

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE METODOLOGIA DE ENSINO

Análise de mapas conceituais elaborados por alunos da oitava série do ensino fundamental a partir de aulas pautadas na teoria da Aprendizagem Significativa: a argila como tema de estudo.

Ariane Baffa Lourenço

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos para a obtenção do grau de “Mestre em Educação - Área de Concentração Ensino de Ciências e Matemática”.

Orientador: Dácio Rodney Hartwig
Co-orientador: Antonio Carlos Hernandes

São Carlos - 2008

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

L892am

Lourenço, Ariane Baffa.

Análise de mapas conceituais elaborados por alunos da oitava série do ensino fundamental a partir de aulas pautadas na teoria da aprendizagem significativa : a argila como tema de estudo / Ariane Baffa Lourenço. -- São Carlos : UFSCar, 2008.

115 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2008.

1. Aprendizagem significativa. 2. Mapas conceituais. 3. Ensino de Ciências. 4. Argila. I. Título.

CDD: 370.3 (20^a)

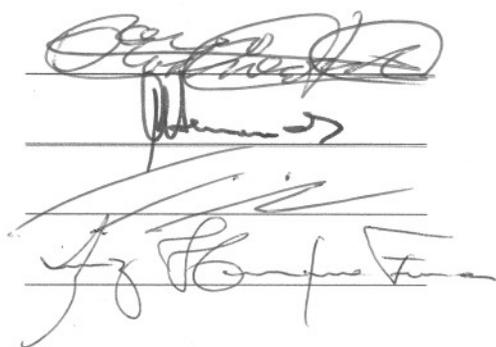
BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Dácio Rodney Hartwig

Prof. Dr. Antonio Carlos Hernandez

Prof. Dr. Aguinaldo Robinson de Souza

Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira



Handwritten signatures of the examiners, corresponding to the names listed on the left. The signatures are written on horizontal lines. The first signature is for Prof. Dr. Dácio Rodney Hartwig, the second for Prof. Dr. Antonio Carlos Hernandez, the third for Prof. Dr. Aguinaldo Robinson de Souza, and the fourth for Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira.

Um velho índio descreveu certa vez, seus conflitos internos:

*“Dentro de mim há dois lobos, um deles é mau e cruel,
e o outro bom e dócil. Os dois estão sempre brigando!”*

*Quando lhe perguntaram qual dos dois lobos ganharia a briga,
o sábio índio parou, refletiu e respondeu:*

“Aquele que eu alimentar”

Agradecimentos

Ao prof. Dr. Dácio Rodney Hartwig pela orientação, amizade, ensinamentos e confiança em mim depositada.

Ao prof. Dr. Antonio Carlos Hernandez pela orientação, amizade, ensinamentos e valiosos conselhos, e espero que continue com este ardor apaixonado pela melhoria da qualidade do ensino público que tanto nos contagia.

Ao prof. Dr. Aguinaldo Robinson de Souza participe importante de minha escolha pelo tema deste trabalho.

A Dra. Maria Inês B. Bernardi por todo apoio desde a época da iniciação e por sempre acreditar em mim.

Aos professores Luiz Henrique Ferreira e Aguinaldo Robinson de Souza pelas sugestões oferecidas no exame de qualificação.

A profa. Dra. Gláucia Gruninger Gomes Costa e ao Ms. Robert L. Gonzalez Romero pelas discussões e leitura do trabalho.

Ao prof. Dr. Jean Claude M'Peko pela amizade e apoio.

Às alunas de iniciação científica Élide, Juliana Mara, Larissa Marins e Rita, pelo auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho.

A coordenação, professores e alunos das escolas estaduais Prof. Sebastião de Oliveira Rocha e José Juliano Neto.

Aos atuais e ex-integrantes do núcleo de Difusão do Grupo de Crescimento de Cristais e Materiais Cerâmicos.

Ao Alexandre Mesquita pela leitura do *Abstract*.

A secretaria do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos.

A Érica Regina Siginini secretária do Grupo de Crescimento de Cristais e Materiais Cerâmicos, por toda ajuda na parte burocrática.

Aos colegas do grupo Crescimento de Cristais e Materiais Cerâmicos pela convivência desde a época de iniciação científica e por proporcionarem um ambiente de trabalho agradável.

Aos técnicos Manoel Ricardo Roncon pela confecção do molde e ao Geraldo José Frigo pelas medidas de análise térmica.

À Ana Mara Prado e Maria Neusa Azevedo funcionárias da biblioteca do Instituto de Física de São Carlos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP expresse meu reconhecimento pela bolsa de mestrado concedida (processo 06/52927-7).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão de uma bolsa de mestrado nos seis primeiros meses desta pesquisa.

A Valdeci Bosco pela amizade e pelos momentos de descontração que compartilhamos.

Aos meus pais e a minha irmã por todo amor e apoio em todos os momentos desta caminhada.

Ao meu pai que durante estes dez anos que moramos juntos, cuidou de mim com seu amor incondicional e suas maravilhas culinárias.

Ao meu tio Toninho por toda ajuda e carinho.

Ao Grupo Amor em Gotas pelas maravilhosas intervenções com as crianças na Santa Casa, em que a cada dia aprendemos um pouco mais da vida, e por nossas festas memoráveis.

E a todas as pessoas que passaram pela minha vida neste período e que a fizeram ainda mais bonita. Obrigada!

Sumário

Lista de Figuras	iii
Lista de Tabelas.....	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. Introdução.....	1
1.1. Questão de pesquisa	3
1.2. Objetivos.....	3
2. Fundamentação Teórica.....	4
2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa	4
2.2. Aprendizagem por recepção e descoberta	5
2.3. Tipos de Aprendizagem Significativa	5
2.4. Aquisição dos conceitos	6
2.5. Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa	8
2.6. Fatores que influenciam a ocorrência da Aprendizagem Significativa	9
2.7. Aprendizagem Mecânica	11
2.8. Mapas Conceituais.....	12
2.9. Ensino da ciência dos materiais.....	17
2.10. Argila.....	18
2.11. Cerâmica.....	18
3. Metodologia.....	20
3.1. Estudo do material argila.....	20
3.1.1. Análise Térmica.....	20
3.1.2. Densidade aparente e processo de retração da argila a temperatura ambiente	20
3.2. Definição do Universo de trabalho.....	22
3.2.1. Breve caracterização da cidade de São Carlos	22
3.2.2. Caracterização dos estabelecimentos escolares.....	22
3.2.3. Descrição das turmas de oitava série.....	23
3.2.4. Definição da amostragem	24
3.3. Atividades realizadas com os alunos.....	25
3.3.1. Identificação dos conhecimentos prévios dos alunos	27
3.3.2. Módulo “Introdução aos Mapas Conceituais”	28

3.3.3. Curso Argila	30
4. Resultados e discussões	40
4.1. Estudo do material argila.....	40
4.1.1. Calorimetria Exploratória Diferencial e Termogravimetria	40
4.1.2. Retração das peças de argila a temperatura ambiente	41
4.1.3. Alteração da cor das peças cerâmicas.....	43
4.1.4. Densidade aparente das peças de argila.....	45
4.2. Identificação dos conhecimentos prévios	46
4.3. Módulo – “Introdução aos mapas conceituais”	53
4.3.1. Mapas conceituais sobre o tema “Água”	54
4.3.2. Mapas Conceituais sobre o tema “Vertebrados”	56
4.4. Módulo – “Matéria e suas propriedades”	60
4.4.1. Classificação dos mapas	60
4.4.2. Níveis de Hierarquia dos mapas	72
4.5. Módulo – “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”	74
4.5.1. Experimentos	74
4.5.2. Mapas conceituais sobre as transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica.	78
4.5.3. Níveis de Hierarquia dos mapas	94
4.6. Análise do texto elaborado pelos alunos	95
4.6.1. Itens relacionados ao módulo Matéria.....	95
4.6.2. Itens relacionados ao conceito Argila.....	96
4.6.3. Itens relacionados aos experimentos	97
4.6.4. Itens relacionados aos mapas conceituais.....	98
4.7. Análise do questionário final.....	102
5. Conclusões.....	111
6. Referências	112

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa conceitual da fundamentação teórica do item 2.1 até 2.7.	12
Figura 2: Mapa conceitual (Novak, 1988), cujo conceito principal é “seres vivos”.....	14
Figura 3: Mapa conceitual (Novak, 1988), cujo conceito principal é “moléculas”.....	14
Figura 4: Mapa conceitual da teoria apresentada nos itens 2.8. e 2.9.	17
Figura 5: Molde utilizado no preparo das peças de argila.	21
Figura 6: Fluxograma das atividades desenvolvidas com os alunos.	26
Figura 7: Mapa conceitual referente ao conceito água (Novak, 1988) e apresentado aos alunos para que adicionassem conceitos.....	29
Figura 8: Mapa conceitual de referência do módulo “Matéria e suas propriedades”.....	31
Figura 9: Mapa conceitual de referência do módulo “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica” que ocorrem na produção de cerâmica.	32
Figura 10: Mapa conceitual elaborado por In e usado como exemplo da análise dos mapas conceituais sobre os temas água e vertebrados.....	34
Figura 11: Mapa conceitual sobre Matéria elaborado por Rf e usado para exemplificar a análise dos mapas conceituais dos módulos “Matéria e suas propriedades” e “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”.	38
Figura 12: Perda de massa percentual (TG) e curva de DSC em função da temperatura da argila branca.	40
Figura 13: Perda de massa percentual (TG) e curva de DSC em função da temperatura da argila vermelha.	41
Figura 14: a) Tijolo após moldagem e b) Tijolo após seis dias de secagem à temperatura ambiente	42
Figura 15: Retração volumétrica do tijolo após seis dias de secagem à temperatura ambiente.....	42
Figura 16: Variação do volume em função do tempo à temperatura ambiente.....	43
Figura 17: Perda de massa em função do tempo à temperatura ambiente.....	43
Figura 18: Mostruário contendo peças de argila branca queimadas em diferentes temperaturas.	44
Figura 19: Mostruário contendo peças de argila vermelha queimadas em diferentes temperaturas.	44
Figura 20: Densidade aparente média dos tijolos com seus desvios em função da temperatura. Cada ponto no gráfico representa a densidade média de quatro tijolos.....	45
Figura 21: Mapa conceitual elaborado por Dn. O mapa apresenta: a) repetição do conceito água; b) as palavras gelo, água e gás estão ligadas aos conceitos sólido, líquido e gasoso, generalizando os exemplos e c) possui vários exemplos na mesma figura geométrica.	54
Figura 22: Mapa conceitual elaborado por Ld. O mapa apresenta generalização de exemplos em três locais distintos do mapa e repetição do conceito água.	55
Figura 23: Mapa conceitual elaborado por An. O mapa apresenta: a) os exemplos gato, cachorro e pássaro na mesma figura geométrica, e b) os conceitos incolor, inodoro e insípida na mesma figura geométrica e c) repetição do conceito água.	55
Figura 24: Mapa conceitual elaborado por Ja. O mapa apresenta: a) quase todas as palavras de ligação circuladas e b) ausência de palavras de ligação entre alguns conceitos e exemplos. ...	56
Figura 25: Mapa conceitual elaborado por In. O mapa apresenta: a) generalização de exemplos, e b) repetição dos conceitos vertebrados e mamíferos.	57
Figura 26: Mapa conceitual elaborado por Dn. O mapa apresenta vários exemplos na mesma figura geométrica.....	57
Figura 27: Mapa conceitual elaborado por Mm. O mapa apresenta várias palavras de ligação circuladas.....	58

Figura 28: Mapa conceitual elaborado por Gl. O mapa apresenta generalização de exemplos.	58
Figura 29: Mapa conceitual elaborado por Mh. O mapa apresenta repetição do conceito “dois ambientes” e água.	59
Figura 30: Mapa conceitual elaborado por Ja. O mapa apresenta a) várias palavras de ligação circuladas e b) ausência de palavras de ligação.	59
Figura 31: Categorias e subcategorias obtidas da análise dos mapas conceituais sobre Matéria.	61
Figura 32: Mapa conceitual elaborado por Ap pertencente à subcategoria A1 por apresentar mais de dezesseis conceitos e na categoria C por ter exemplos dos conceitos.	62
Figura 33: Mapa conceitual elaborado por Gb, pertencente à subcategoria A2 por apresentar menos de dezesseis conceitos e na categoria C por ter exemplos dos conceitos.	62
Figura 34: Mapa Conceitual elaborado por In, pertencente à categoria D, pois não relacionou os conceitos ebulição, ponto de fusão e fusão com o conceito “gerais”, e à categoria B por apresentar relação errônea entre os conceitos.	63
Figura 35: Mapa elaborado por Jn, pertencente a categoria B, por apresentar relações errôneas entre os conceitos.	64
Figura 36: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos presentes na seção um do mapa de referência.	65
Figura 37: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos presentes na seção dois do mapa de referência.	66
Figura 38: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos presentes na seção três do mapa de referência.	66
Figura 39: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos presentes na seção quatro do mapa de referência.	67
Figura 40: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos presentes na seção cinco do mapa de referência.	67
Figura 41: Mapa Conceitual elaborado por Mm pertencente à categoria C, por apresentar exemplo para os conceitos transformação física e química, e na categoria A1 por apresentar dezesseis conceitos e todas as proposições corretas.	70
Figura 42: Mapa Conceitual elaborado por Gl. enquadrado na categoria C por apresentar exemplos dos conceitos fusão, solidificação, vaporização, sublimação, combustão e decomposição, e na categoria A1 por ter mais de dezesseis conceitos e todas as proposições corretas.	70
Figura 43: Mapa Conceitual elaborado por In, pertencente à categoria D, pois não relacionou os conceitos ebulição, ponto de fusão e fusão com o conceito “gerais”, e à categoria B por apresentar relação errônea entre os conceitos específicas, massa e volume, e os conceitos gerais, ponto de fusão, ebulição e fusão.	71
Figura 44: Mapa elaborado por Ja pertencente à categoria D, por não ter relacionado o conceito mistura com “óleo e água”, e gerais e específicas com propriedades, e na categoria A2, por apresentar menos de dezesseis conceitos.	71
Figura 45: Mapa Conceitual elaborado por Wl pertencente à categoria D por não ter relacionado os conceitos simples com “átomos de um mesmo elemento químico” e composta com “átomos de elementos químicos diferentes”, na categoria C por ter exemplos, e em A1, por ter mais de dezesseis conceitos.	72
Figura 46: Mapa elaborado por An, em que o conceito de maior nível hierárquico é argila.	78
Figura 47: Mapa elaborado por Dn, em que o conceito de maior nível hierárquico é “transformações”.	79
Figura 48: Quantidade em porcentagem das categorias e subcategorias obtidas da análise dos mapas conceituais sobre matéria.	80

Figura 49: Mapa elaborado por Mm e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.....	81
Figura 50: Mapa elaborado por Gb e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.....	81
Figura 51: Mapa elaborado por Al e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.....	82
Figura 52: Mapa elaborado por Dn e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.....	82
Figura 53: Mapa elaborado por As e pertencente a subcategoria A2 por ter menos de seis conceitos e todas as proposições corretas.....	83
Figura 54: Quantidade em porcentagem de presença dos conceitos básicos presentes nos mapas da sala A e B.....	84
Figura 55: Mapa elaborado por Pm, pertencente a categoria B, pois apresenta relação errônea entre os conceitos “evaporação de água” e “ retração linear”	86
Figura 56: Mapa elaborado por Rf, pertencente a categoria B, pois apresenta relação errônea entre os conceitos “podem perder a massa” e “a sua cor”	87
Figura 57: Mapa elaborado por Av, pertencente nas categorias B por apresentar relação errônea entre os conceitos “evaporação de água” e “a retração linear das peças” e entre os conceitos “homogeneização” e “ moldagem”, e na categoria D por ter ausência de relação entre conceitos.	87
Figura 58: Mapa elaborado por Rn, pertencente a categoria B por apresentar relação errônea entre os conceitos “de monóxido de carbono” e “dióxido de carbono”	88
Figura 59: Mapa elaborado por Tz, pertencente nas subcategoria A1 por apresentar mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria C por ter exemplos de conceitos.	89
Figura 60: Mapa elaborado por An, pertencente nas categorias B por apresentar relação errônea entre os conceitos “ do argila”, “ do ambiente” e “do tempo”, com “ vasos” e “ tijolos”, e na categoria D por ter exemplos dos conceitos.....	89
Figura 61: Mapa elaborado por Mh, pertencente na subcategoria A1 por apresentar mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria C por ter exemplos de conceitos.	90
Figura 62: Mapa elaborado por As e pertencente a subcategoria A2 por menos de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria C por ter exemplos dos conceitos. .	90
Figura 63: Mapa elaborado por Pm, pertencente à categoria B, por apresentar relação errônea entre os conceitos “evaporação de água” e “retração linear”, e na categoria D por ter ausência de palavras de ligação.....	91
Figura 64: Mapa elaborado por An, pertencente a categoria B por apresentar relação errônea entre os conceitos “ do argila”, “ do ambiente” e entre os conceitos “do tempo”, com “ vasos” e “ tijolos”, e na categoria D por ter exemplos dos conceitos.	92
Figura 65: Mapa elaborado por Br, pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria D por ter ausência de relação entre os conceitos.	92
Figura 66: Mapa elaborado por Mq, pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria D por ter ausência de palavras de ligação entre alguns conceitos.	93
Figura 67: Mapa elaborado por Av, pertencente nas categorias B, pois apresenta relação errônea entre os conceitos “evaporação de água” e “a retração linear das peças” e entre os conceitos “homogeneização” e “ moldagem”, e na categoria D por ter ausência de relação entre conceitos.	93

