

## **O MAPA CONCEITUAL COMO RECURSO DIDÁTICO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS CIENTÍFICOS DO TEMA “PROPRIEDADES DA MATÉRIA”: UM ESTUDO COM ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

*Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira, Centro Universitário Metropolitano de São Paulo, Brasil  
Conceição Aparecida Soares Mendonça, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: felipa.silveira@gmail.com*

**Resumo:** Este artigo apresenta resultados parciais de uma investigação que procurou compreender a influência do Mapa Conceitual como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa de conceitos científicos do tema “Propriedades da Matéria”. O foco da investigação foram alunos da 8ª série (9º ano) de uma Escola Pública, situada em Guarulhos – SP. A metodologia utilizada fundamentou na abordagem qualitativa e quantitativa. Na abordagem quantitativa, delineamos uma investigação quase experimental, cujos resultados são apresentados em estudo descritivo e analítico. Na abordagem qualitativa, os Mapas Conceituais produzidos durante a intervenção, passaram por interpretação interativa, a partir da estruturação e significados compartilhados durante sua apresentação. Os resultados evidenciaram, por meio da evolução das notas, que o Mapa Conceitual influenciou a aprendizagem da turma experimental. A diferença, também, foi manifestada em algumas habilidades oferecidas pelos indicadores de aprendizagem e nos significados atribuídos ao tema e compartilhados pelos Mapas Conceituais produzidos.

**Palavras chaves:** Ensino de Química. Aprendizagem Significativa. Mapas Conceituais. Ensino Fundamental. Recurso Didático.

### **1 Introdução**

O estudo investigativo, por hora apresentado, além de promover intervenção a favor da aprendizagem significativa de conceitos científicos, responsáveis pela compreensão do tema propriedades da matéria, na série em que foi elaborado, procurou, também analisar e responder questão pertinente ao uso do MC em sala de aula do ensino fundamental, assim descrita: *O uso do MC como recurso didático facilita a aprendizagem significativa de conceitos científicos no contexto da sala de aula no Ensino Fundamental?* Para responder a questão, adotamos a interdependência entre o processo de aprender e ensinar, bem como, investigar em sala de aula. Por tal razão, delineando uma investigação que buscou suporte metodológico nas abordagens quantitativa e qualitativa. O ensinar e o aprender foram garantidos com a construção de uma organização didática ordenada, a fim de compartilhar e negociar conceitos básicos e relevantes para a matéria de ensino, que permitiu aos alunos avançar além dos seus conhecimentos prévios, garantindo os dados da investigação sobre os efeitos do MC no processo de aprendizagem do conhecimento químico (Silveira, 2014). Neste artigo, apresentamos um recorte da análise quantitativa e um recorte da análise qualitativa com enfoque em alguns Mapas Conceituais (MCs) produzidos.

### **2 Fundamentação teórica**

A investigação fundamentou na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e 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 básicos da matéria de ensino. Isso resulta em assimilação de conhecimento, inicialmente em sua base representativa e à medida que as provas de seus atributos essenciais são apresentadas, por definição ou pelo contexto, podem ser incorporadas à estrutura cognitiva do aluno, ainda nas séries finais do ensino fundamental. Em função disso, no início do ensino médio, o aluno se abstrai dessas provas e relaciona os atributos essenciais dos conceitos diretamente a sua estrutura cognitiva. Para tanto, toda intervenção deve ser capaz de promover inferências, abstrações, discriminação, descobrimento, representação, abrangidos em contínuos encontros do aluno com instâncias de objetos, eventos e conceitos mediados pelo professor (Ausubel, 2002; Novak, 2000; Moreira, 2010). Caso isso não ocorra, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980) resulta na ausência de conhecimentos prévios relevantes sobre os conceitos científicos, capazes de interagir e modificar-se ao longo do processo de ensino e aprendizagem, acarretando em fragilidades conceituais. O conhecimento prévio, sobre o conteúdo de ensino, necessita ser explicitado pelo aluno, assim, torna-se a linha de força na condução da aprendizagem significativa. Portanto, promover o avanço de conceitos científicos implica em revelação contínua do que o aluno já sabe para que se possa desenvolver um ensino promotor de aprendizagem significativa. De acordo com Novak e Gowin (1999) o MC é um instrumento

didático capaz de evidenciar a aprendizagem conceitual e proposicional em relação à matéria de ensino na perspectiva ausubeliana.

### 3 Metodologia

Fundamentados na abordagem quantitativa, delineamos uma investigação quase experimental, (Moreira & Rosa, 2007). Elegemos dois grupos de estudo, o grupo experimental, turma B (8ª série B) e o grupo controle, turma A (8ª série A). Na fase inicial, os dados foram obtidos por meio uma avaliação diagnóstica (AD) (Meneses Villagrà, 2001). A avaliação AD constituiu-se de 20 questões, organizadas em 4 blocos de indicadores (quadro 1). Devido à natureza da investigação e de seu delineamento, atendemos as recomendações quanto à fidedignidade e validade do conteúdo das questões (Carvalho, 2006; Moreira, 2011). Após sua validação, aplicamos o instrumento na turma B, e corrigimos todas as questões. As notas atribuídas a cada construto considerado nas respostas a questão, seguiu a escala de 0,0; 0,25; 0,5 com base nos erros e acertos das respostas, de acordo com o conteúdo de ensino.

