri, trad.). Porto Alegre: Artmed.
- MENESES VILLAGRÁ J. Á. (2001). La evaluación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. In: *Actas del PIDEDEC*. UBU. (pp. 91-125, vol. 3).
- MOREIRA, M. A. (2010) *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*. São Paulo: Centauro.
- (2011). *Metodologias de Pesquisa em Ensino*. São Paulo: Ed. da Livraria da Física.
- MOREIRA, M. A & ROSA, P. R. S. (2007). Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos. In: *Actas del PIDEDEC*. UBU (pp. 03-55, vol. 9). Porto Alegre: UFRGS.
- MOREIRA, M. A. & VEIT, E. A. (2007). *Fidedignidade e Validade de testes e questionários*. Bases Teóricas e Metodológicas para o ensino superior. Instituto de Física: UFRGS
- NOVAK, J. D. & GOWIN, D.B. (1999). *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano.
- NOVAK, J. D. (2000). *Aprender criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas*. Lisboa: Plátano.
- SILVEIRA, F. P. R. A. (2014). *O uso de Mapas Conceituais como recurso didático facilitador da Aprendizagem Significativa em Ciências Naturais em nível de Ensino Fundamental*. Tese de Doutorado: Universidade de Burgos, Espanha.