Lista de Tabelas

Tabela 1: Alunos da escola estadual Prof. Sebastião de Oliveira Rocha que tiveram suas atividades analisadas	24
Tabela 2: Alunos da escola estadual Prof. José Juliano Neto que tiveram suas atividades analisadas.....	24
Tabela 3: Quantidade de alunos por sala que realizaram as atividades.....	27
Tabela 4: Relações utilizadas para analisar a hierarquia conceitual dos mapas elaborados no módulo “Matéria e suas propriedades”.....	36
Tabela 5: Relações utilizadas para analisar a hierarquia conceitual dos mapas elaborados no módulo “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”.....	37
Tabela 6: Perda de massa percentual em distintos intervalos de temperatura para a amostra da argila branca e vermelha.....	41
Tabela 7: Categorias obtidas para o conceito matéria	46
Tabela 8: Categorias obtidas para o conceito massa	47
Tabela 9: Categorias obtidas para o conceito volume	47
Tabela 10: Categorias obtidas para o conceito densidade	47
Tabela 11: Categorias obtidas para o conceito porosidade.....	48
Tabela 12: Categorias obtidas para o conceito retração	48
Tabela 13: Categorias obtidas para o conceito cerâmica.....	48
Tabela 14: Categorias obtidas para o conceito argila	49
Tabela 15: Categorias obtidas para o conceito Transformação química.....	49
Tabela 16: Categorias obtidas para o conceito Transformação física	50
Tabela 17: Categorias obtidas para o conceito Substância.....	50
Tabela 18: Categorias obtidas para o conceito Mistura.....	51
Tabela 19: Categorias obtidas para o conceito Mistura Homogênea	51
Tabela 20: Categorias obtidas para o conceito Mistura Heterogênea	51
Tabela 21: Categorias obtidas para o conceito Temperatura de Fusão	52
Tabela 22: Categorias obtidas para o conceito Temperatura de Ebulição.....	52
Tabela 23: Total de mapas elaborados para os conceitos água e vertebrados e quantidade de mapas com problemas de construção.	53
Tabela 24: Categorias e subcategorias obtidas da análise dos mapas conceituais elaborados no módulo Matéria e suas propriedades.	61
Tabela 25: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos apresentados nos mapas.	65
Tabela 26: Quantidade em porcentagem dos conceitos outros apresentados nos mapas.	68
Tabela 27: Quantidade em porcentagem dos exemplos dados para cada conceito.	69
Tabela 28: Quantidade em porcentagem das relações encontradas nos mapas sobre o tema Matéria e suas propriedades conforme o mapa de referência.....	73
Tabela 29: Categorias e subcategorias obtidas da análise dos mapas conceituais elaborados no módulo “transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica”.....	80
Tabela 30: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos apresentados nos mapas.	84
Tabela 31: Quantidade em porcentagem dos conceitos da categoria “conceitos outros” apresentados nos mapas.....	85
Tabela 32: Porcentagem de exemplos dados para cada conceito.	88
Tabela 33: Quantidade em porcentagem das relações encontradas nos mapas sobre o tema “transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica” conforme o mapa de referência.	94
Tabela 34: Quantidade em porcentagem dos assuntos relacionados no módulo Matéria.	95
Tabela 35: Quantidade em porcentagem dos assuntos relacionados ao conceito argila.	96

Tabela 36: Quantidade em porcentagem dos assuntos relacionados aos conceitos abordados nos experimentos	98
Tabela 37: Categorias obtidas para o conceito matéria	103
Tabela 38: Categorias obtidas para o conceito volume	103
Tabela 39: Categorias obtidas para o conceito massa	103
Tabela 40: Categorias obtidas para o conceito densidade	104
Tabela 41: Categorias obtidas para o conceito porosidade.....	104
Tabela 42: Categorias obtidas para o conceito retração	105
Tabela 43: Categorias obtidas para o conceito cerâmica.....	105
Tabela 44: Categorias obtidas para o conceito argila	105
Tabela 45: Categorias obtidas para o conceito Transformação física	106
Tabela 46: Categorias obtidas para o conceito Transformação química	107
Tabela 47: Categorias obtidas para o conceito Substância.....	107
Tabela 48: Categorias obtidas para o conceito Mistura.....	108
Tabela 49: Categorias obtidas para o conceito Mistura Homogênea	108
Tabela 50: Categorias obtidas para o conceito Mistura Heterogênea	109
Tabela 51: Categorias obtidas para o conceito Temperatura de Fusão	109
Tabela 52: Categorias obtidas para o conceito Temperatura de Ebulição.....	109

RESUMO

Neste trabalho analisamos como e em que extensão alunos da oitava série do ensino fundamental de duas escolas públicas da cidade de São Carlos, elaboram mapas conceituais a partir de aulas teóricas e experimentais, pautadas na teoria da Aprendizagem Significativa, tendo argila como tema de estudo. Para a realização da pesquisa foi feito um estudo inicial de caracterização de dois tipos de argila escolar, uma branca e a outra vermelha. Os resultados deste estudo serviram como base para a elaboração do curso Argila, ministrado no período regular de aulas, em situação real de ensino em sala. Como instrumento de avaliação da aprendizagem foram utilizados relatórios e texto elaborados pelos alunos, questionário dissertativo e mapas conceituais. Pelos resultados tivemos que o uso de textos e aulas elaboradas baseadas na teoria da Aprendizagem Significativa e o uso de mapas conceituais auxiliaram a aprendizagem dos alunos. O mapa foi uma ferramenta eficaz no processo de ensino-aprendizagem, pois permitiu aos alunos identificarem e relacionarem os conceitos entre si, e com demais conceitos e exemplos, já existentes em sua estrutura cognitiva, e obterem um panorama de como seu conhecimento estava estruturado. Para a pesquisadora, o mapa possibilitou identificar concepções equivocadas dos alunos, podendo estas serem trabalhadas individualmente, além de servir como instrumento de avaliação. Diante dos resultados obtidos neste trabalho constatamos que é possível ao professor utilizar mapas conceituais em suas aulas, pois esta é uma ferramenta que auxilia no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, pode ser usado como instrumento de avaliação e tem boa aceitação pelos alunos.

ABSTRACT

In this work we analyze how and where extension student of the eighth series of the basic education of two public schools of the city São Carlos, conceptual maps from theoretical and experimental lessons elaborate, based in the theory of the Significant Learning, having as study subject the material clay. For the accomplishment of the research an initial study of characterization of two types of school clay was made, a white and another red. The results of this study had served as base for the elaboration of the course Clay, given in the regular period of lessons, in real situation of education in room. As instrument of evaluation of the learning reports and text had been used to elaborate by the students, questionnaire and conceptual maps. For the results we had that the use of texts and lessons elaborated based in the theory of the Significant Learning and the use of conceptual maps had assisted the learning of the students. The conceptual map was an efficient tool in the teach-learning process, therefore it allowed the students to identify and to relate the concepts between itself, and with too much concepts and examples, already existing in its cognitive structure, and to get a panorama of as its knowledge was structuralized. For the researcher, the map made possible to identify mistake ideas of the students, being able these to be worked individually, besides serving as evaluation instrument. For the results gotten in this work we evidence that it is possible to the teacher to use conceptual maps in its lessons, because this is a tool that assists in the process of teach-learning of the students, can be used as evaluation instrument and has good acceptance for the students.

1. Introdução

A proposta deste trabalho foi analisar como e em que extensão alunos da oitava série do ensino fundamental elaboram mapas conceituais a partir de aulas teóricas e experimentais, pautadas na teoria da Aprendizagem Significativa, tendo o material argila como tema de estudo. A argila é um material conhecido desde a pré-história e, ainda, é largamente utilizado nas mais diversas aplicações, principalmente como produtos cerâmicos (pisos, azulejos, pratos, xícaras etc.). Além disso, é um material que possibilita a realização de atividades com os alunos nas áreas de história, geografia, química, artes e física, entre outras. No entanto, o tema tem sido abordado superficialmente em sala de aula, e não se encontrou na literatura pesquisas referentes a utilização de mapas conceituais no ensino do material argila.

Todo o trabalho teve como fundamentação a teoria da Aprendizagem Significativa (AS), a qual foi desenvolvida por David Paul Ausubel (1980), e procura explicar os mecanismos internos que ocorre na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento, ocorridos principalmente em sala de aula. Para Ausubel, o armazenamento de informações no cérebro é altamente organizado, com articulações formadas entre vários elementos mais antigos e mais recentes, conduzindo a uma hierarquia conceitual, na qual elementos menos importantes de conhecimentos são ligados (incorporados) a conceitos maiores, mais gerais e mais inclusivos. Assim, a estrutura cognitiva representa um arcabouço de conceitos hierarquicamente organizados, que são as representações da experiência cognitiva da pessoa (NOVAK, 1981).

Para que ocorra a AS alguns aspectos são importantes, como por exemplo: o aluno deve ter em sua estrutura cognitiva a disponibilidade dos conceitos subsunçores, apresentar uma pré-disposição positiva para relacionar as novas idéias com as relevantes disponíveis e o material tem que ser potencialmente significativo. O professor que visa uma aprendizagem significativa de seus alunos deve elaborar suas aulas seguindo o princípio da diferenciação progressiva do conteúdo, ou seja, os conceitos mais gerais da disciplina devem ser apresentados em primeiro lugar, e gradativamente introduzir os conceitos mais específicos. Deve-se também promover relações entre idéias, conceitos, proposições já estabelecidas na estrutura cognitiva, e apresentar materiais de aprendizagem que sejam potencialmente significativos aos alunos, para que consigam relacioná-los de forma não arbitrária.

O mapa conceitual é uma ferramenta que visa auxiliar a ocorrência da aprendizagem significativa, organizando e representando conhecimentos. O mapeamento conceitual é uma técnica flexível, o que permite seu uso em uma diversidade de atividades, como em

planejamento de currículo, no sistema de avaliação, como indexadores de conteúdo e no processo de ensino e aprendizagem.

Para realizar este trabalho foi feito, inicialmente, um estudo do material argila e elaborado um curso sobre o tema, o qual foi aplicado a alunos da oitava série de duas escolas públicas da cidade de São Carlos. O curso foi ministrado no período regular de aulas, em situação real de ensino em sala.

A dissertação está organizada da seguinte maneira. No capítulo II é abordado todo o referencial teórico que fornece subsídios para o desenvolvimento do trabalho: Teoria da Aprendizagem Significativa, introdução sobre os Mapas Conceituais juntamente com uma revisão do uso desta ferramenta, a importância de se ensinar ciências dos materiais aos alunos, e uma breve caracterização do material argila e cerâmica. No capítulo III é apresentada de forma detalhada a metodologia empregada, tanto no estudo do material argila como nas atividades desenvolvidas com os alunos. No capítulo IV são apresentados e discutidos os resultados obtidos, no estudo do material argila, e as atividades desenvolvidas com os alunos. No capítulo V são apresentadas as conclusões. As referências bibliográficas estão dispostas no capítulo VI. Os materiais instrucionais utilizados com os alunos, fotos do procedimento de elaboração das peças de argila e os mapas elaborados pelos alunos estão apresentados nos apêndices e anexo.

1.1. Questão de pesquisa

Como e em que extensão ocorre a elaboração de mapas conceituais por alunos do ensino fundamental a partir de aulas teóricas e experimentais, pautadas na teoria da Aprendizagem Significativa, tendo como tema de estudo o material argila?

1.2. Objetivos

Os objetivos deste trabalho foram realizar um estudo do material argila, utilizando técnicas de análise térmica, e medidas de densidade aparente, para elaboração do curso Argila, e analisar como e em que extensão alunos do ensino fundamental elaboram mapas conceituais a partir de aulas pautadas na teoria da Aprendizagem Significativa.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa

A teoria da Aprendizagem Significativa (AS) foi desenvolvida nos anos 60 pelo psicólogo norte americano David Paul Ausubel (PELIZZARI, 2002). Ela apresenta um caráter cognitivista e procura explicar os mecanismos internos que ocorre na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento, ocorridos principalmente em sala de aula. Ausubel focou sua pesquisa nas técnicas e reflexões acerca da aula “tradicional”, ou seja, do tipo receptiva, e do tipo de enfoque, cuidado e trabalho ideais que um professor deve ter neste contexto, a fim de propiciar o melhor aprendizado a seus alunos (AUSUBEL, 1980).

Para Ausubel cada indivíduo possui um corpo organizado de conhecimentos, a estrutura cognitiva, a qual é formada por conceitos, denominados de subsunçores (MOREIRA, 2006). Os conceitos são objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos essenciais comuns e são designados numa determinada cultura por algum símbolo ou signo. Por este caráter idiossincrático, podemos afirmar que vivemos em um mundo de conceitos (AUSUBEL, 1980; NOVAK, 1991). Há na estrutura cognitiva conceitos amplos, gerais, os quais incluem outros com significados específicos, sendo este para Ausubel o fator que decide acerca da significação do novo material, da sua aquisição e retenção. A estrutura cognitiva pode ser modificada à medida que novas informações inseridas estabelecem relações com os conhecimentos já existentes (AUSUBEL, 1980; NOVAK, 1991; MOREIRA, 1982).

Quando o indivíduo aprende significativamente a nova informação apresentada ancora-se por meio de interação a conceitos subsunçores, sendo armazenada de maneira não-arbitrária e substantiva, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores preexistentes e conseqüentemente da própria estrutura cognitiva (AUSUBEL, 1980; NOVAK, 1981; MOREIRA, 2006). Por uma aprendizagem não-arbitrária entende-se que o indivíduo deve relacionar logicamente a nova idéia com os seus conceitos subsunçores, e por aprendizagem substantiva, que deve-se aprender o sentido, o significado daquilo que foi ensinado, de modo que pode expressar este significado com as mais diversas palavras.

2.2. Aprendizagem por recepção e descoberta

Uma aprendizagem pode ocorrer por descoberta ou por recepção. Na aprendizagem por recepção o conteúdo é apresentado ao aluno na sua forma final, por meio de preleções, e outros materiais comumente utilizados em sala de aula (FARIA, 1995). Neste tipo de aprendizagem o aluno precisa atuar ativamente sobre o material, a fim de relacioná-lo a idéias relevantes disponíveis em sua estrutura cognitiva, decidir quais das idéias estabelecidas na estrutura cognitiva são convenientemente relacionáveis com as idéias a serem aprendidas, e reconciliar e diferenciar a nova idéia das existentes na sua estrutura cognitiva (ARAGÃO, 1976; AUSUBEL, 1980).

Na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal daquilo que vai ser aprendido não é dado, tendo o indivíduo que descobri-lo através da produção de proposições que representem ou a solução para problemas sugeridos ou a seqüência de etapas para a sua solução (AUSUBEL, 1980). No entanto esta aprendizagem só será significativa se após a descoberta o indivíduo estabelecer ligações dos conteúdos descobertos com os conceitos subsunçores relevantes já existentes na sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006).

Tanto a aprendizagem por recepção como a por descoberta, podem ser significativas ou mecânicas, sendo o tipo de aprendizagem determinado pela maneira como a nova informação é armazenada na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 1980). Por exemplo, montar um quebra-cabeça por tentativa e erro é uma forma de aprendizagem por descoberta, em que o conteúdo descoberto, é na maioria das vezes incorporado arbitrariamente a estrutura cognitiva, sendo assim aprendido mecanicamente. No entanto, uma lei da física pode ser aprendida significativamente sem que o aluno tenha que descobri-la, ou seja, mesmo ele não a descobrindo, pode ser capaz de compreendê-la e utilizá-la significativamente (MOREIRA, 2006).

2.3. Tipos de Aprendizagem Significativa

Ausubel (1980) em sua teoria distingue três tipos de Aprendizagem Significativa, sendo: representacional, de conceitos e proposicional. A aprendizagem representacional é o tipo mais básico, em que se aprende o significado de símbolos particulares (de um modo geral, palavras) ou o que eles representam (AUSUBEL, 1980). Este tipo de aprendizagem ocorre quando se estabelece uma equivalência de significado entre os símbolos arbitrários,

como objetos, exemplos, conceitos etc., e seus correspondentes referentes, passando a remeter ao aluno o mesmo significado. Na aprendizagem significativa de conceitos, a formação dos conceitos é um tipo de aprendizagem por descoberta, a qual pode envolver análise discriminativa, abstração, diferenciação, formulação e teste de hipóteses e generalização.