Com o objetivo de verificar a fidedignidade do instrumento (AD), calculamos o coeficiente alfa de Cronbach (Moreira & Veit, 2007). Um coeficiente alfa varia de 0 a 1 sendo, que quanto maior for o valor, maior a consistência interna do instrumento. O coeficiente alfa geral, calculado a partir das respostas da turma B, foi de 0,868. Calculamos também o alfa por item avaliado, que resultou em coeficientes maiores a 0,84. Por tal razão, o instrumento, além de possuir validade, é também fidedigno, isto é, ao ser aplicado em outras turmas das 8ª séries, pode oferecer os mesmos dados e conduzir aos mesmos resultados (Carvalho, 2006; Moreira, 2011). Baseados nos resultados, aplicamos o mesmo instrumento (AD), também, na turma A, sendo as respostas corrigidas no mesmo parâmetro de correção para a turma B.

A avaliação AD buscou levantar os conhecimentos prévios dos alunos, em relação a propriedades dos materiais, conteúdo considerado de conhecimento dos alunos desde as séries iniciais, constituindo em base para a compreensão dos fatores que influenciam a transformação dos materiais, permitido o seu uso no processo de produção. Assim como, identificar obstáculos que, possivelmente, atuam como inibidores da formação de subsunçores mais elaborados sobre o tema, no sentido de promover uma intervenção didática potencial, para o aprendizado em sala de aula.

A partir da análise dos dados, planejamos a intervenção subsidiada por uma estratégia didática (ED), subdividida em 8 Unidades de Ensino (UEs). As UEs correspondem a diferentes situações de aprendizagem para o tema, organizada em atividades que priorizam o desenvolvimento de capacidades cognitivas, tais como: leitura, interpretação de textos e figuras; resolução de problemas experimentais; proposição e discussão de hipóteses; observação de fenômenos; pesquisa em diferentes fontes. A participação dos alunos em cada uma das atividades resultou em diferentes produções. Para a turma A (controle) foi destinado à elaboração de questões interpretativas para os textos, descrições de observações realizadas, propostas para resolução de problemas e hipóteses elaboradas. O resultado das produções da turma B (experimental) foi destinado à elaboração e apresentação de MCs para cada tema trabalhado nas UEs. Na fase final da intervenção ocorreu a avaliação de aprendizado (AP), utilizando-se do mesmo instrumento. Na comparação do desempenho, nas avaliações AD e AP, utilizamos o Teste t pareado, para verificar se as médias das avaliações, com um determinado grau de segurança, são diferentes estatisticamente. Definimos como hipótese nula ( $H_0$ ), de que o *“uso do Mapa Conceitual não faz efeito na aprendizagem”*. A hipótese  $H_0$  foi testada nas duas turmas. Os resultados foram dispostos em tabelas e gráficos em estudo descritivo e analítico.

Com base na abordagem qualitativa, os MCs produzidos pelo grupo experimental, durante o processo de intervenção, passaram por análise de sua estrutura (Novak & Gowin, 1999). As análises dos conteúdos dos mapas, não se apoiam em modelos e não passa por processos classificatórios, seguem os critérios qualitativos de interpretação interativa, defendida por Laville e Dionne (1999), devido a sua característica idiossincrática e ao contexto em que foi produzido (Moreira, 2010). A análise da evolução conceitual adota como referência os critérios estabelecidos por Novak e Gowin (1999); Gowin e Alvarez (2005) quando discutem a natureza e aplicações dos MCs, visando à aprendizagem significativa. A interpretação conduziu a uma inferência ou conclusão autorizada pelos indicadores de aprendizagem.

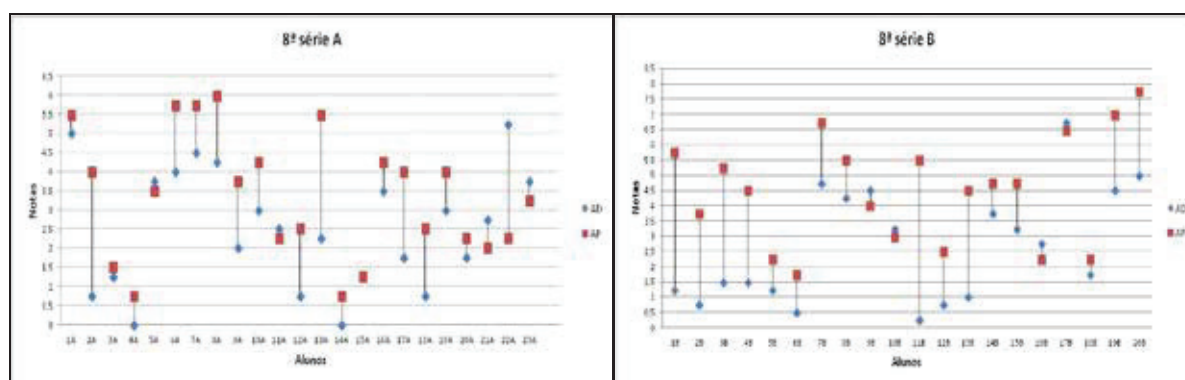
**Quadro 1:** Categorias de análise das respostas às questões da avaliação (AD e AP).