Na aprendizagem proposicional, a tarefa de aprendizagem significativa não se reduz ao aprendizado do que representam as palavras isoladamente ou à combinação das mesmas; refere-se, antes de tudo, ao aprendizado do significado de novas idéias expressas de forma proposicional (AUSUBEL, 1980). O que se aprende é o significado de uma nova estrutura no sentido de que: a) a estrutura proposicional propriamente dita é o resultado da combinação de várias palavras isoladas que se relacionam entre si, cada uma representando uma unidade referencial; e b) as palavras isoladas combinam-se de tal forma que compõe um todo. Entretanto antes de se aprender o significado da proposição verbal, aprende-se primeiramente o significado de termos componentes, ou o que os termos representam. Consequentemente a aprendizagem representacional é um pré-requisito para a aprendizagem proposicional, quando, então, as proposições são expressas verbalmente (MOREIRA, 2006; AUSUBEL, 1980).

2.4. Aquisição dos conceitos

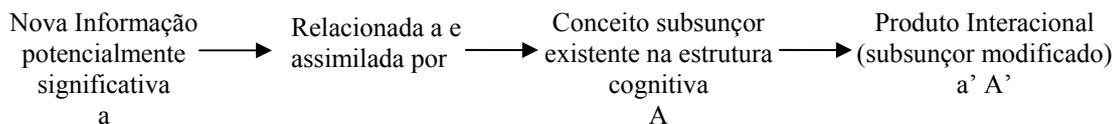
Os conceitos podem ser adquiridos pelo processo de formação ou assimilação. A formação dos conceitos ocorre em crianças durante a idade pré-escolar e os primeiros anos do ensino básico. Ela ocorre por meio de experiência direta e estágios sucessivos de formulação de hipóteses, teste ou generalização. Por exemplo, as crianças em seus primeiros anos de vida, aprendem, o conceito “cachorro” por meio de encontros sucessivos com este animal, em que as pessoas mais velhas o rotulam, desenvolvendo gradualmente na criança os atributos criteriosais que caracterizam tal conceito. Os conceitos podem ser relacionados à sua forma denotativa, em que os atributos essenciais do conceito são aprendidos significativamente, ou no significado conotativo em que as mais diversas reações idiossincráticas afetivas e atitudinais que o termo desperta em cada criança, dependendo de sua experiência particular com as espécies (AUSUBEL, 1980).

Para crianças de uma faixa etária mais elevada e para os adultos a aquisição de conceitos ocorre pelo processo de assimilação. Nele os conceitos ou proposições potencialmente significativos são assimilados sob uma idéia mais inclusiva, e existente na

estrutura cognitiva, representado no diagrama 1 (MOREIRA, 1987; MOREIRA, 2006). Na assimilação dos conceitos não só a nova informação **a**, mas também o conceito subsunçor **A**, são modificados pela interação. O produto dessa interação, **a'** e **A'**, permanecem relacionados como co-participantes de uma nova unidade ou complexo ideacional **A'a'**. Assim, o verdadeiro produto do processo interacional que caracteriza a aprendizagem significativa não é apenas o novo significado de **a'**, mas também a modificação da idéia-âncora, sendo, conseqüentemente, o significado composto de **A'a'**.

A assimilação não é algo que se completa, ou termina podendo o produto interacional **A'a'**, envolver novas aprendizagens e perda de capacidade de reprodução de idéias subordinadas (MOREIRA, 2006). No entanto mesmo com o esquecimento das idéias, fica na estrutura cognitiva o subsunçor modificado, o qual facilitará a reaprendizagem (MOREIRA, 2007).

Diagrama 1: representação da assimilação dos conceitos na estrutura cognitiva



A assimilação dos conceitos pode ocorrer por meio da aprendizagem subordinada, supeordenada ou combinatória. Na aprendizagem subordinada a nova informação é assimilada através de uma idéia mais geral, presente na estrutura cognitiva do aluno, promovendo uma relação de subordinação do novo material em relação à estrutura cognitiva preexistente (MOREIRA,1999). A eficiência da aprendizagem subordinada se dá, pois quando as idéias estão agrupadas adequadamente na estrutura cognitiva, elas têm o máximo de relevância específica e direta para as tarefas de aprendizagem subsequente. Apresentam poder explanatório suficiente para representar detalhes factuais potencialmente significativos, que em outras circunstâncias, seriam arbitrários, possibilitam estabilidade interna proporcionando o tipo mais firme de esteio para significados recém-aprendidos e organizam os novos fatos relacionados em torno de um tema comum, com isso integrando entre si os elementos componentes da nova informação, e o conhecimento existente (AUSUBEL,1980). A aprendizagem subordinativa pode ser dividida em dois tipos, derivativa e correlativa.

Na aprendizagem subordinada derivativa o material aprendido é entendido como um exemplo específico de um conceito já estabelecido na estrutura cognitiva, ou apenas corrobora

ou ilustra uma proposição geral, previamente aprendida. Neste caso, o novo conceito é facilmente incorporado à estrutura cognitiva, pois é diretamente derivável de, ou está implícito em um conceito ou proposição já estabelecido (MOREIRA, 2006). Por exemplo, se o indivíduo já possui em sua estrutura cognitiva o conceito mistura bem claro e diferenciado, explicar sobre mistura homogênea e heterogênea poderá ocasionar uma aprendizagem subordinada derivativa.

A aprendizagem subordinada correlativa ocorre quando há uma extensão, elaboração, modificação, ou qualificação de proposições anteriormente adquiridas (MOREIRA, 2006). Neste tipo de aprendizagem o material é incorporado por interações com subsunçores, mais inclusivos, contudo, seu significado não está implícito e não pode ser adequadamente representado por esses subsunçores. Este é o processo pelo qual, mais tipicamente, um novo conteúdo é aprendido.

Na aprendizagem superordenada os conceitos subsunçores, são mais específicos do que o conceito que se tenta adquirir, exigindo que o aprendiz reorganize sua estrutura cognitiva, pois introduz uma nova idéia de grau elevado na hierarquia (AUSUBEL, 1980). Na aprendizagem combinatória não há relação hierárquica entre os conceitos subsunçores e o novo material, mas todos se situam em um nível similar dentro da hierarquia conceitual da estrutura cognitiva (COLL, 2000). Para um aluno que já tem o conceito de “mamífero”, aprender o de “ave” ou de “réptil” seriam aprendizagens combinatórias, pois estes conceitos estão no mesmo patamar dos seres vivos.

Ao contrário das proposições superordenada ou subordinativa, as combinatórias não são relacionáveis as idéias relevantes particulares de uma estrutura cognitiva. Esta disponibilidade de conteúdos específicos provavelmente torna a proposição combinatória menos relacionável ou subordinada ao conhecimento anteriormente adquirido e, portanto, pelo menos inicialmente, mais difícil de aprender e lembrar do que as proposições superordenadas ou subordinativas (AUSUBEL, 1980).

2.5. Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa

Ausubel em sua teoria apresenta dois princípios importantes que ocorrem durante a aprendizagem significativa, são eles: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. A diferenciação progressiva se dá quando um novo conceito ou proposição é aprendido pelo processo de subordinação, ou seja, há uma interação e ancoragem dos conceitos novos com os

subsunçores (MOREIRA, 1999). Ausubel propôs este princípio visando facilitar o processo de aprendizagem dos alunos, pois é menos difícil, para o ser humano, compreender o sentido de aspectos diferenciados, a partir de um todo mais inclusivo já aprendido, do que formular o todo inclusivo, a partir de partes diferenciadas já aprendidas (AUSUBEL, 1980). Na sala de aula a utilização da diferenciação progressiva indica que os conceitos são apresentados aos alunos indo do mais geral para os específicos, sendo hierarquicamente diferenciados em termos de detalhe e especificidade (EBENEZER, 1992).

Na reconciliação integrativa há uma recombinação dos conceitos na estrutura cognitiva. Esta recombinação é fundamental na aprendizagem supeordenada e na combinatória, pois a assimilação de idéia tão ou mais geral e abrangente quanto à pré-existente, introduz perturbações na estrutura cognitiva. Dessa maneira o aluno deve criar e recriar relações conceituais como forma de integrar os significados emergente de modo harmonioso com os demais (MOREIRA, 1987).

2.6. Fatores que influenciam a ocorrência da Aprendizagem Significativa

Há alguns fatores que influenciam a ocorrência da aprendizagem significativa, os quais são divididos por Ausubel em duas categorias, a *intrapessoal*, em que estão os fatores intrínsecos ao aluno, sendo eles: a) variáveis da estrutura cognitiva; b) desenvolvimento da prontidão; c) aptidão intelectual; d) fatores motivacionais e atitudinais e e) fatores de personalidade, e a *situacional*, a qual inclui os fatores na situação de aprendizagem, sendo: a) a prática; b) a classificação das disciplinas acadêmicas; c) fatores sociais e grupais; e d) características do professor.

Os fatores intrapessoais são cruciais para a ocorrência da aprendizagem significativa, pois referem-se às propriedades do conhecimento total adquirido num dado campo de estudo, que influenciam a aprendizagem acadêmica geral e futura dentro desse mesmo campo, um destes fatores é o conhecimento prévio (FARIA, 1995). Ausubel em sua teoria diz que se tivesse que reduzir toda a psicologia em um só princípio, diria o seguinte: “*o fator isolado, mas importante influenciando a aprendizagem é o que o aluno já sabe. Determine isso e ensine de acordo*” (AUSUBEL, 1980).

O conhecimento prévio é de suma importância na construção do conhecimento e no processo de elaboração das relações entre os conceitos, pois quando se apresenta um conteúdo novo ao aluno, este utiliza dos seus conceitos, concepções, representações adquiridos durante

experiências anteriores, como instrumento de leitura e interpretação do novo material. Assim ao professor que busca um ensino que viabilize uma aprendizagem significativa é extremamente importante que faça um mapeamento da estrutura conceitual e proposicional do que pretende ensinar, e determine os conhecimentos prévios de seus alunos, para só depois iniciar o processo de ensino (MOREIRA, 2006). A investigação destes conhecimentos pode ser realizada pelo professor por diferentes estratégias de sondagem, como questionários, entrevistas e dinâmicas.

De acordo com Miras (2006) além do mapeamento da estrutura conceitual e proposicional, o professor deve considerar os objetivos os quais almeja em relação aos conteúdos a ensinar e o tipo de aprendizagem que se pretende que o aluno tenha. Levando estes aspectos em consideração é possível selecionar de maneira mais precisa quais os conhecimentos prévios realmente pertinentes e necessários para desenvolver um determinado processo de ensino e aprendizagem. Os conhecimentos prévios podem abranger conhecimentos e informações sobre o próprio conteúdo, como conhecimentos que estejam de maneira direta ou indireta relacionada ao assunto. A determinação destes conhecimentos permite ao professor planejar de forma mais adequada o contato inicial dos alunos com o novo conteúdo, e fundamentar melhor a construção dos novos significados (MIRAS, 2006).

Dos fatores intrapessoal a aptidão intelectual, ou seja, a pré-disposição positiva em aprender significativamente, é fundamental, pois sem esse fator o aluno não relacionará o novo material com os conceitos já disponíveis em sua estrutura cognitiva, gerando assim uma aprendizagem mecânica (FARIA, 1995, ARAGÃO, 1976). O aluno também deve ter interesse em obter o conhecimento como um fim em si mesmo, independente de recompensas externas. No nível humano o impulso cognitivo é mais importante na aprendizagem significativa do que na memorização. Isso se deve à sua potência inerente e porque, a aprendizagem significativa, contrariamente a outros tipos de aprendizagem humana, fornece automaticamente sua própria recompensa (AUSUBEL, 1980; FARIA, 1995).

Os elementos da categoria situacional também são fundamentais para a ocorrência da aprendizagem significativa. Assim o professor deve ter cuidado na escolha dos métodos, condições do ensino, duração de cada etapa de aprendizagem, grau de dificuldade do aprendizado de acordo com a idade dos alunos, do clima da sala de aula, em si mesmo, pois o professor deve sempre estar atento ao seu conhecimento e trabalhar com materiais que apresentem significado lógico. O significado lógico de um material é somente potencialmente significativo, para transformar-se em significado psicológico tem de se produzir um encaixe particular, diferente em cada aluno, com seus conhecimentos prévios, transformando-se,

ambos – o conhecimento prévio e o novo material- em processo de aprendizagem. O significado psicológico é, como consequência, uma experiência idiossincrática do aluno, o que não impede que tenha elementos comuns com os significados de outras pessoas para permitir a comunicação.

Durante o processo de ensino-aprendizagem é importante proporcionar ao aluno a possibilidade de aprender a fazer questionamentos, aprender com seus erros, não sendo um receptor de respostas certas que devem ser memorizadas e reproduzidas. O aluno também deve perceber que o ensino-aprendizagem se dá pela sua recepção, negociação e compartilhamento de significados, e assim sendo, é preciso ter sempre consciência de que os significados são contextuais, são arbitrariamente atribuídos pelas pessoas aos objetos e eventos e que elas também atribuem significados idiossincráticos aos estados de coisas do mundo (MOREIRA, 2007). Outro fator que facilita a ocorrência da aprendizagem significativa é apresentar aos alunos em primeiro lugar as idéias mais gerais do assunto a ser trabalhado, ou seja, trabalhar com a diferenciação progressiva, além de utilizar definições claras e precisas.

2.7. Aprendizagem Mecânica

A aprendizagem mecânica se dá quando a aprendizagem de novas informações é realizada com pouca ou nenhuma associação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 1987; NOVAK, 1981, MASINI, 1994). Para Ausubel este tipo de aprendizagem não estabelece uma relação de dicotomia com a aprendizagem significativa, mas sim um *continuum* (MOREIRA, 2006). A aprendizagem mecânica só se faz necessária quando um indivíduo precisa adquirir informações em uma área de conhecimento, da qual não possui nenhum conhecimento prévio, servindo-se assim de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações (MOREIRA, 1987). Um outro momento em que se utiliza a aprendizagem mecânica é quando as informações são inerentemente sem significado, como pode ocorrer em números de telefones, endereços, senhas bancárias etc. (NOVAK, 1981; MOREIRA, 1987). Na aprendizagem mecânica pode ocorrer algum tipo de associação entre o novo conceito e a estrutura cognitiva do indivíduo, porém esta associação não se dá como na aprendizagem significativa em que há uma interação com a estrutura cognitiva.

O mapa conceitual da Figura 1 ilustra um resumo da fundamentação teórica apresentada do item 2.1 até 2.7.

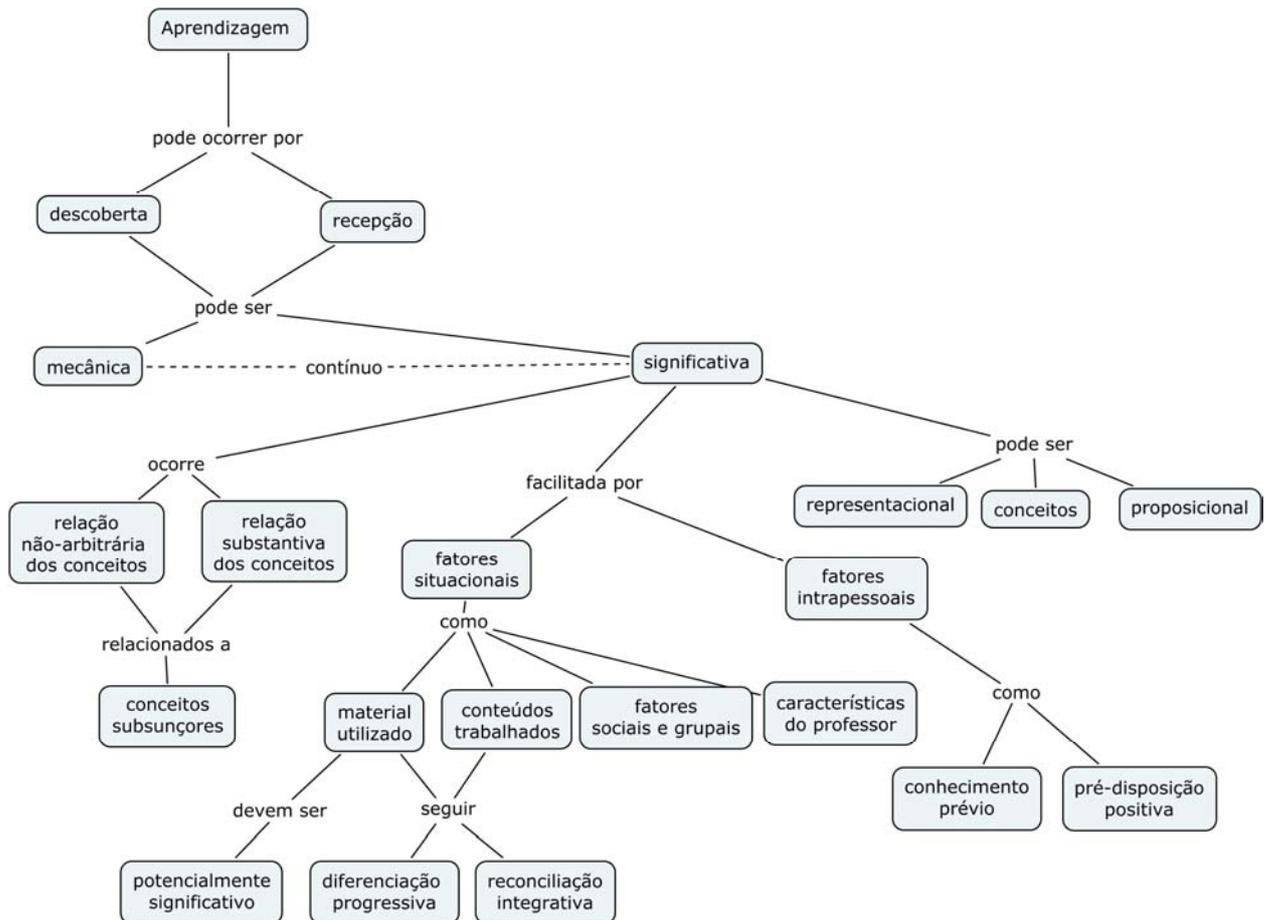


Figura 1: Mapa conceitual da fundamentação teórica do item 2.1 até 2.7.

2.8. Mapas Conceituais

O Mapa Conceitual é uma ferramenta utilizada para organizar e representar conhecimentos (VANIDES, 2005). Ele foi desenvolvido por Joseph Donald Novak e sua equipe, durante um estudo em que analisavam a compreensão conceitual que alunos com doze anos de escolarização apresentavam sobre a natureza particular da matéria (NOVAK, 1991).

Com o intuito de encontrar uma maneira de analisar os dados obtidos, os pesquisadores centraram a atenção para três fatores chave da teoria de Assimilação de David Ausubel (AUSUBEL, 1980): 1) a aprendizagem significativa implica a assimilação de novos conceitos e proposições na estrutura cognitiva já existente, resultando em modificações, 2) o conhecimento organiza-se hierarquicamente na estrutura cognitiva do indivíduo, e na medida

em que se aprendem novos conceitos eles são organizados na estrutura hierárquica já existente e 3) o conhecimento adquirido por aprendizagem mecânica não é assimilado na estrutura cognitiva, nem modifica as estruturas de proposições já existentes. Ao reconsiderar o significado destas idéias Novak e sua equipe ensaiou diversos esquemas, a fim de representar as estruturas de conhecimentos apresentadas nas entrevistas, até chegarem aos mapas conceituais (NOVAK,1991).

Os mapas conceituais são formados por três elementos básicos, sendo eles: conceitos, proposições e palavras ou frases de ligação. Para Novak (1991) os conceitos são regularidades percebidas em eventos ou objetos, ou gravações de eventos ou objetos, identificados por um rótulo, geralmente representados por uma palavra ou símbolo, inclusos quase sempre em figuras geométricas, ligadas por frase simplificada ou palavras que os relacionem. A esta relação dá-se o nome de proposição, a qual evidencia o significado da relação conceitual (SAGAKUTI, 2004).

Nos mapas conceituais os conceitos mais gerais e inclusivos devem ficar na parte superior e os conceitos mais específicos e menos inclusivos dispostos hierarquicamente abaixo (NOVAK, 1988; ONTORIA, 1995). O mesmo conceito não pode aparecer mais de uma vez no mapa, porém pode-se fazer relações cruzadas entre eles (ARBEA, 2004). Ao se fazer uma relação deste tipo deve se procurar usar flechas ao final das linhas de ligações, a fim de indicar o conceito inclusivo. O aspecto final da estrutura do mapa conceitual é a inclusão de exemplos específicos dos eventos ou objetos (ONTORIA, 1995).

Nos mapas as relações entre os conceitos podem se alterar em diferentes etapas da aprendizagem, ou seja, qualquer conceito pode elevar-se a posição superior e continuar mantendo uma relação proposicional significativa com os outros conceitos do mapa. As Figuras 2 e 3 ilustram exemplo de dois mapas conceituais (Novak, 1988), que apresentam os mesmos conceitos, com organizações hierárquicas diferentes. Os mapas apresentam maneiras distintas, no entanto, corretas de relacionarem os mesmos conceitos, são visões diferentes para os mesmos conceitos. O mapa da Figura 2 apresenta “seres vivos” como conceito de maior nível hierárquico, já o mapa da Figura 3 o conceito “moléculas”, o que faz que os mapas apresentem estruturas diferentes..

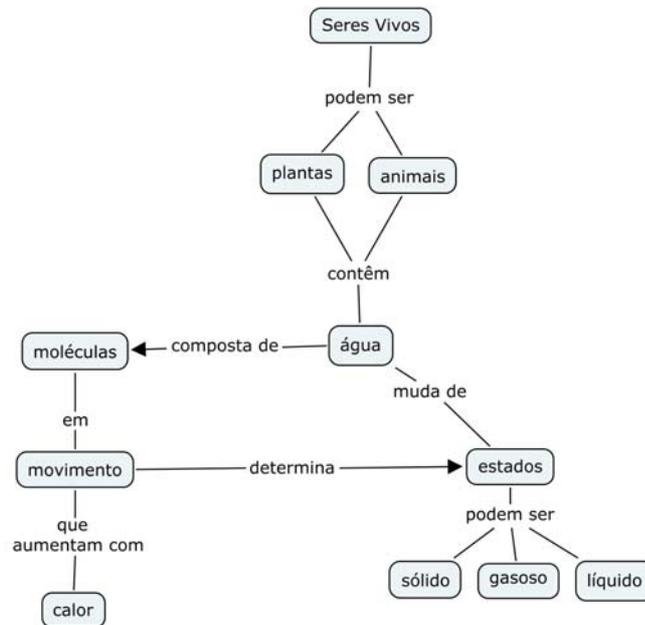


Figura 2: Mapa conceitual (Novak, 1988), cujo conceito principal é “seres vivos”.

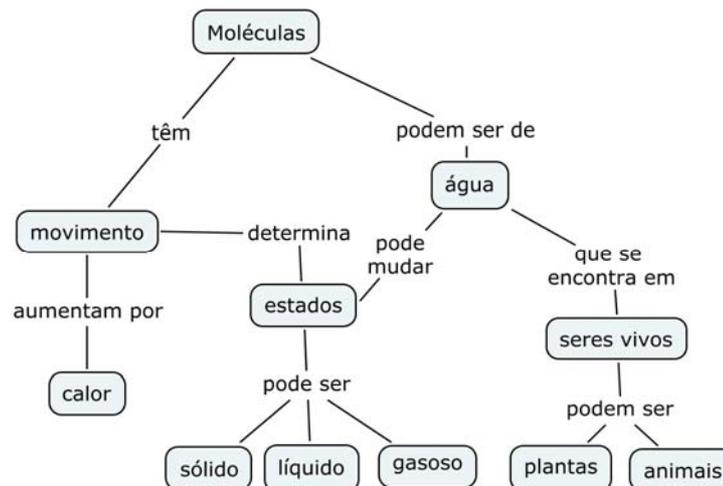


Figura 3: Mapa conceitual (Novak, 1988), cujo conceito principal é “moléculas”.

Uso dos mapas conceituais

O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível, o que permite seu uso em diferentes áreas, sendo em sua maioria utilizados na área de educação (DERBENTSEVA, 2007, ARBEA, 2004). Nesta área é possível usar mapas para identificar as idéias prévias dos alunos sobre determinado conceito, e externalizar e obter seu conhecimento conceitual. Ross et al. (1991) utilizou mapas conceituais com esta finalidade, determinando as concepções de estudantes sobre os conceitos ácidos e bases.

O mapeamento conceitual também pode ser usado para auxiliar os alunos a refletirem sobre a estrutura e o processo de produção do conhecimento (NOVAK, 1988). Markow et al

(1998) usou os mapas conceituais para auxiliar os estudantes a fazerem conexões conceituais enquanto realizavam experimentos de química orgânica e inorgânica. Neste estudo os alunos foram divididos em dois grupos. O grupo denominado controle, não confeccionou mapas conceituais e o outro grupo construiu mapas conceituais, antes e após o experimento. A análise dos resultados revelou que o grupo que trabalhou com os mapas conceituais apresentou um melhor entendimento dos conceitos abordados no experimento, quando comparados ao grupo controle.

Francisco (2002), em seu trabalho com estudantes, professores e auxiliares de ensino de um curso de química, verificou que o uso do mapa conceitual proporcionou aos estudantes a oportunidade de fazerem conexões entre os conceitos, de reexaminarem o curso ou a falta de conexões apresentadas nele, a criarem mais ligações cruzadas, de visualizarem sua estrutura conceitual e de pensarem em um nível mais profundo de conhecimento. Os professores e auxiliares também foram favorecidos com a mesma oportunidade além de poderem reconhecer as dificuldades que os estudantes apresentavam em conceitos específicos.

Mapas conceituais também podem ser utilizados para analisar a estrutura de textos. Soyibo (1995) analisou textos sobre o tema Respiração presentes em três livros didáticos, e verificou que os mesmos apresentavam informações incorretas, que a maneira como estavam escritos podiam propiciar aos alunos que elaborassem conceitos errôneos, e que alguns conceitos foram elaborados de forma vaga. Trabalho semelhante é apresentado por (LLOYD, 1990) que usou os mapas conceituais para analisar os textos sobre fotossíntese de três livros de biologia. Estes estudos revelaram que com o mapeamento conceitual é possível obter a organização e elaboração da estrutura de tópicos presentes em livros e/ou textos, os quais dependendo da sua natureza podem facilitar a aprendizagem.

Há vários trabalhos publicados (COSTAMAGNA, 2001; MCCLURE, 1999; RUIZ-PRIMO, 1996) em que analisam o uso dos mapas conceituais como uma ferramenta de avaliação. Costamagna (2001) em seu trabalho com alunos de uma disciplina sobre o corpo humano além de verificar que os mapas proporcionam a possibilidade de obter um panorama de como os alunos selecionam e organizam a hierarquia dos conceitos e os relacionam, verificou também que como meio de avaliação os mapas apresentam uma determinada dificuldade para quantificar as proposições, pois estas apresentam uma proposta aberta e pessoal e não existem modelos que possam explicar o modo de padrões comparativos.

Para Costamagna (2001) a análise quantitativa dos mapas deve ser acompanhada de uma análise qualitativa, e não se deve atribuir pontos a cada item, mas sim atribuir o peso relativo de cada um deles no conjunto. Os mapas conceituais analisados de forma comparativa

durante a avaliação somativa, como complemento da avaliação tradicional, permitiu diferenciar se o rendimento do estudante era oriundo de níveis de compreensão ou de aprendizagem memorísticas. Ruiz-Primo (1996) apresenta que os mapas podem ser avaliados por meio de um sistema de contagem em que são atribuídos valores numéricos, o qual pode ser feito de três diferentes formas sendo: contagem dos componentes dos mapas (proposição, níveis de hierarquia e exemplos), comparando o mapa conceitual do estudante com um padrão ou utilizando uma combinação de ambas as estratégias.

Beyerbach (1990) usou mapas conceituais elaborados por alunos em computador para analisar as mudanças de conteúdo e organização de 17 estudantes de licenciatura sobre o tema aprendizagem efetiva. Dois mapas foram elaborados, um no começo do primeiro semestre, em que sua análise revelou que a maioria dos estudantes listaram termos tais como organização, atitude positiva e profissional, comunicação, conhecimento, disciplina e gerenciamento de sala de aula em seus mapas, e outro no começo do segundo semestre. Neste último sete pares listaram o termo organização, seis conhecimento e gerenciamento de sala de aula, cinco profissionalismo, e quatro comunicação e atitude. Os resultados da pesquisa revelou que estes mapas foram mais consistente que os primeiros. O estudo em questão mostrou que os mapas podem ser uma estratégia para verificar as construções dos estudantes em uma área e uma ferramenta eficiente para promover a reflexão dos alunos. Filho (2007) utilizou mapas conceituais para trabalhar com estudantes do ensino superior a temática “Alimentos nosso combustível”, concluindo pelos resultados que o mapa conceitual é uma estratégia pedagógica que pode ser tanto usado na análise e organização do conteúdo, como no ensino e avaliação da aprendizagem dos alunos.

Os mapas conceituais podem ser usados também em aulas de laboratórios, como pode ser observado no trabalho de Markow (1998), o qual trabalhou com esta ferramenta antes e após aulas de laboratórios de química, com alunos do primeiro ano do colégio de química. Markow observou que a construção do mapa antes do laboratório focou os alunos aos conceitos principais do experimento, e que a elaboração do mapa após o laboratório deu a oportunidade aos alunos de se envolverem com a construção de significados das relações importantes entre os conceitos envolvidos. Markow também verificou em seu trabalho uma boa aceitação dos alunos por esta ferramenta. Resultado semelhante foi encontrado por Araújo (2007), que trabalhou com 21 alunos do primeiro ano do ensino médio e 22 do terceiro ano, os quais elaboraram mapas conceituais antes e após a realização de um experimento sobre destilação fracionada. Araújo concluiu que os mapas auxiliaram os professores a extrair e

reestruturar os conhecimentos prévios dos alunos, e que deram subsídios ao entendimento dos conceitos abordados de uma forma mais participativa.

O mapa conceitual da Figura 4 ilustra um resumo da teoria apresentada dos itens 2.8 e 2.9.

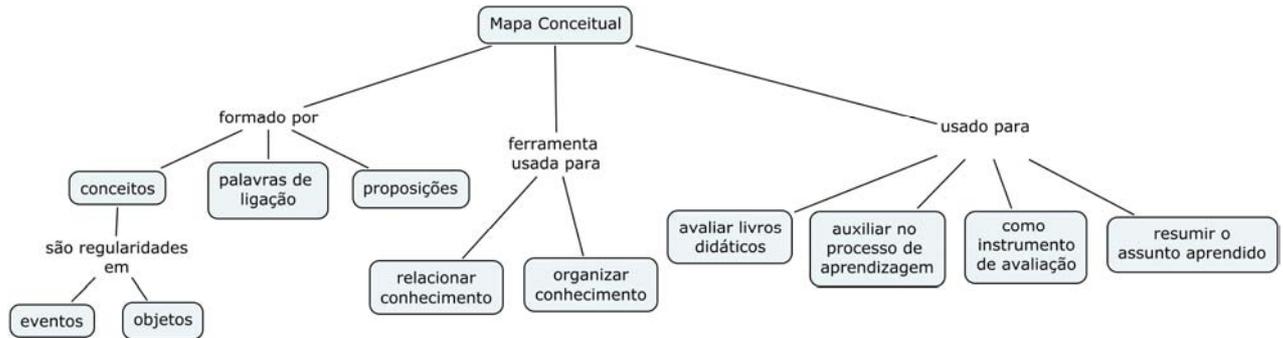


Figura 4: Mapa conceitual da teoria apresentada nos itens 2.8. e 2.9.

2.9. Ensino da ciência dos materiais

O campo da ciência dos materiais possui um extenso passado e acredita-se ter um longo e promissor futuro (HSU, 1995), haja visto que indústrias como de aeronaves, automotivas, químicas, de telecomunicações, entre outras, utilizam produtos oriundos do estudo desta ciência (HABERMEIER, 1995). A ciência dos materiais apresenta um forte caráter interdisciplinar, intimamente conectado com a física, química, metalurgia e mineralogia (HABERMEIER, 1995; KAMIMURA, 1995). Assim, ao ensinar ciência dos materiais aos alunos é possível promover uma melhora na aprendizagem destas disciplinas e também relacioná-las em um caminho interdisciplinar (HSU, 1995).

O papel central que a ciência dos materiais vem desempenhando na sociedade, pode ser observado pelo ciclo total dos materiais, o qual se inicia com a obtenção da matéria-prima. Nesta etapa estão inclusos a extração, coleta, e o refinamento dos materiais, obtendo ao final do processo os materiais básicos, os quais são convertidos por processos tecnológicos em materiais para aplicação em engenharia, como por exemplo, ligas, cristais, cerâmicas, plásticos etc, os quais serão usados para projeto e confecção dos produtos (HABERMEIER, 1995). Fechando o ciclo tem-se o processo de reciclagem, o qual permite recuperar parcialmente os materiais.

Diante do aspecto interdisciplinar do tema ciência dos materiais, é de suma importância que os conhecimentos científicos da área sejam difundidos à toda população. No entanto esta difusão geralmente não acontece, pois a maioria da população faz uso e convive

com incontáveis produtos tecnológicos, porém pouco sabe sobre os processos envolvidos na sua criação, produção e distribuição. Este é o caso dos produtos oriundos da argila, matéria-prima usada na confecção de diversos produtos utilizados no nosso cotidiano.