Questões	Referências	Indicador de Aprendizagem	Categorias
1. Explique como <u>podem ser utilizados</u> os materiais e que <u>características</u> permitem que esses materiais sejam usados para a finalidade que você indicou: a) vidro, b) ferro, c) madeira, d) álcool e) papel, f) tecido g) borracha, h) isopor, i) plástico.	Caracterização e utilização dos materiais: propriedades específicas	1) Associação entre o material e seu uso de acordo com suas propriedades.	-Utilizou conceitos científicos e fez uso da terminologia de acordo com a matéria de ensino
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	-Utilizou conceitos científicos e não fez uso da terminologia de acordo com a matéria de ensino
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	- Não respondeu de acordo com os conceitos da matéria de ensino
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.	

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Estudo descritivo

No estudo descritivo demonstramos a evidência da evolução na aprendizagem da turma controle e da turma experimental por meio das notas das provas da AD, antes da intervenção e AP, após intervenção, organizadas graficamente a partir dos resultados numéricos (figura 1). Identificamos 5 categorias de evolução, assim distribuídas: a de *maior amplitude*, posicionam os alunos que melhor evoluíram; *amplitude regular*, alunos que evoluíram parcialmente; *menor amplitude*, alunos que evoluíram abaixo do nível parcial; *retrocederam*, alunos que obtiveram notas na AP em nível inferior a AD; *mesmo patamar*, alunos cujas notas da AP permaneceram no mesmo nível da AD.



**Figura 1:** Evidências de evolução a partir das notas dos alunos da turma A e turma B, obtidas na AD e na AP.

Assim, dos 23 alunos da turma A (controle), dois deles, 3A e 15A permaneceram no mesmo nível de conhecimento prévio, ou seja, não foram capazes de deixar evidente na AP, as modificações conceituais inerentes à compreensão do conteúdo de ensino após intervenção. Isso pode representar ausência de potencialidade dos instrumentos de ensino ou ausência de prevalência de conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de novos conhecimentos (Ausubel, 2002; Moreira, 2010) ou, outras variáveis não consideradas. Cinco alunos, 5A, 11A, 21A, 22A e 23A, retrocederam em suas notas, isto é, as notas da avaliação de aprendizagem foram abaixo do que a nota obtida na avaliação diagnóstica sugerindo,

segundo Ausubel (2002), que os conhecimentos prévios, anteriormente apresentados foram desestruturados, tornando-se incapazes de reestruturar e evoluir em novas condições de conflitos cognitivos proporcionados pelo contato do aluno com os novos conhecimentos do conteúdo ensinado. Oito alunos, 1A, 4A, 7A, 10A, 14A, 16A, 19A e 20A, evoluíram abaixo do nível determinado como o regular, em proporção semelhante entre eles, independente do nível de conhecimento prévio. Obviamente, os que possuíam subsunçores para o conteúdo de ensino tiveram as notas mais altas como o 1A, 7A, 10A e 19A. Aqueles que manifestaram não possuir subsunçores, para o conteúdo de ensino, como os alunos 4A e 14A, mesmo tendo um avanço maior que o aluno 20A, as notas são inferiores. Seis alunos, 6A, 8A, 9A, 12A, 17A e 18A, se enquadraram na categoria de amplitude regular, ou seja, evoluíram parcialmente em torno de 4,0 pontos, também independente dos subsunçores disponíveis para interação. O aluno 1A, obteve nota superior a 5,0 pontos, mesmo apresentando um avanço de menor amplitude. A mesma observação vale para a relação entre as notas dos alunos 7A, de menor amplitude, os alunos 6A e 8A, que obtiveram notas superiores a 5,5 pontos e se posicionam na categoria de amplitude regular. Na categoria de maior amplitude, destacam-se os alunos 2A e 13A, que evoluíram em torno de 6,0 pontos. Apesar de apresentar um avanço maior, o aluno 2A não obteve uma nota capaz de evidenciar o seu aprendizado, permanecendo em situação equivalente aos alunos 9A e 17A, que se encontram na categoria de amplitude regular, e inferior ao aluno 1A de menor amplitude. O mesmo ocorreu com o aluno 13A, em relação aos alunos 6A, 7A e 8A. Estes dados podem significar que, apenas quantificar os resultados de uma avaliação leva a julgamentos inadequados quanto à aprendizagem (Novak & Gowin, 1999; Costa, 2010; Moreira, 2011). Por outro lado, há sempre um diferencial para aqueles alunos que apresentaram um nível de conhecimento prévio superior para o conteúdo de ensino, demonstrado a partir das notas da AD, por exemplo, 1A, 6A, 7A e 8A, que obtiveram as melhores notas, apesar de avanços menores ou regulares.