2.10. Argila

A argila é proveniente da decomposição, durante milhões de anos, das rochas feldspáticas, muito abundante na crosta terrestre. Está entre os minerais que formam o solo, e faz parte da família dos aluminossilicatos, a qual é formada por oxigênio (O), alumínio (Al) e silício (Si), além de outros elementos em menores proporções, como o magnésio (Mg), o ferro (Fe), e o cálcio (Ca) (CHAGAS, 1997; SMITH, 1998). A argila possui granulação fina sendo formada por pequenos cristais, quase sempre na forma de plaquetas hexagonais, que em geral, possuem um tamanho equivalente inferior a 2µm (SANTOS, 1975; MEIRA, 2007). Em seu estado natural (*in natura*) a argila contém água nos vazios entre os cristais, a qual é adsorvida na forma de hidroxilas (grupos OH⁻) (SANTOS, 1975).

A argila é matéria-prima utilizada na fabricação de uma série de produtos cerâmicos. As razões para isto é que ela possui resistência mecânica quando queimada adequadamente, possibilita a aplicação de técnicas de processamento simples, está disponível em grandes quantidades (VIEIRA, 2003-a) e apresenta plasticidade, o que facilita a moldagem da peça. A plasticidade se desenvolve na argila devido à água que separa as partículas argilosas, o que facilita a trabalhabilidade do material argila (VIEIRA, 2003-b).

No Brasil há enormes jazidas de argilas, com importância em diversas áreas, principalmente na indústria de cerâmica vermelha (tijolos, telhas, filtros, material ornamental etc), cerâmica branca (material sanitário, louça doméstica, azulejo etc) e de material refratário. Juntos estes setores são responsáveis por aproximadamente 1% do Produto Interno Bruto do país (SANTOS, 2005).

2.11. Cerâmica

A palavra cerâmica vem do grego “keramos” que significa matéria-prima queimada. O termo cerâmica é usado freqüentemente para designar certos objetos de arte, confeccionados basicamente de argila. No entanto, para os cientistas os materiais cerâmicos são materiais

inorgânicos, tais como o vidro, tijolos, e refratários para altas temperaturas, os quais são constituídos por elementos metálicos e não-metálicos ligados quimicamente entre si. Em geral os materiais cerâmicos quando tratados a altas temperaturas são duros, frágeis, isolantes e refratários (SMITH, 1998). Todos os materiais cerâmicos para serem confeccionados passam pelo mesmo processo de fabricação, o qual pode ser resumido em: escolha da matéria-prima, modelagem ou conformação e queima (sinterização).

Após o processo de moldagem, a peça passa pela secagem, a qual é realizada a temperatura ambiente. Durante esta etapa as partículas de argila estão envolvidas e separadas umas das outras por uma fina película de água. Com o progresso da secagem e a remoção da água, a separação entre as partículas diminui, resultando em uma retração, evidenciada pela contração do volume. Após esta etapa ainda há água na argila, a qual será eliminada no processo de queima.

Durante o processo de queima a taxa de aquecimento deve ser controlada, pois a secagem nas regiões internas de um corpo é realizada através da difusão das moléculas de água para a superfície da peça, onde ocorre a evaporação. Se a taxa de evaporação for maior do que a taxa de difusão, a superfície irá secar, mais rapidamente do que o interior, podendo gerar defeitos nas peças. Podem ocorrer também durante o processo de queima interações entre as diversas substâncias constituintes da argila, as quais são fortemente influenciadas pelas condições de queima como temperatura, atmosfera do forno e taxa de aquecimento/resfriamento. Estes eventos podem ser eliminação de água como já mencionado, decomposição de hidróxidos, oxidação da matéria orgânica, geralmente na forma de monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂), decomposição de carbonatos e transformação de fases (VIEIRA, 2003-c). Outro evento que pode ocorrer na produção das peças é o aparecimento de poros, os quais influenciam diretamente a absorção de água de uma peça, podendo diminuir também a resistência mecânica e a densidade volumétrica (SANTOS, 1975).

3. Metodologia

3.1. Estudo do material argila

Fez-se o estudo de dois tipos de argila do tipo escolar, uma de coloração branca e outra vermelha, ambas da marca Rezende oriundas da região de Valinhos – São Paulo. O estudo foi realizado usando as técnicas de análise térmica (Calorimetria Exploratória Diferencial e Termogravimetria), e por medidas de densidade aparente e retração de peças de argila.

3.1.1. Análise Térmica

A Calorimetria Exploratória Diferencial é uma técnica em que se relaciona a temperatura e o fluxo de calor associado a transformações físico-químicas dos materiais em função do tempo, as quais podem envolver processos endotérmicos ou exotérmicos. A técnica de análise térmica termogravimétrica tem como característica obter a variação de massa da amostra em função da temperatura.

Os ensaios de análise térmica foram realizados em um analisador da marca NETZSCH, modelo STA 409, utilizando atmosfera de ar sintético sob fluxo constante de 40 cm³/min, razão de aquecimento de 5°C/min, a partir da temperatura ambiente até o limite de 1200 °C. As análises foram feitas para amostras *in natura* da argila branca e vermelha. As medidas foram realizadas em cadinho de alumina, utilizando uma massa inicial de 50mg de argila.

3.1.2. Densidade aparente e processo de retração da argila a temperatura ambiente

A análise da densidade e do processo de retração da argila foi feita em peças confeccionadas, no formato de tijolos. Para a confecção dos tijolos utilizou-se um molde de latão (Figura 5), constituído por uma tampa e dois suportes laterais na forma de “L”, presos por duas hastes de aço-inoxidável. A tampa do molde possui dimensões de 9,84 cm de comprimento e 5,85 cm de largura, com uma marca em relevo na face interna, com a inscrição USP. Os suportes laterais formam um retângulo, de medidas internas iguais a 4 cm de largura, 8 cm de comprimento e 2 cm de altura. A massa de argila foi colocada no molde (lubrificado

internamente com vaselina para facilitar a desmoldagem do tijolo) e prensada manualmente. O apêndice I apresenta fotografias das etapas de moldagem das peças de argila. Foram confeccionadas aproximadamente 200 peças de argila com formato de tijolos maciços, sendo 100 peças de argila branca e 100 de argila vermelha.



Figura 5: Molde utilizado no preparo das peças de argila.

Os tijolos confeccionados foram queimados em forno elétrico EDG modelo FC1, com taxa de aquecimento e resfriamento de 2°C/min, com isotermas de 2h para cada temperatura (de 100°C até 1000°C em intervalos de 100°C), perfazendo um total de 10 amostras. Este procedimento foi utilizado nas amostras de tijolos brancos e vermelhos. Com as peças cerâmicas obtidas, construíram-se mostruários compostos por um tijolo á verde (tijolo seco somente a temperatura ambiente) e dez tijolos (em que se tinha um tijolo queimado para cada temperatura citada anteriormente).

As medidas de densidade aparente foram determinadas pela expressão $\rho = m/v$, onde ρ é a densidade aparente; m a massa dos tijolos e v o volume calculado pelas dimensões do tijolos. A densidade foi calculada para amostras de tijolos à verde e para tijolos queimados nas temperaturas de 100 a 900°C em intervalos de 100°C. As medidas de retração foram feitas em nove tijolos de argila da cor branca. Os tijolos foram secos a temperatura ambiente, sendo que a cada vinte horas, durante seis dias era obtido o volume da peça e medido a massa da peça. Durante o período deste experimento a umidade do ar variou entre 49 a 63% e a temperatura de 21 a 25°C.

3.2. Definição do Universo de trabalho

3.2.1. Breve caracterização da cidade de São Carlos¹

A cidade de São Carlos está localizada no centro geográfico do Estado de São Paulo, distante 231 km da Cidade de São Paulo. De acordo com o Censo de 2007 a cidade tem aproximadamente 212.956 habitantes. É conhecida como capital do clima por possuir um clima ameno, e por capital da tecnologia, por ser um importante pólo científico e tecnológico reconhecido internacionalmente. Há na cidade instituições de ensino superior particulares e duas universidades públicas, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) criada em 1968, e a Universidade de São Paulo (USP) que teve sua implantação em 1948 com a Escola de Engenharia de São Carlos. A cidade também possui dois centros de pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa) que desenvolve pesquisas na área de genética bovina e equipamentos agropecuários. Devido à grande quantidade de centros de pesquisas, São Carlos possui a maior concentração de pesquisadores do país, sendo um pesquisador doutor para cada 230 habitantes. A economia da cidade baseia-se em atividades agropecuárias e industriais contando com unidades de produção de algumas empresas multinacionais como Volkswagen, Faber-Castell e Tecumseh e nacionais como Toalhas São Carlos, Tapetes São Carlos, Papel São Carlos e Latina.

3.2.2. Caracterização dos estabelecimentos escolares²

O trabalho foi desenvolvido em duas escolas estaduais da cidade de São Carlos, a Prof. Sebastião de Oliveira Rocha e Prof. José Juliano Neto. A escolha destas instituições se deu, pois trabalhos anteriores, relacionados ao *Projeto Educacional em Materiais Cerâmicos*³, foram realizados nelas com sucesso. A escola Prof. Sebastião de Oliveira Rocha funciona nos três períodos, sendo no diurno oferecido ensino fundamental, médio e educação especial, e no noturno os três termos do Ensino de Jovens e Adultos (EJA) e os três anos do ensino médio,

¹ As informações contidas neste item foram obtidas nos sites: <http://www.sc.usp.br/uspssc.htm>, <http://www2.ufscar.br/home/index.php>, <http://www.ibge.gov.br/home/> e www.saocarlos.sp.gov.br

² As informações contidas neste item foram obtidas nos sites <http://educar.sc.usp.br/esor/esor.html>, www.educacao.sp.gov.br, http://cenp.edunet.sp.gov.br/escola_integral/Escola_de_Tempo_Integral.pdf e no acervo das escolas.

³ O Projeto Educacional em Materiais Cerâmicos é um projeto coordenado pelo Prof. Dr. Antonio Carlos Hernandes – Diretor de Difusão do Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais CEPID/FAPESP, e co-orientador deste trabalho – e tem como objetivos ensinar, propagar e incentivar a aprendizagem de conceitos relacionados à ciência.

atendendo nos três períodos aproximadamente 1000 alunos. A escola localiza-se no centro da cidade, cuja população local é de classe média alta, assim os moradores desta região em idade escolar, em sua maioria, estudam em colégios particulares. Esta situação faz com que a escola, atenda alunos de várias regiões da cidade, sendo seu maior público alunos dos bairros periféricos.

A escola Prof. Sebastião de Oliveira Rocha faz parte do projeto Escola de Tempo Integral, criado pela secretaria de Estado da Educação do Governo de São Paulo no ano de 2006. O projeto visa que alunos do ensino fundamental tenham uma jornada de estudo de nove horas diárias; sendo seis no período da manhã e três aulas no período da tarde. No período da manhã prevê o desenvolvimento com os alunos do currículo básico do ensino fundamental, compreendendo os componentes curriculares da base nacional comum e da parte diversificada. E no período da tarde oficinas curriculares em que se exploram temas transversais e a vivência de situações que favorecem o aprimoramento pessoal, social e cultural do aluno.

A escola Prof. José Juliano Neto mesmo não estando localizada no centro da cidade atende alunos de várias regiões do município, inclusive da periferia e da zona rural. A escola funciona nos três períodos, sendo no matutino oferecido ensino médio, no vespertino e noturno ensino fundamental e médio, atendendo um total de 1600 alunos.

3.2.3. Descrição das turmas de oitava série

O curso foi ministrado para duas salas de oitava série do ensino fundamental da escola Prof. Sebastião de Oliveira Rocha (sala I-A e II-A), e uma sala na Prof. José Juliano Neto (sala B). Em conversas informais com os professores das escolas foi possível obter um perfil de cada sala de oitava série. A sala I-A é para os professores uma sala tranquila de ser trabalhar, pois os alunos se envolvem nas aulas e em atividades extra-classes como olimpíadas e feiras de ciências. Já na sala II-A os alunos pouco se envolvem com as aulas, apresentam problemas de indisciplina e, de acordo com os professores, possuem um grau de conhecimento inferior ao da sala I-A. A sala B foi denominada pelos professores como uma sala fácil de se trabalhar, em que a maioria dos alunos são interessados nas aulas. No entanto, os professores reclamaram que os alunos “falam demais”, situação que para eles é própria da idade.

3.2.4. Definição da amostragem

Foram analisados os dados dos alunos que tiveram no máximo duas faltas durante o curso. Seguindo este critério analisou-se 12 alunos da escola prof. Sebastião de Oliveira Rocha (Tabela 1) todos provenientes da sala IA (doravante denominado sala A), e 15 alunos da escola prof. José Juliano Neto (Tabela 2).

Tabela 1: Alunos da escola estadual Prof. Sebastião de Oliveira Rocha que tiveram suas atividades analisadas

Nome abreviado ⁴	Sexo
Ap	Feminino
An	Masculino
Br	Feminino
Ci	Feminino
Dn	Feminino
Em	Masculino
Ht	Masculino
In	Masculino
Ld	Masculino
Mm	Feminino
Pm	Feminino
Tz	Feminino

Tabela 2: Alunos da escola estadual Prof. José Juliano Neto que tiveram suas atividades analisadas

Nome abreviado ⁵	Sexo
Al	Feminino
Av	Feminino
As	Masculino
Ta	Feminino
Ca	Masculino
Gb	Masculino
Gl	Feminino
Jn	Feminino
Ja	Masculino
Lt	Feminino
Mh	Masculino
Mq	Feminino
Rf	Masculino
Rn	Feminino
Wl	Masculino

⁴ Para preservar a identidade dos alunos os nomes foram abreviados.

⁵ Para preservar a identidade dos alunos os nomes foram abreviados.

3.3. Atividades realizadas com os alunos

Todas as atividades realizadas com os alunos estão ilustradas no fluxograma da Figura 6, e o número de alunos que fizeram cada atividade está representado na Tabela 3. O trabalho iniciou-se com a identificação dos conhecimentos prévios que os alunos tinham sobre a matéria a ser ensinada, pois de acordo com Ausubel “... *antes de tentar uma experimentação frutífera é necessário especificar e conceitualizar aquelas propriedades da estrutura cognitiva que influenciam a nova aprendizagem e a retenção.*” (AUSUBEL, 1980).

O segundo passo foi iniciar e familiarizar os alunos na construção de mapas conceituais, pois esta ferramenta seria usada no curso argila para auxiliar os alunos no processo de aprendizagem e como instrumento de avaliação. Em seguida foi ministrado o curso “Argila”, o qual foi dividido em três módulos: “Matéria e suas propriedades”, “Argila” e “Transformações Físicas e Químicas na produção de cerâmica”. Após o curso os alunos elaboraram um texto sobre os conceitos aprendidos e responderam ao mesmo questionário aplicado inicialmente. As atividades desenvolvidas tiveram a seguinte duração: 1 aula – Identificação dos conhecimentos prévios; 2 aulas - Introdução aos mapas conceituais; 4 aulas- Módulo “Matéria e suas propriedades”; 3 aulas- módulo “ Argila”; 7 aulas- Transformação Física e Química na produção de cerâmica”; 1 aula na elaboração do texto e 1 aula para os alunos responderem ao questionário final.

Todos os mapas conceituais construídos pelos alunos foram digitalizados na íntegra pela pesquisadora, por meio do software “Cmap Tools”, desenvolvido pelo *Institute for Human and Machine Cognition* e disponível para *download* no site <http://cmap.ihmc.us/> . Os mapas originais estão apresentados no anexo I.