Já ao dispor graficamente (figura 1) as notas dos 20 alunos da turma B (experimental), observamos um aumento expressivo (8) no número de alunos que se enquadraram na categoria de maior amplitude, em relação à turma controle (2). Em consequência disso, houve redução no número de amplitude regular e de menor amplitude. Outro diferencial está na redução mínima no número de alunos (4) que retrocederam, isto é, tiveram as notas AP inferiores a AD, além da inexistência de alunos que permaneceram no mesmo patamar. Levando em consideração a intervenção praticada, isso significa uma resposta positiva, da maioria dos alunos, ao instrumento de ensino utilizado em sala de aula. Em nível de conhecimento prévio, para o conteúdo de ensino, as duas turmas encontravam-se em condições diversas, conforme análise dos conceitos utilizados nas respostas às questões durante a AD. Assim, 12 alunos da turma experimental partiram de uma pontuação abaixo de 2,0 e 6 deles tiveram avanços significativos, por exemplo, os dos alunos 1B e 11B, que alcançaram notas superiores a 5,0 pontos. A representação gráfica das notas deixa claro que a turma experimental respondeu melhor aos estímulos promovidos pela avaliação AP, ou seja, situou o aluno face ao conjunto de indicadores utilizados na avaliação, sugerindo que a turma B foi melhor que a turma A quanto a esse aspecto. Esse fato representa respostas positivas quanto à comprovação da hipótese inicial para este grupo, tendo em conta, que a turma B aprendeu e utilizou MC.

Embora o resultado, de forma geral, tenha atendido a nossa expectativa, no conjunto desta análise, não podemos deixar de mencionar que o resultado mais inesperado, no contexto da aprendizagem em sala de aula, são os que se situam na categoria relacionada aos retrocessos. Tal categoria acolheu um número de alunos, também inesperado, 4 na turma B e 5 na turma A. O fato remete a uma argumentação plausível, a partir do referencial teórico, capaz de sustentar este processo retroativo do conhecimento prévio evidenciado na AP. Primeiramente, a ausência de significação potencial das UEs, impedindo o aluno de perceber a relacionabilidade e a discriminabilidade entre os conhecimentos prévios adequados e os novos que lhe estão sendo apresentados nas aulas e nos materiais educativos (Moreira, 2010). O segundo argumento, apoia-se na ausência de variáveis motivacionais, capaz de energizar e acelerar o processo de aprendizagem “por aumentar o esforço, a atenção e a prontidão imediata para aprendizagem” (Ausubel et al., 1980, p. 338). Neste caso, os autores alegam que durante o processo de intervenção, as variáveis motivacionais e de atitudes podem energizar todos ou determinados aspectos inerentes à aprendizagem. Em razão disso, os fatores motivacionais podem operar como estimuladores ou inibidores do processo de aprendizagem. Tanto este argumento como o primeiro, pode até mesmo desestabilizar o conhecimento adquirido anteriormente e impedir as tomadas de decisões a favor de novas aprendizagens (Jiménez Alexandre et al., 2009). Nessa perspectiva, argumentamos que as UEs podem não ter sido plenamente eficazes, para romper com os desafios impostos pelos fatores apresentados, a fim de promover o avanço almejado.

#### 4.2 Estudo analítico

Analisando os resultados sob a perspectiva dos indicadores estatísticos, verificamos que a média da turma experimental (8<sup>ª</sup>B) apresentou uma melhora entre a avaliação inicial (AD) e a final (AP) de 3,37 (*desvio padrão*

=1,9) para 4,51 (*desvio padrão* = 1,8) e *valor de t* = -1,85. Esta melhora significativa é indicativa de que no conjunto os alunos obtiveram evolução no conhecimento. Por outro lado, a turma controle (8ª A), também apresentou um indicativo de evolução, com a média passando de 2,52 (*desvio padrão* = 1,6) da avaliação inicial para 2,66 (*desvio padrão* = 1,6) na avaliação final (*valor de t* = - 0,85). Evidentemente, a evolução da turma controle não foi significativa embora positiva. Na comparação entre as turmas, aponta-se o *p-valor* de 0,04 (*grau de liberdade* = 36,92), indicando que a turma experimental teve melhor aproveitamento. A interpretação, a partir desses dados, é que a turma B de fato "aprendeu" mais que a turma A.

Quando analisamos os valores amostrais por questão avaliada e agrupamos estes valores a suas respectivas categorias de indicadores de aprendizagem, identificamos os de maior e menor amplitude, para cada turma considerada, e a questão de maior abrangência, isto é, aquela que define a habilidade desejada (tabela 1). A análise aponta que *p-valor*, comparativo da turma experimental com a turma controle, foi significativo apenas para as questões 2f e 3b. A questão 2f refere-se à propriedade dos materiais, estando inserida no indicador de aprendizagem "diferenciação das propriedades dos materiais". Já a questão 3b, indica a compreensão da interação dos materiais com a força mecânica, estando inserida no indicador de aprendizagem "reconhecimento das propriedades dos materiais". Contudo, observamos que a turma experimental não evoluiu significativamente na questão 2f. O que fez o resultado ser significativo, nessa questão, é que a turma controle apresentou uma queda entre o valor AD e AP de 0,23 para 0,10. Desta forma, podemos considerar que a diferença entre as medidas das provas das duas turmas influenciaram negativamente para o *p-valor significativo*. Diversamente, na questão 3b a turma experimental apresentou um aumento significativo entre AD e AP (tabela 1).

Embora o *p-valor* por questão não tenha sido significativo na comparação entre as turmas, observamos que a turma experimental apresentou  $p < 0,05$  na comparação entre AD e AP nas questões 1a, 1b, 1c, 1e, 1f, 1g, 1i, referentes ao indicador "associação entre o material e o seu uso de acordo com suas propriedades", cujas questões são consideradas de nível básico; 3b e 3d, referentes ao indicador "reconhecimento das propriedades dos materiais", consideradas de nível médio. Tanto o indicador "diferenciação das propriedades dos materiais" quanto "proposições de explicações baseadas em modelos interpretativos" as turmas não apresentaram evolução significativa sendo que o primeiro é de nível básico e o segundo de nível médio. A turma controle apresentou  $p < 0,05$  apenas nas questões 1c, 1g e 2f, todas de nível básico. Lembrando que na questão 2f a turma controle reduziu a nota de 0,23 para 0,10 (tabela 1).

**Tabela 1:** Valores das médias, valor t e valor 'p' por indicadores de aprendizado.

Indicadores de aprendizado/habilidades	Questões	8ª A (controle)			8ª B (experimental)			Grau de liberdade	p
		Média AD	Média AP	p	Média AD	Média AP	p		
Associação entre o material e seu uso de acordo com suas propriedades.	1a	0,20	0,29	0,156	0,15	0,34	0,008	39,70	0,29
	1b	0,17	0,28	0,098	0,19	0,35	0,027	38,87	0,52
	1c	0,10	0,21	0,047	0,23	0,36	0,031	40,18	0,69
	1d	0,11	0,15	0,349	0,18	0,21	0,451	40,59	0,92
	1e	0,12	0,23	0,099	0,16	0,36	0,002	40,05	0,19
	1f	0,17	0,23	0,397	0,18	0,33	0,028	37,85	0,21
	1g	0,20	0,35	0,026	0,23	0,38	0,030	39,45	0,98
	1h	0,14	0,14	--	0,15	0,21	0,357	40,80	0,43
	1i	0,18	0,23	0,519	0,11	0,33	0,002	39,80	0,08
Diferenciação das propriedades dos materiais.	2a	0,04	0,02	0,522	0,04	0,00	0,082	34,99	0,70
	2b	0,26	0,28	0,773	0,23	0,30	0,355	39,46	0,63
	2c	0,28	0,30	0,770	0,30	0,30	--	33,59	0,78
	2d	0,00	0,02	0,328	0,00	0,03	0,329	39,23	0,92
	2e	0,02	0,04	0,561	0,00	0,00	--	22,00	0,58
	2f	0,23	0,10	0,002	0,19	0,21	0,502	37,17	0,01
Reconhecimento das propriedades dos materiais.	3a	0,08	0,16	0,088	0,23	0,28	0,517	33,10	0,67
	3b	0,15	0,12	0,506	0,09	0,26	0,013	39,37	0,00
	3c	0,02	0,03	0,644	0,00	0,04	0,186	34,89	0,43
	3d	0,02	0,08	0,066	0,01	0,13	0,039	25,50	0,32
Proposição de explicações baseadas em modelos interpretativos.	4	0,03	0,10	0,127	0,03	0,11	0,067	39,09	0,69

Quando se trata de avaliar a evolução de aprendizagem, por meio de dados numéricos, dificilmente, conseguimos fazer inferências reais sobre todas as capacidades emergidas do mecanismo cognitivo acionado pelo aluno para dar conta da resposta correta. Esta dificuldade ocorre mesmo quando o instrumento utilizado para obtenção dos dados (avaliação) tenha passando por teste de validade e fidedignidade (Moreira, 2011). A avaliação sistemática e rigorosa, nos moldes proposto por Ausubel et al. (1980), capaz de favorecer atendimentos mais eficientes de controle da qualidade, encontra-se dificuldades de ser colocadas em prática no

contexto atual do aluno e do conteúdo da disciplina. Portanto, as notas atribuídas às questões (dados), tanto na AD como na AP, permitiram, apenas considerar sobre o alcance numérico dos diferentes níveis de conhecimento, aparentemente subtraído de cada uma delas, em estudo descritivo e analítico dos dados quantitativos. Sendo assim, consideramos que a análise quantitativa deve ser sempre complementada por outra qualitativa.