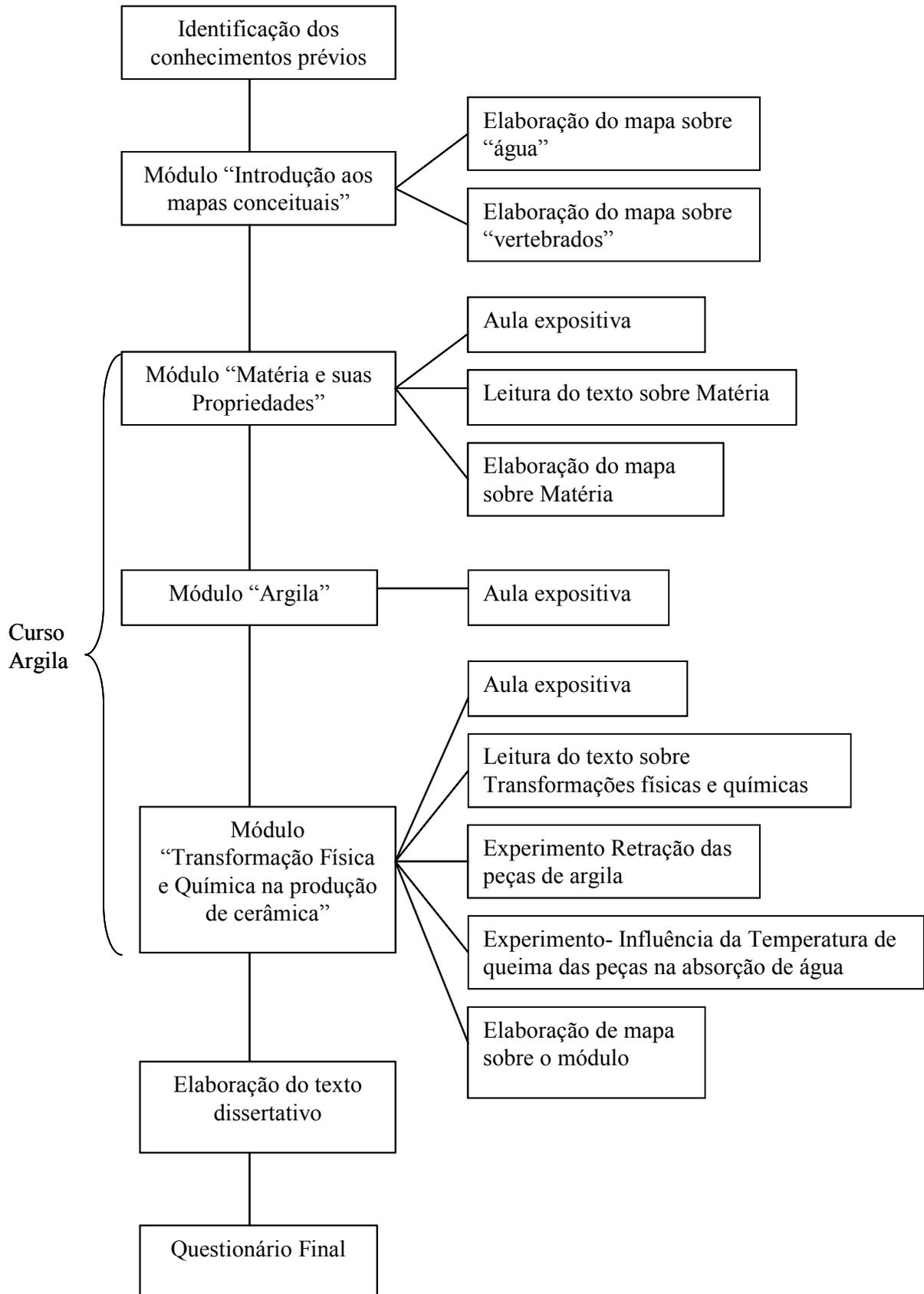


Figura 6: Fluxograma das atividades desenvolvidas com os alunos.

Tabela 3: Quantidade de alunos por sala que realizaram as atividades.

Atividade	Números de alunos	
	Sala A	Sala B
Identificação dos conhecimentos prévios	12	15
Mapa sobre a Água	10	11
Mapa sobre os vertebrados	11	11
Mapa sobre Matéria	9	15
Relatório do experimento Retração das peças de argila	5	14
Relatório do experimento: Influência da Temperatura de queima das peças na absorção de água	12	15
Mapa sobre as Transformações Físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica	12	13
Texto	11	14
Questionário Final	10	15

3.3.1. Identificação dos conhecimentos prévios dos alunos

Antes de iniciar o curso, foi aplicado aos alunos um questionário, composto de cinco questões dissertativas (Apêndice II) a fim de identificar os conhecimentos prévios que os alunos apresentavam sobre o tema a ser abordado, identificando idéias “*potencialmente passíveis de confusão no material de aprendizagem*” (AUSUBEL, 1980) e as propriedades da estrutura cognitiva que pudessem influenciar a nova aprendizagem e a retenção dos conceitos. Optou-se em construir o questionário com questões dissertativas pois possibilitam ao estudante elucidar suas idéias de forma espontânea, sem condicionamento. Nas questões perguntava-se aos alunos o que entendiam por determinadas palavras (conceitos), sendo que para algumas eles precisavam formular uma frase empregando tais conceitos. Este mesmo questionário foi aplicado ao final do curso a fim de obter as mudanças ocorridas, do questionário inicial para o final.

As respostas dos estudantes foram agrupadas em categorias, as quais não foram previamente determinadas, mas sim elaboradas a partir das regularidades percebidas. Procurou-se selecionar as categorias de forma a abranger um único conceito e que fossem mutuamente exclusivas, de modo que a diferença entre elas fosse mínima. Respostas únicas também foram apresentadas nos resultados. Exceto para a categoria “Não soube responder” (em que foram incluídas as respostas dos alunos que escreveram que não sabiam responder a questão e os que a deixaram em branco), as demais categorias foram nomeadas utilizando termos usados pelos alunos em suas respostas.

3.3.2. Módulo “Introdução aos Mapas Conceituais”

O módulo “Introdução aos Mapas Conceituais” foi composto de três aulas, e tinha como objetivo iniciar e familiarizar os alunos na elaboração de mapas conceituais, uma vez que nunca haviam trabalhado com esta ferramenta. As atividades deste módulo foram baseadas nas estratégias sugeridas por Novak (1988) para introduzir os mapas conceituais a alunos de sétima série do ensino fundamental à graduação. Antes de utilizar estas estratégias com os alunos que fizeram o curso, elas foram aplicadas, em caráter experimental, a nove alunos do ensino médio da Escola Estadual Prof. José Juliano Neto, os quais desenvolvem projeto de iniciação científica júnior no Centro de Materiais Cerâmicos.

Após o ensino do uso dos mapas conceituais aos alunos do Ensino Médio, solicitou-se que estes elaborassem um mapa a partir do texto matéria. Desta maneira além de verificar a eficiência das estratégias sugeridas por Novak, verificou-se também se o texto sobre Matéria, a ser usado no curso Argila, estava elaborado de maneira a propiciar a construção dos mapas conceituais seguindo os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Obteve-se que os mapas conceituais elaborados pelos alunos de iniciação científica apresentaram uma hierarquia conceitual bem definida, em que os conceitos abordados no texto estavam estruturados em um todo coerente. Além disso, conceitos não contemplados no material instrucional, oriundos provavelmente das experiências pessoais dos alunos, foram incorporados ao mapa, revelando que o material criou um ambiente favorável para relacionarem conhecimentos existentes em sua estrutura cognitiva com os conceitos abordados no texto. Os resultados obtidos revelaram a eficiência do uso das estratégias, mostrando-se possíveis de serem utilizadas. A seguir estão descritas as estratégias utilizadas.

Iniciou-se a explicação com a apresentação aos alunos de uma lista com nomes de objetos/coisas e outra com eventos/acontecimentos. Em seguida foi explicado que as palavras presentes nas duas listas são conceitos e que para um mesmo conceito as pessoas podem atribuir significados ligeiramente diferentes. Uma lista contendo palavras, como: são, onde, com, é, foi escrita na lousa e uma discussão foi promovida com o propósito dos alunos perceberem que estas não são conceitos, mas sim palavras de ligação. Sendo estas usadas juntamente com os conceitos para formar as proposições. Nomes de pessoas e lugares foram apresentados como não sendo conceitos, mas sim nomes próprios e, para ajudar a compreensão dos alunos desta etapa, utilizamos de comparações entre conceitos e nomes próprios para que estes pudessem perceber as regularidades de cada um. Algumas frases foram escritas na lousa para que os alunos identificassem dentre elas os conceitos e as

palavras de ligação utilizadas, solicitando também que os próprios criassem novas frases fazendo a identificação.

Para a elaboração do mapa deste módulo, escolheu-se os temas água e vertebrados, pois são assuntos abordados em séries anteriores a oitava, deste modo, acreditou-se que os alunos possuíam conhecimentos prévios sobre eles, e de acordo com Sagakuti (2004) é importante que se inicie a construção de um mapa conceitual, com conceitos dos quais já se tenha prévio conhecimento.

Para que os alunos construíssem o primeiro mapa, o qual foi sobre o tema água, escreveu-se na lousa os conceitos água, estado, sólido, gasoso, líquido, seres vivos, animais e plantas, e solicitou que ajudassem a pesquisadora a estabelecer relações entre eles utilizando palavras de ligação e tendo como conceito mais inclusivo Água, formando assim um mapa conceitual. A pesquisadora discutiu com os alunos as possibilidades do uso dos mapas e que para uma boa compreensão dos mesmos, era necessário que os conceitos fossem destacados inseridos em algum tipo de figura, que fossem ligados por palavras de ligação, apresentando uma relação significativa entre os conceitos e que estes fossem apresentados indo do mais geral ao específico. Após a produção do mapa em conjunto Figura 7, os alunos individualmente adicionaram mais proposições ao mapa.

Na aula seguinte a elaboração do mapa sobre água, foi apresentado aos alunos os problemas identificados na construção do mapa e maneiras de evitá-los. Após esta explicação outro mapa foi elaborado a fim de familiarizar os alunos na técnica de mapeamento conceitual, para isso foi entregue aos alunos um texto sobre vertebrados de 84 palavras (Apêndice III), para que lessem, destacassem os conceitos e elaborassem um mapa sobre o tema. Após a análise dos mapas pela pesquisadora, foi novamente discutido os problemas identificados e maneiras de evitá-los.



Figura 6: Mapa conceitual referente ao conceito água (Novak, 1988) e apresentado aos alunos para que adicionassem conceitos.

3.3.3. Curso Argila

O curso foi constituído de aulas teóricas e experimentais, sendo as teóricas ministradas, usando como recurso áudio-visual o data-show. As aulas foram separadas em módulos sendo: “Matéria e suas propriedades”, “Argila” e “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”.

Para aplicação do curso Argila, utilizou-se dezenove aulas de cinquenta minutos cada, para cada sala. O agendamento das aulas ocorreu de maneiras diferentes nas duas escolas. Na escola Prof. Sebastião de Oliveira Rocha a pesquisadora agendava as aulas diretamente com os professores, já na escola Prof. José Juliano Neto, a escolha das aulas a serem utilizadas foram determinadas pela coordenadora pedagógica, a qual de posse do planejamento do curso e de informações fornecidas pela pesquisadora fez um horário agendando o curso em aulas correlatas aos temas a serem trabalhados, e o fixou na sala dos professores. Neste documento a coordenadora informava também que os professores deveriam ficar com seus alunos durante as aulas. Na Prof. Sebastião de Oliveira Rocha as aulas utilizadas foram em sua maioria, as do professor de geografia, pois foi o docente que apresentou um maior interesse pelo projeto, e por participar ativamente das aulas.

As aulas e os materiais utilizados no curso Argila foram elaborados seguindo o princípio da diferenciação progressiva, ou seja, o conceito geral apresentado em primeiro lugar, e os outros conceitos subseqüentemente diferenciados, em termos de detalhes e especificidades. Trabalhou-se também com os conhecimentos prévios dos alunos identificados pelo questionário e procurou-se ministrar as aulas, destacando as semelhanças e diferenças entre conceitos encontrados em vários contextos, trabalhando assim com a reconciliação integrativa dos conceitos.

Módulo “Matéria e suas propriedades”

Iniciou-se o curso falando sobre Matéria, pois de acordo com Ausubel (1980) o ensino de um conteúdo deve partir do mais geral para o mais inclusivo, não devendo assim iniciar o ensino com casos particulares, mas partir do amplo. Assim trabalhou-se o conceito matéria, antes de abordar o tema argila e as transformações físicas e químicas que ocorrem no processo de produção de cerâmica, pois matéria é o conceito mais abrangente quando relacionado ao conceito argila.

Inicialmente pretendia-se pedir aos alunos que elaborassem um mapa conceitual sobre o tema matéria no início deste módulo, para depois compará-lo com o mapa final. No entanto, tal atividade não foi realizada, pois como já se havia ministrado três aulas, e em todas elas os alunos fizeram algum tipo de trabalho escrito, achamos que pedir o mapa sem antes fazer a apresentação do tema, poderia desmotivar os alunos e gerar neles uma disposição negativa pelo instrumento. Para este módulo foi elaborado um texto didático (apêndice IV), o qual após a explicação do tema foi entregue aos alunos, e foi confeccionado também um mapa conceitual (Figura 8), baseado no texto, o qual serviu de referência para avaliar os mapas confeccionados pelos alunos.

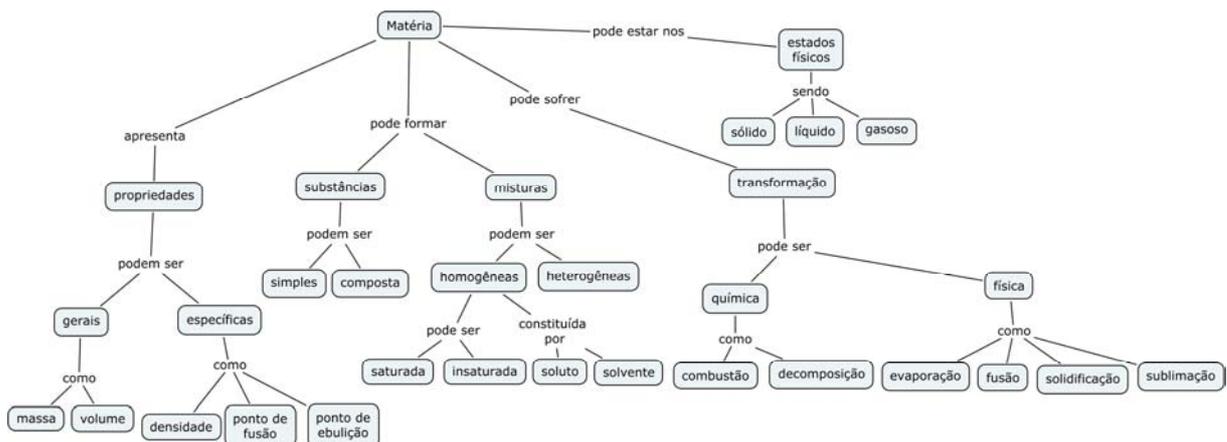


Figura 7: Mapa conceitual de referência do módulo “Matéria e suas propriedades”.

Módulo “Argila”

No módulo Argila foram trabalhados os tópicos: diferença entre argila e barro, a história da utilização da argila, a composição do material argila, a diferença do solo arenoso e argiloso, a plasticidade da argila e sua afinidade por água, a resistência mecânica da argila quando queimada a temperaturas adequadas e a importância econômica da argila no Produto Interno Bruto do país. Foram realizadas neste módulo três demonstrações: *diferença entre argila e barro, influência da quantidade de água no grau de plasticidade da argila e diferença entre o solo arenoso do argiloso.*

Módulo “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”

Neste módulo foram trabalhados os processos de transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica feitas de argila, e as alterações nas peças devido a estas transformações. A Figura 9 ilustra o mapa de referência elaborado para este módulo, e o texto desenvolvido está no apêndice V. Antes de explicar as transformações foi apresentado aos alunos o processo de fabricação de três tipos de cerâmica piso, prato e xícara. Cada etapa de confecção das peças foi explicada, sendo: extração, beneficiamento, homogeneização e moldagem da argila, secagem das peças a temperatura ambiente e queima das peças. Em cada etapa destacou-se, a sua importância e as transformações ocorridas. Foi mostrado durante as aulas experimentais os mostruários dos tijolinhos de argila, pelos quais foi possível verificar a retração das peças e a diferença de cor a cada temperatura de queima, e a eliminação da matéria orgânica, evidenciada pelas manchas escuras nas peças entre as temperaturas de 300 e 400°C.

Os alunos realizam dois experimentos, sendo o primeiro referente a retração das peças de argila a temperatura ambiente (Apêndice VI) e o outro relacionado a influência da temperatura de queima das peças em relação a absorção de água (Apêndice VII). Para cada experimento foi elaborado um relatório, e ao final do módulo um mapa geral sobre as transformações físicas e químicas da produção de cerâmica feita de argila.

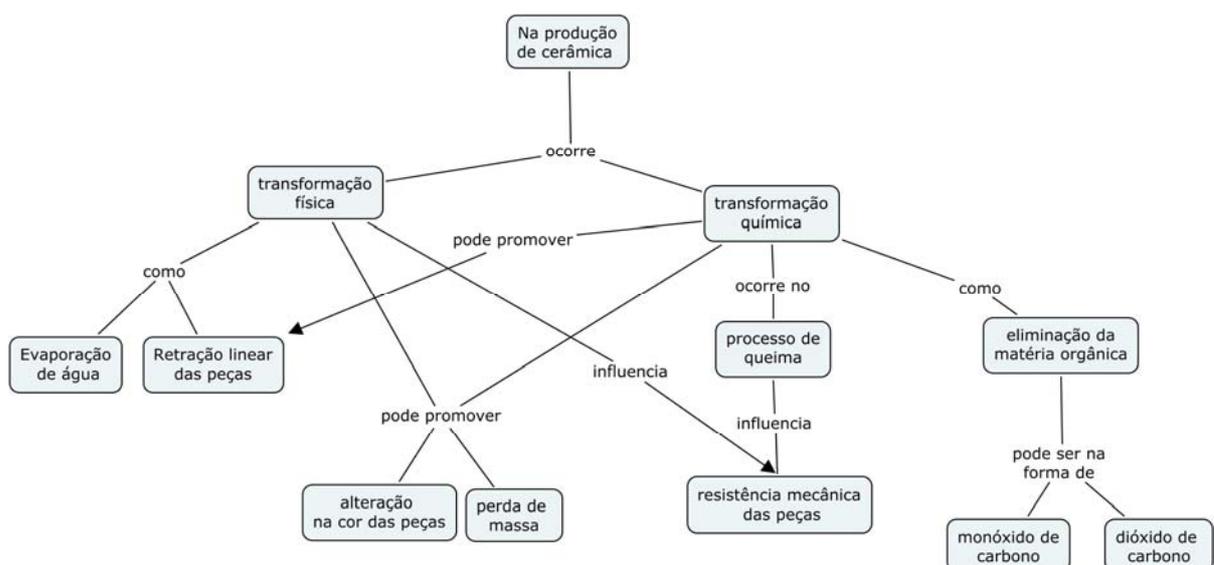


Figura 8: Mapa conceitual de referência do módulo “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica” que ocorrem na produção de cerâmica.