### 4.3 Interpretação dos mapas conceituais: análise e discussão

Para exemplificar, apresentamos MCs produzidos pelos alunos 1B que se encontra na categoria de evolução de maior amplitude nas notas e MCs do aluno 9B, situado na categoria retrocedeu nas notas. Os MCs foram interpretados com base na análise interativa (Laville & Dione, 1999; Costa, 2010) com ênfase na dinâmica de elaboração e apresentação dos mesmos durante a intervenção.

#### 4.3.1 Interpretação 1

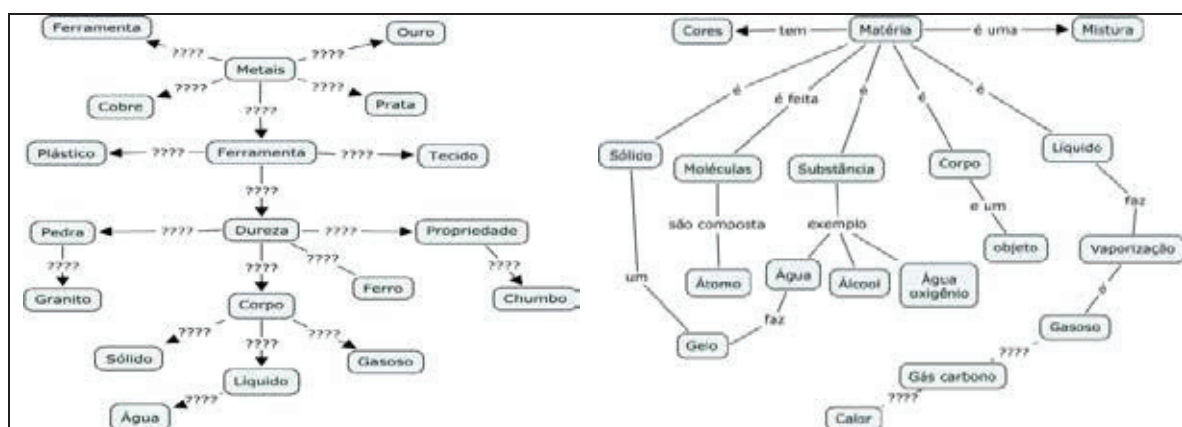


Figura 2: MC 1 e 2 elaborado pelo aluno 1B.

Estruturalmente o MC1 do aluno 1B (figura 2) apresenta uma hierarquia, que dispõe de conceitos do conteúdo da matéria de ensino. Os conceitos estão vinculados por setas de ligações unidimensionais. O conceito mais inclusivo *metais* é colocado no topo e a partir dele surgem algumas ligações não nomeadas, em direção a conceitos menos inclusivos, que formam relações de significados, por exemplo: de *metais* para *ouro*, *cobre* e *prata* e *ferramenta*; de *corpo* para *sólido*, *líquido* e *gasoso*. Conceitos subordinados são vinculados a alguns conceitos mais específicos, por exemplo: *ferramenta* com *dureza* e *dureza* com *pedra*, *ferro*, *propriedades* e *corpo*. Não apresenta ramificações cruzadas, mas possui uma tênue perceptibilidade semântica. Dispõe do conceito *água* para exemplificar um *corpo líquido*. Apesar de não evidenciar diretamente as relações conceituais, devidos ausências de palavras de ligação, demonstra habilidade para a organização espacial, na seleção de conceitos e no reconhecimento dos sentidos, que pode possuir um conceito ao ser vinculado a outro, por exemplo: *corpo* vinculado a *sólido*, *líquido* e *gasoso*. A negociação dos significados, atribuídos ao MC1, foi conduzida no sentido de responder a questão “qual a importância dos materiais para a nossa vida?”. Nessa perspectiva, o aluno 1B explicou o seu MC e explicitou a sua compreensão ao relatar:

(...) 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 (...). (aluno1B)

Já no MC2 (figura 2) evidenciamos um esforço do aluno 1B, no sentido de superar as fragilidades estruturais apresentadas no MC1. O MC2 exhibe uma hierarquia ao dispor de diferentes níveis espaciais. Ele vai do conceito mais inclusivo *matéria* até os conceitos subordinados: *sólidos*; *moléculas*; *sustância*; *corpo* e *líquido*, culminando em conceitos mais específicos como: *átomo*; *objeto*; *vaporização* e em alguns exemplos: *gelo*; *água*; *álcool*; *água oxigenada*; *gasoso*; *gás carbônico* e *calor*. Expõe uma relação explícita de significados entre dois conceitos, embora as palavras de ligação sejam simples. As linhas indicam relações bidirecionais válidas, como por exemplo, entre *matéria* e *moléculas*, perfazendo uma proposição coerente com o conhecimento científico, de *matéria é feita de moléculas* e *as moléculas são compostas por átomos*. Evidencia evolução na habilidade de estruturar o mapa, na integralização e reconciliação de conceitos e na maneira de conduzir a 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 situação de maior amplitude na evolução conceitual, após 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 evaporam pela ação do calor... coloquei calor aqui embaixo... (...). (Aluno 1B).

#### 4.3.2 Interpretação 2

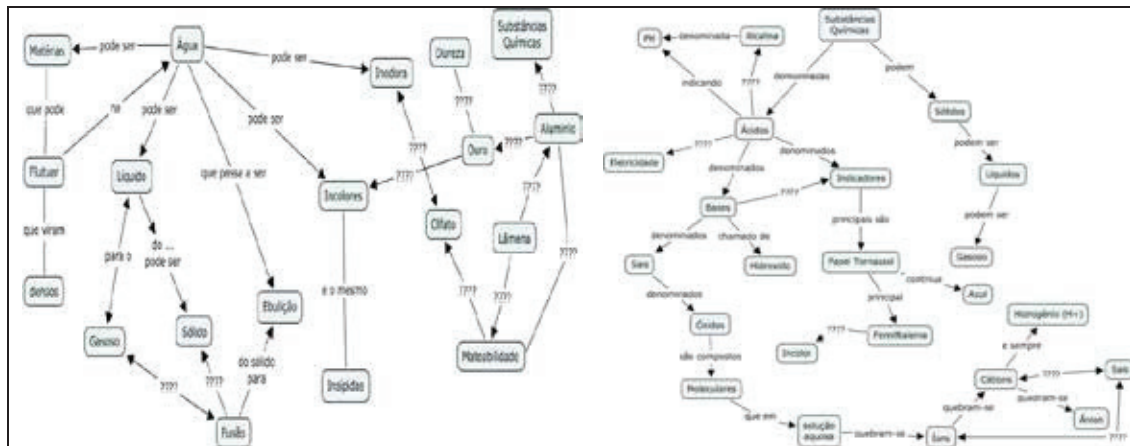


Figura 3: MCs 1 e 2 elaborado pelo aluno 9 B.

A estrutura do MC1 do aluno 9B (figura 3) revela uma organização espacial ampla em diferentes níveis espaciais. Existe um trajeto do conceito mais inclusivo *Água* até os subordinados *inodora*, *materiais*, *indicadores*, que se relacionam com os mais específicos de diferentes níveis. Os conceitos sobre o tema estão ligados, evidenciando relações entre dois conceitos. A maioria das relações encontra-se nomeada por palavras de ligação compostas e identificadoras de vínculos entre os diversos níveis hierárquicos. O MC1 evidencia reconciliação e integração conceitual em diferentes situações, utilizando-se de setas de duplo sentido, para favorecer as relações, embora algumas delas, visualmente, não se caracterizam como relações válidas para a compreensão do conteúdo, comprometendo, neste caso, a perceptibilidade semântica (Novak, 2000).

(...) escolhi a água como o conceito principal porque pra mim é a substância mais importante de todas... a água pode ser... líquida, incolor, sem cor, inodora... sem cheiro... e mesmo insípida, sem gosto... quando é pura... não tem poluição (...) falei líquida porque tem água sólida nas geleiras... é o gelo... ela pode passar do líquido para o sólido e do sólido para gasoso... aqui no final do MC eu coloquei isso... liguei com as setas indo para os dois lados porque é assim que acontece... a ligação da água com materiais está errada porque é assim... diversos materiais flutuam na água... só os materiais menos denso, fica mais leve... os mais densos ficam mais pesados e afunda... (...) desse lado... tem outras substâncias... o mapa não ficou muito legal... desse lado... não vou conseguir falar dele... nem coloquei as palavras de ligação! (...) sei que tem outras substâncias... o ouro... alumínio... eles têm dureza... maleabilidade e pode virar lâmina pra fazer coisas... eles têm cor... aqui na seta de ligação ia colocar não são incolores e não tem cheiro igual à água... a gente sente o cheiro pelo olfato... (...) ficaria melhor falar só da água... (...). (aluno 9B).

O MC2 (figura 3) sustenta uma estrutura hierárquica nos mesmos moldes do MC1, em diferentes níveis espaciais. Entretanto, o aluno reconhece como conceito mais inclusivo as *substâncias químicas*. Do conceito mais inclusivo saem duas ramificações, sendo uma indicativa aos conceitos de *sólido*, *líquido* e *gasoso* em uma sequência linear de subordinação e especificidade, evidenciadas por setas nomeadas por palavras de ligação. A outra se estende até o conceito *ácido*, do qual emerge uma rede de ramificações. Cada conceito possui vínculo com outro conceito mantendo relações unidirecionais e em alguns casos bidirecionais, identificadas por setas nomeadas, com algumas exceções, por exemplo, de *bases* para *indicadores*. Dentro de cada nível hierárquico ocorrem relações coordenadas, subordinadas e específicas, porém, as posições de cada nível não são facilmente identificadas. Algumas relações são nomeadas por palavras de ligação, incapaz de determinar uma proposição lógica para o conteúdo, por exemplo, de *ácido* para *alcalina*. Tanto o MC1 como o MC2, deixa evidente a potencialidade do aluno 9B em selecionar conceitos do conteúdo de ensino. Os avanços na evolução conceitual e na formação de proposições válidas não corroboram com a condição de retrocesso em que configura o aluno quanto a sua nota na AP.