Método de Análise dos mapas conceituais

Os alunos confeccionaram quatro mapas conceituais, sendo dois no módulo “Introdução aos mapas conceituais”, um no módulo “Matéria e suas propriedades”, e um no módulo “Transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica”. Os mapas do módulo “Introdução aos mapas conceituais”, foram elaborados com o intuito de iniciar e familiarizar os alunos na construção desta ferramenta, e os mapas dos módulos seguintes com a finalidade de obter informações acerca da estrutura cognitiva dos alunos, de facilitar a aprendizagem, verificar como os alunos relacionam conceitos novos, os antigos e exemplos, e se apresentam os conceitos seguindo o princípio de diferenciação progressiva.

Crítérios de análise dos mapas conceituais elaborados no módulo “Introdução aos mapas conceituais”.

A análise dos mapas conceituais elaborados para os temas água e vertebrados foi feita identificando as dificuldades que os alunos apresentavam quanto à elaboração dos mapas. Nenhuma análise quanto ao conhecimento específico dos assuntos foi realizada, pois o objetivo deste módulo era iniciar e familiarizar os alunos na construção desta ferramenta e não avaliar o conhecimento destes sobre os assuntos trabalhados. Os temas água e vertebrados foram escolhidos, pois são trabalhados em séries anteriores à oitava série e deve-se iniciar os alunos na técnica de mapeamento conceitual em assuntos que apresentem certo domínio, pois de acordo com a literatura *“Para se aprender a construir mapas conceituais, deve-se iniciar com uma área de conhecimento que seja bem familiar, pois as estruturas hierárquicas desses mapas dependerá do contexto onde serão usados (SAKAGUTI, 2004)”*.

Após a análise dos mapas de cada assunto, discutia-se com os alunos os problemas apresentados e maneiras de evitá-los. Abaixo têm-se um exemplo descritivo da análise de um mapa conceitual (Figura 10) sobre o tema vertebrados.

Problemas identificados

- a) generalização dos exemplos: ratos, lambaris, sapo e jacaré com os conceitos mamíferos, peixes, anfíbios e répteis;
- b) repetição dos conceitos vertebrados e mamíferos.

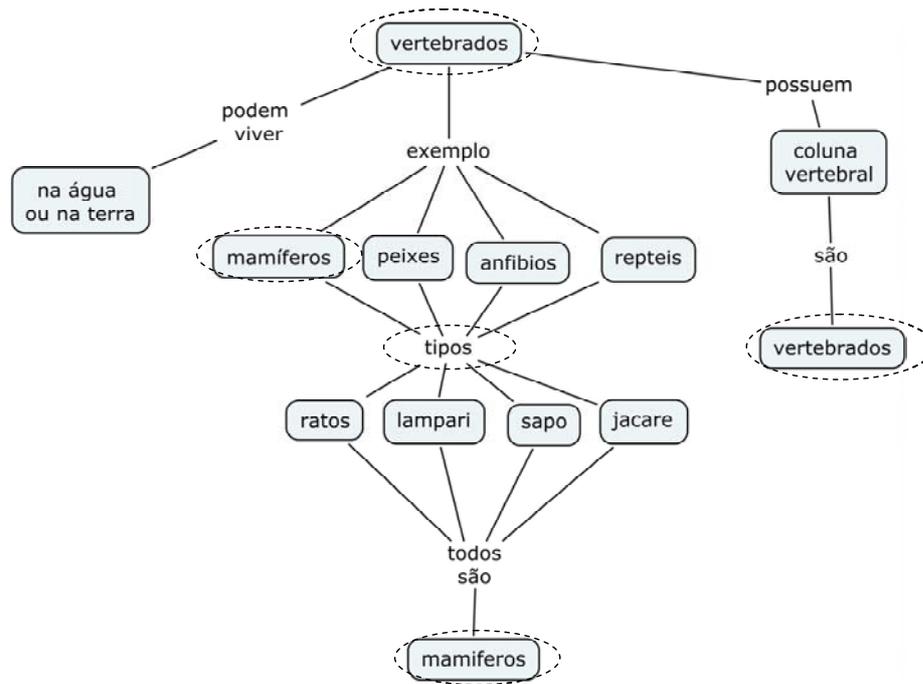


Figura 9: Mapa conceitual elaborado por In e usado como exemplo da análise dos mapas conceituais sobre os temas água e vertebrados.

Critérios de análise dos mapas conceituais elaborados nos módulos “Matéria e suas propriedades” e “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”.

A avaliação realizada nos mapas conceituais dos módulos “Matéria e suas propriedades” e “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”, não foi feita no sentido de testar o conhecimento dos alunos e lhe atribuir notas, mas sim, de obter informações acerca da sua estrutura cognitiva, de como relacionam os conceitos trabalhados no curso, com os exemplos e conceitos já existentes na estrutura cognitiva, e de verificar se os conceitos foram apresentados seguindo o princípio de diferenciação progressiva. Nos itens de a-g estão apresentados os critérios utilizados para a análise e elaboração de fichas para cada mapa, sendo esta última usada para categorizar os resultados.

- a) conceitos presentes no mapa conceitual;
- b) conceitos básicos (os quais são os conceitos presentes no mapa de referência);
- c) conceitos outros (os quais são os conceitos que não estão presentes no mapa de referência);
- d) exemplos; sendo considerado como exemplo as palavras que designam acontecimentos e objetos que elucidem os conceitos.
- e) proposições válidas, ou seja a relação: conceito-palavra de ligação-conceito;
- f) proposições inválidas;
- g) diferenciação progressiva (hierarquia conceitual) entre os conceitos. Para se analisar este item, foi criado para cada ramificação do conceito principal dos mapas de referência uma seção a qual foi dividida em níveis, e estão ilustradas nas Tabelas 4 e 5, sendo relacionadas respectivamente aos mapas dos módulos “Matéria e suas propriedades” e “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”. Em alguns mapas mesmo a relação não estando escrita ela foi considerada para analisar a hierarquia conceitual.

Tabela 4: Relações utilizadas para analisar a hierarquia conceitual dos mapas elaborados no módulo “Matéria e suas propriedades”.

Seção 1	Relação
Primeiro nível	Matéria - propriedades
Segundo nível	Propriedades – gerais
	Propriedades - específicas
Terceiro nível	Gerais - massa
	Gerais - volume
	Específicas - densidade
	Específicas - ponto de fusão
	Específicas - ponto de ebulição
Seção 2	
Primeiro nível	matéria- substâncias
Segundo nível	substâncias- simples
	substâncias- composta
Seção 3	
Primeiro nível	matéria- misturas
Segundo nível	misturas – homogêneas
Terceiro nível	misturas- heterogêneas
	homogêneas- saturada
	homogêneas- insaturada
	homogêneas- soluto
	homogêneas- solvente
Seção 4	
Primeiro nível	matéria- transformação
Segundo nível	transformação – química
	transformação- física
Terceiro nível	química- combustão
	química-decomposição
	física- sublimação.
	física- solidificação
	física – evaporação
	física- fusão
Seção 5	
Primeiro nível	matéria- estados físicos
Segundo nível	estados físicos- sólido
	estados físicos- líquido
	estados físicos- gasoso

Tabela 5: Relações utilizadas para analisar a hierarquia conceitual dos mapas elaborados no módulo “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”.

Seção 1	Relação
Primeiro Nível	Na produção de cerâmica – transformações físicas
Segundo Nível	Transformação física - evaporação da água
	Transformação física - retração linear das peças
	Transformação física - alteração na cor das peças
	Transformação física - perda de massa
	Transformação física - resistência mecânica das peças
Seção 2	
Primeiro Nível	Na produção de cerâmica – transformações químicas
Segundo Nível	Transformação química - retração linear das peças
	Transformação química - alteração na cor das peças
	Transformação química - perda de massa
	Transformação química - processo de queima
	Transformação química - eliminação da matéria orgânica
Terceiro Nível	Processo de queima - resistência mecânica das peças
	Eliminação da matéria orgânica - monóxido de carbono
	Eliminação da matéria orgânica - dióxido de carbono

A seguir têm-se como exemplo uma análise descritiva de um mapa conceitual (Figura 11) sobre o tema Matéria, elaborado pelo aluno Rf.

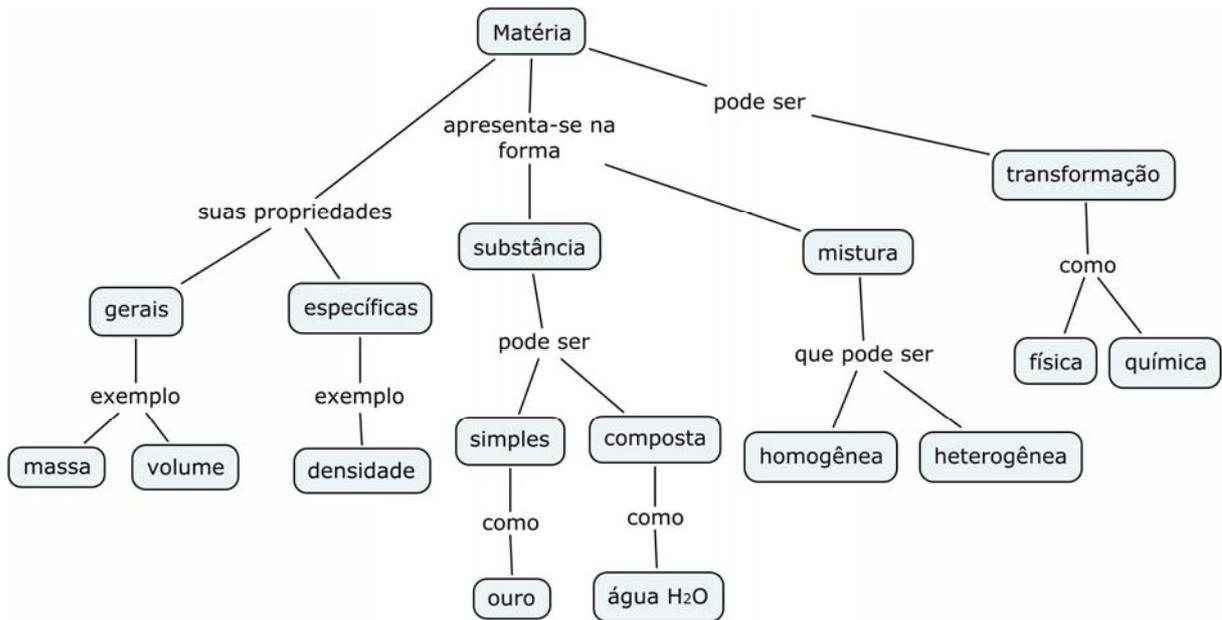


Figura 10: Mapa conceitual sobre Matéria elaborado por Rf e usado para exemplificar a análise dos mapas conceituais dos módulos “Matéria e suas propriedades” e “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”.

a) *conceitos presentes no mapa conceitual:* matéria, gerais, específicas, massa, volume, densidade, substância, simples, composta, mistura, homogênea, heterogênea, transformação, física, química. Total – 15

Observação: mesmo o aluno tendo indicado as palavras massa, volume e densidade como exemplos, estas não foram consideradas como tal, pois são conceitos subordinados a “propriedade geral” no caso de massa e volume, e do conceito “propriedade específica” no caso de densidade.

b) *conceitos básicos:* matéria, gerais, específicas, massa, volume, fusão, densidade, substância, simples, composta, mistura, homogênea, heterogênea, transformação, física, química. Total – 15.

c) *conceitos outros:* não há.

d) *exemplos dos conceitos*: ouro e água (H₂O). Total: 2

e) *proposições válidas*: total 14

matéria- suas propriedades- gerais;

matéria- suas propriedades- específicas;

gerais- exemplo- massa;

gerais- exemplo- volume;

específicas- exemplo- densidade;

matéria- apresenta-se na forma- substância;

matéria- apresenta-se na forma- mistura;

substância – pode ser- simples;

substância – pode ser - composta;

mistura – que pode ser- homogênea;

mistura – que pode ser- heterogênea;

matéria- pode ser- transformação;

transformação- como- física;

transformação- como- química.

f) *proposições inválidas*: não há.

g) os conceitos obedecem à diferenciação progressiva entre os conceitos: sim.

4. Resultados e discussões

4.1. Estudo do material argila

4.1.1. Calorimetria Exploratória Diferencial e Termogravimetria

As Figuras 12 e 13 ilustram as curvas obtidas pelas técnicas TG e DSC para argila branca e argila vermelha. A Tabela 6 resume a perda percentual de massa em distintas faixas de temperatura para os dois tipos de argila. Observa-se que no intervalo de temperatura ambiente à 122°C para argila branca e 132°C para a vermelha, ocorre um processo endotérmico devido à eliminação de água (Campos, 1999; Dutra, 2002; Santos, 2005), promovendo uma perda de massa de 21,5% e 23% para argila branca e vermelha, respectivamente. Nos intervalos de temperaturas de 122-350°C para argila branca e 132-400°C para a argila vermelha ocorre a oxidação da matéria orgânica na forma monóxido e/o ou dióxido de carbono (Dutra, 2002), a qual promove perda de massa inferior a 1,5% para os dois tipos de argilas.

Entre as temperaturas de 350-650°C (argila branca) e 400-650 °C (argila vermelha) ocorreu à eliminação de íons OH⁻ (Dutra, 2002). Este evento promoveu uma perda de massa de 5,7% para a argila branca e 3,2% para a vermelha. A partir deste evento não houve registro de perda de massa. Em 983°C na argila branca e 954°C na vermelha houve um evento exotérmico decorrente possivelmente da transformação de fase estrutural de caulinita [Al₂(Si₂O₅) (OH)₄] para mulita [3(Al₂O₃) 2(SiO₂)] (Santos, 2005). A fase mulita é desejada, pois confere elevada resistência mecânica as peças cerâmicas (Vieira, 2003-b).

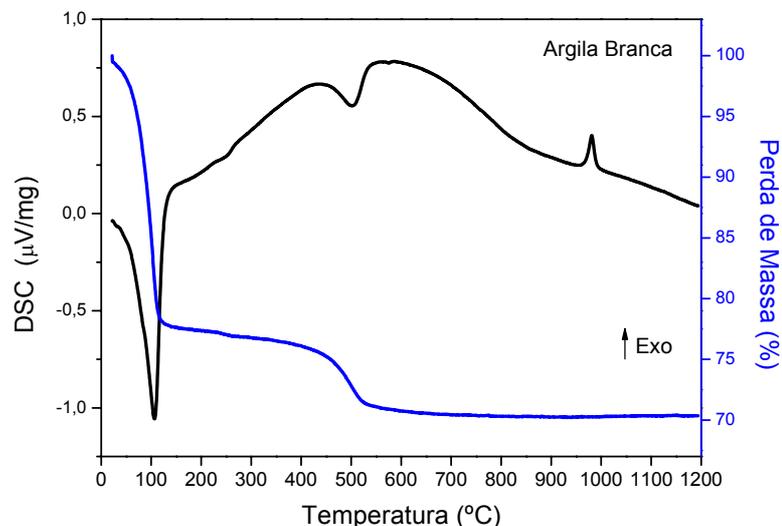


Figura 11: Perda de massa percentual (TG) e curva de DSC em função da temperatura da argila branca.

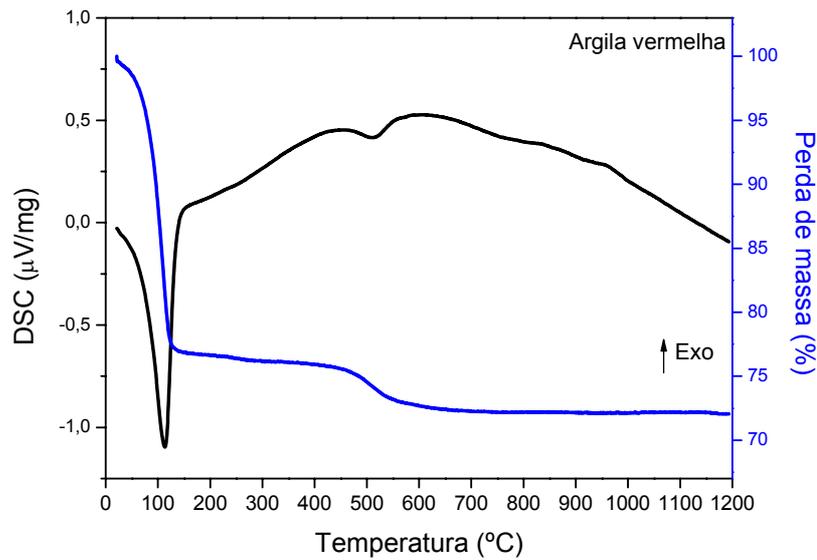


Figura 12: Perda de massa percentual (TG) e curva de DSC em função da temperatura da argila vermelha.