(...) comecei com substâncias químicas... elas podem ser sólidas, líquidas e gasosas...(...) elas são assim por conta do agrupamento das moléculas... as moléculas quando ficam bem juntinhas, as substâncias são sólidas... um pouco separadas são líquidas...e muito separadas são gasosas... elas separam ou juntam por conta da temperatura por isso o gelo transforma em água quando tira da geladeira (...). Daqui prá cá... eu quero dizer que as substâncias transformam em outras e tem uma função na natureza...as denominada ácido...várias coisas acontece com o ácido...que eu indico aqui... passa eletricidade é isso que eu queria colocar... mas, só lembrei agora...outra coisa é que os ácidos tem pH...potencial de hidrogênio...tem uns que são mais fraquinho e outros que são poderosos...bem corrosivo...(...) quando a gente mistura ácido com água e põe um prego...reage e o prego fica transformado...outra coisa...eles pode reagir com as denominadas bases que são alcalinas...tinha que colocar alcalina aqui perto da base...ia ficar mais bem explicado (...) as bases reage com os ácidos e formam um sal e água também...os ácidos e as bases tem indicadores... indicadores são substâncias que reagem com os ácidos e as bases...o principal é o papel de tornassol azul e rosa... esqueci de colocar o rosa... aquela tirinha que muda de cor se é mais base ou não...a fenolftaleína, é incolor e fica com cor dependendo da substância...(...) os óxidos são substâncias moleculares que em solução aquosa quebram em íons que quebram em cátions... nessa parte eu não tenho muita certeza.....aqui eu sei que os sais quebram em cátions na solução aquosa... é hidrogênio positivo (...) (aluno 9B).

Embora apresentando fragilidades quanto às palavras de ligação e algumas falhas na disposição sequencial dos conceitos, importantes tomadas de consciência foram compartilhadas pelos alunos na elucidação dos MCs. Isso comprova o potencial idiossincrático do MC e o seu papel no desenvolvimento de atitudes em aula ( Novak, 2000; Moreira, 2010). A explicação das estruturas hierárquicas favoreceu a compreensão sobre o potencial conceitual do aluno e das estratégias facilitadoras na diferenciação e as possíveis reconciliações integradoras.

## 5 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 para a turma experimental (8ª B) e favoreceu a evolução dos conceitos científicos da matéria de ensino. A turma experimental evoluiu na capacidade de diferenciar e reconhecer as propriedades dos materiais, solicitados na AP. Embora a análise do estudo analítico revelar um resultado tênue entre as duas turmas, consideramos um avanço representativo na aprendizagem da turma experimental, visto que, o nível de conhecimento prévio, para o conteúdo de ensino, nas duas turmas encontrava-se em condições diversas, isto é, a análise das respostas às questões da AD, a turma B (experimental) evidenciou saber menos que a turma A (controle). A maioria dos alunos da turma experimental partiu de uma pontuação abaixo de 2,0 pontos e alcançaram avanços significativos, por exemplo, os alunos 1B e 11B que obtiveram notas superiores a 5,0 pontos. Os resultados da AP indicaram também que a turma experimental respondeu melhor aos estímulos promovidos pela intervenção, em relação aos indicadores de aprendizagem e habilidades determinadas na avaliação. Isso significa que no conjunto a turma B foi melhor que a turma A ao evidenciar respostas positivas quanto à comprovação da hipótese inicial. Assim, podemos inferir que o MC facilita a aprendizagem dos conceitos científicos de química no ensino fundamental e o seu uso deve fazer parte do cotidiano das salas de aula.

## Referencias

- 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). *Psicologia educacional* (2ª ed., E. Nick, H. B. C. Rodrigues, L. Peotta, M.A. Fontes, M. G. R. Maron, Trad.). Rio de Janeiro: Interamericana. (Obra original publicada em 1978).
- 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.
- Costa, S. F. (2010) Estatística Aplicada à pesquisa em educação. (Série Pesquisa, v.7) Brasília, Br: Liber livro.
- Gowin, D. B. & Alvarez, M. C. (2005) *The Art of Educating with V Diagrams* (pp. 215-219). New York: Cambridge University Press
- 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. Settineri, trad.). Porto Alegre: Artmed.
- Meneses Villagrà J. Á. (2001). La evaluación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. In: *Actas del PIDEC: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos* (pp. 91-125, vol. 3). Porto Alegre: UFRGS.
- Moreira, M. A. (2011). *Metodologias de Pesquisa em Ensino*. São Paulo: Editora da Livraria da Física.



- Moreira, M. A. (2010) Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. São Paulo: Centauro.
- Moreira, M. A. & Rosa, P. R. S. (2007). Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos. In: *Actas del PIDEA: Textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ciências da Universidade de Burgos* (pp. 03-55, vol. 9). Porto Alegre: UFRGS.
- Moreira, M. A. & Veit, E. A. (2007). *Fidedignidade e Validade de testes e questionários* (Texto de Apoio preparado para a disciplina de Pós Graduação: Bases Teóricas e Metodológicas para o ensino superior). Rio Grande de Sul: 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.