Tabela 6: Perda de massa percentual em distintos intervalos de temperatura para a amostra da argila branca e vermelha.

Eventos	Argila Branca		Argila Vermelha	
	Intervalo de temperatura	Perda de massa (%)	Intervalo de temperatura	Perda de massa (%)
Eliminação de água	T.amb.-122°C	21,5	T.amb.-132°C	23
Oxidação da matéria orgânica	122°C -350°C	1,4	132°C- 400°C	1,3
Eliminação de íons OH ⁻	350°C -650°C	5,7	400°C- 650°C	3,2
Transformação de fase estrutural de caulinita para mulita	983°C	-----	954°C	----

4.1.2. Retração das peças de argila a temperatura ambiente

No período de seis dias em que as peças da argila branca foram secas a temperatura ambiente pode-se observar mudança na coloração das peças, as quais tiveram sua cor alterada de cinza escuro (Figura 14 a) para cinza claro (Figura 14 b), diminuição do volume (Figura 15) e da massa. Estas mudanças são decorrentes da eliminação de água.



Figura 13: a) Tijolo após moldagem e b) Tijolo após seis dias de secagem à temperatura ambiente



Figura 14: Retração volumétrica do tijolo após seis dias de secagem à temperatura ambiente

A Figura 16 ilustra a variação do volume em função do tempo de secagem para um total de 144 horas. Uma redução de 23% do volume foi observada para o tempo de 66 horas de secagem. Após 66 horas o volume manteve-se praticamente constante. Este resultado indica que peças maciças de 2 cm de altura, 4 cm de largura e 8 cm de comprimento, deixadas à temperatura ambiente em que a umidade do ar variou de 49 a 63%, necessitam de ao menos 66 horas de secagem para serem queimadas.

A Figura 17 ilustra a perda de massa em função do tempo de secagem. Entre o momento da moldagem até 66 horas de secagem há uma perda de massa de 17,5%, e de 8,5% no intervalo de 66-144 horas. Os resultados indicam que após 66 horas não há mais variação do volume, porém ainda há perda de massa, isso ocorre porque a água de plasticidade, responsável pela retração das peças já foi eliminada até 66 horas de secagem, e a água intersticial que continua sendo eliminada a temperatura ambiente não provoca retração da peça em sua saída, apenas perda de massa. Por isso observa-se uma diminuição da massa após as 66 horas mesmo não havendo mais alteração do volume (Vieira, 2003-c).

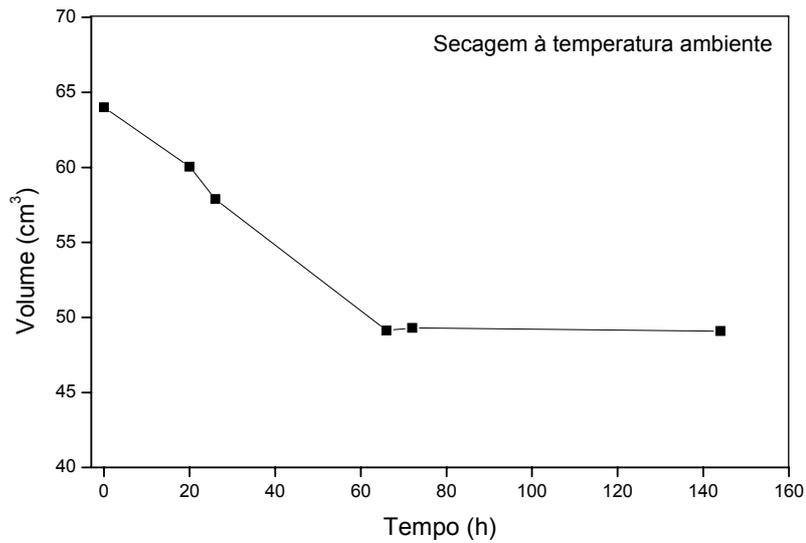


Figura 15: Variação do volume em função do tempo à temperatura ambiente.

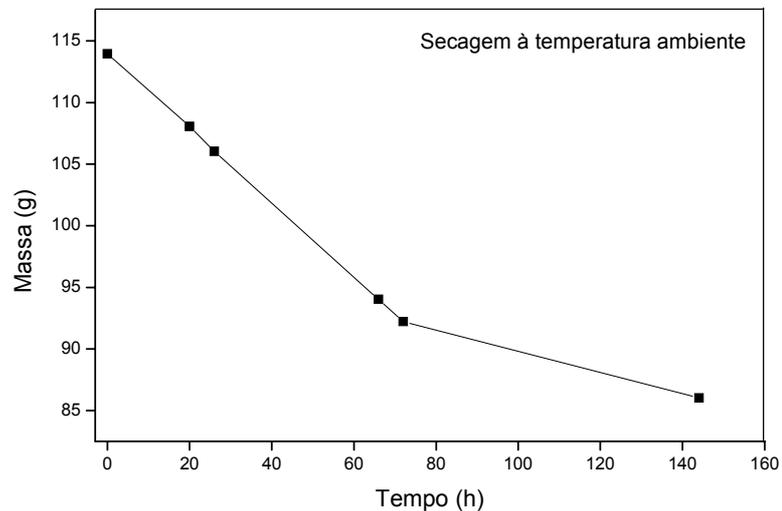


Figura 16: Perda de massa em função do tempo à temperatura ambiente.

4.1.3. Alteração da cor das peças cerâmicas

Os tijolos queimados nas temperaturas de 100 até 1000°C, em intervalos de 100°C, apresentaram diferentes colorações conforme a temperatura de queima. Esta alteração é decorrente em sua maioria da composição química, da quantidade de matéria orgânica e outras impurezas como a sílica, óxidos de ferro, entre outros (MEIRA, 2007). Os tijolos da argila branca alteraram gradativamente a cor de cinza claro para branco conforme ilustra a Figura 18. As peças da argila vermelha sofreram uma alteração de cor passando de um vermelho opaco para um mais intenso (Figura 19), decorrente provavelmente do elevado

percentual de hematita (Fe_2O_3) (Vieira, 2003-c). Para ambas as argilas observa-se nos tijolos queimados a 300 e 400 °C manchas escuras sobre a superfície das peças, devido à eliminação da matéria orgânica, a qual sai normalmente na forma de monóxido e/ou dióxido de carbono (DAMIANI, 2001).

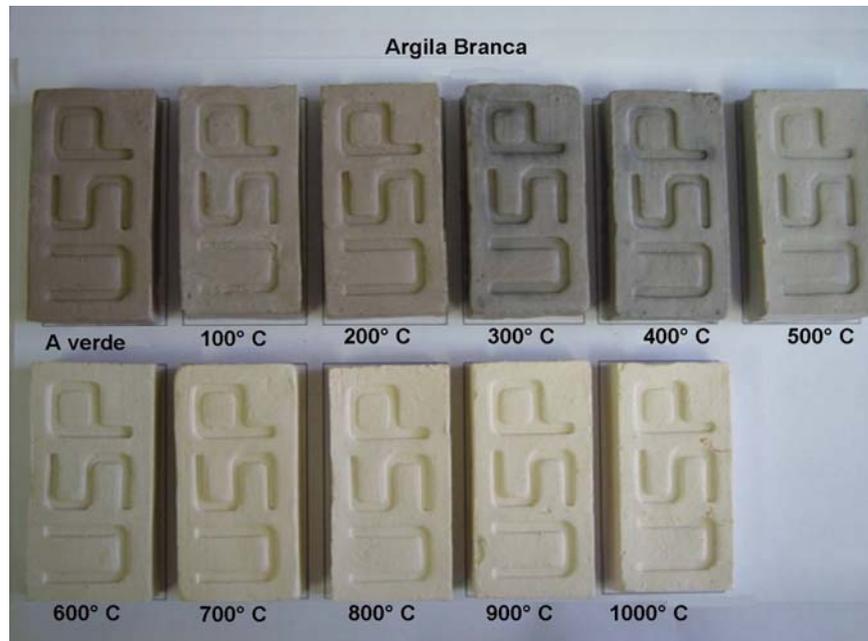


Figura 17: Mostruário contendo peças de argila branca queimadas em diferentes temperaturas.

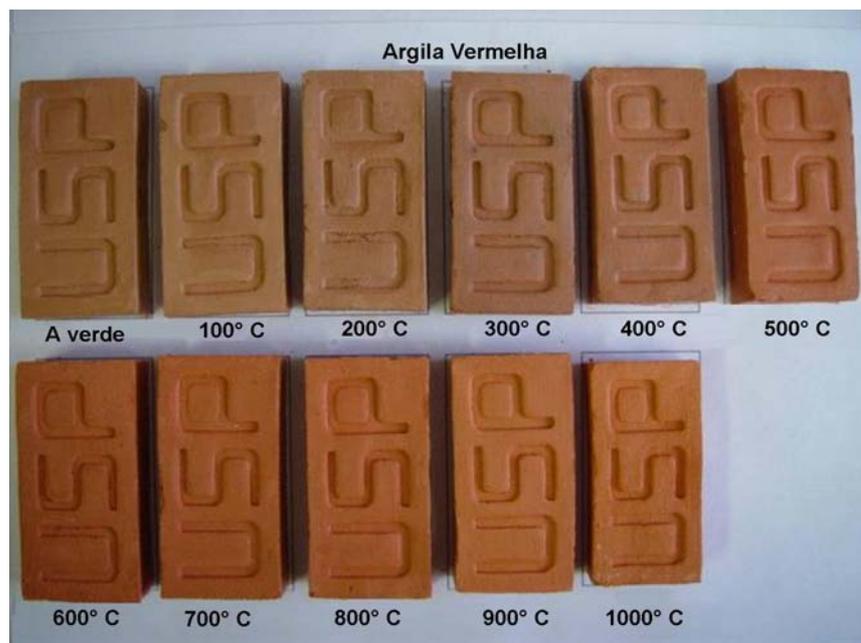


Figura 18: Mostruário contendo peças de argila vermelha queimadas em diferentes temperaturas.

4.1.4. Densidade aparente das peças de argila

A Figura 20 ilustra as variações de densidade aparente em função da temperatura. Observa-se uma diminuição de densidade de 11% nas regiões de I a III, decorrente das perdas de massa, pois o volume permanece constante, uma vez que a água responsável pela retração já foi eliminada à temperatura ambiente. Na região IV a densidade manteve-se constante, dentro do desvio experimental. Este resultado indica que a partir de aproximadamente 650°C as peças podem ser queimadas sem que haja alteração da densidade aparente.

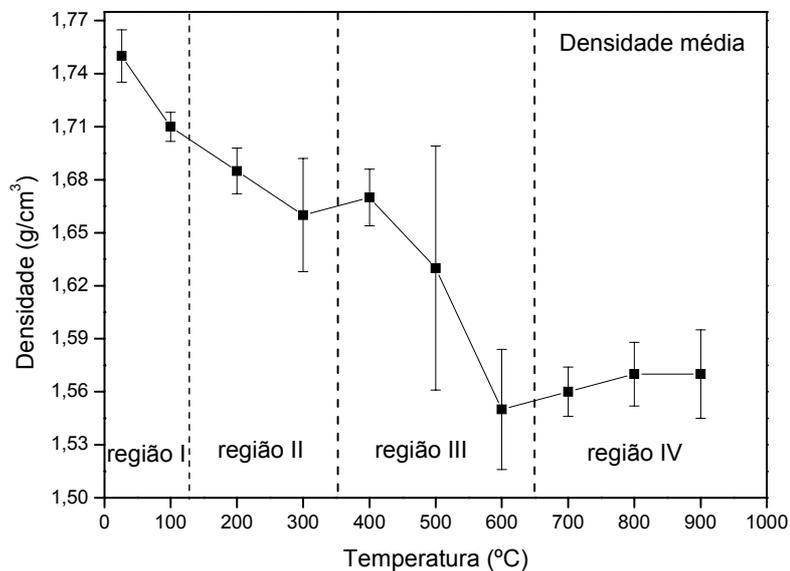


Figura 19: Densidade aparente média dos tijolos com seus desvios em função da temperatura. Cada ponto no gráfico representa a densidade média de quatro tijolos.

Por meio dos ensaios de análise térmica das argilas *in natura*, observou-se que a água é eliminada até 122°C para argila branca e até 132°C para a vermelha, ocorrendo nesta etapa a maior perda de massa. Os eventos de eliminação de íons OH^- e matéria orgânica provocaram juntos uma perda de massa de 7,1% para a argila branca e 4,5% para a vermelha. Após a queima em temperatura de 650°C não há registro de perda de massa. Este resultado corrobora com os resultados da densidade aparente calculados para a argila branca, em que após a temperatura de 650°C a densidade continua constante, indicando que a massa e o volume não sofreram alterações.

A análise da retração das peças de argila branca secas à temperatura ambiente, revelou que para peças maciças com dimensões 8x4x2cm são necessárias ao menos 66 horas de secagem para que o volume permaneça constante, evitando a deformação destas ao serem colocadas no forno. Os mostruários da argila vermelha e branca permitirão mostrar aos alunos da oitava série (no curso de argila) a observação da mudança de cor, retração volumétrica e a eliminação da matéria orgânica, facilitando aos alunos a compreensão dos eventos que ocorrem durante a queima da argila.

4.2. Identificação dos conhecimentos prévios

Para análise dos questionários foram feitas várias leituras do material, e as respostas de cada item foram agrupadas em categorias, sendo que a resposta de um mesmo aluno pode ter sido enquadrada em mais de uma categoria. Assim a soma das porcentagens de alunos que tiveram respostas nas categorias não necessariamente foi igual a 100%.

Na primeira questão, para o conceito matéria foram obtidas sete categorias (Tabela 7), sendo a de maior frequência a “Tudo que ocupa lugar no espaço”. Já era esperado que esta categoria fosse aparecer, pois trata-se de uma definição presente em livros didáticos (BERTOLDI, 2000; CANTO, 1999) e muito trabalhada pelos professores em sala de aula.

Tabela 7: Categorias obtidas para o conceito matéria

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Tudo que ocupa lugar no espaço	58,3	13,3
Matéria prima	16,7	26,7
Disciplina ministrada na escola	8,3	6,7
Produtos químicos e físicos	-	6,7
É uma substância que de transformações vira outra substância	-	6,7
Tudo o que é objeto é uma matéria	8,3	-
Não soube responder	8,3	40

Para o conceito massa (Tabela 8) a maior parte dos alunos da sala A a definiu como sendo a massa usada na fabricação de alimentos como pão, bolo e salgados. Na sala B esta categoria teve uma baixa frequência, tendo seu maior índice para a categoria “Não soube responder”. Dos alunos da sala A 25% e da sala B 26,7% colocaram que massa é o peso de

algo. Esta resposta é decorrente das pessoas terem o hábito de se referirem a medir sua massa ou de um objeto qualquer como peso.

Para o conceito volume (Tabela 9) a sala A apresentou seu maior índice nas categorias “volume da televisão e rádio”, “quantidade de algo”, e “ocupa uma extensão no espaço”, e na sala B a categoria “não soube responder” e “quantidade de algo”. Para o conceito densidade (Tabela 10) a sala B apresentou uma quantidade de 86,6% dos alunos que não souberam responder nada, e a sala A teve 33,3% dos alunos nesta categoria.

Tabela 8: Categorias obtidas para o conceito massa

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Massa de comida	33,3	6,7
Massa do corpo	25	6,7
Peso de algo	25	26,7
Energia	-	20
A massa de um projeto	-	6,7
Massa de um produto	-	6,7
Não soube responder	16,6	40

Tabela 9: Categorias obtidas para o conceito volume

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Volume da televisão e rádio	25	6,7
Quantidade de algo	25	33,3
Tamanho de algo	8,3	20
Ocupa uma extensão no espaço	25	-
Volume de cabelo	-	6,7
Número de um produto	-	6,7
O volume se dá a partir que misturamos as formas	-	6,7
Não soube responder	16,7	33,3

Tabela 10: Categorias obtidas para o conceito densidade

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Peso de um objeto	16,7	-
Algo mais denso que o outro	16,7	-
Valor de algo	-	6,7
Densidade de um produto	-	6,7
Consistência textura de algo	8,3	-
A água está com muita densidade	8,3	-
Uma relação entre massa e volume	8,3	-
Uma coisa intensa	8,3	-
Não soube responder	33,3	86,6

Para os conceitos porosidade (Tabela 11), retração (Tabela 12), e cerâmica (Tabela 13), a porcentagem dos alunos que não souberam responder a questão foi em um caso igual a 50% e nos outros superior a este valor. Indicando que sobre estes conceitos os alunos apresentam pouco conhecimento prévio. Este fato já era esperado, pois estes são termos utilizados mais freqüentemente em áreas de conhecimento específicos, como a da ciência dos materiais.

Tabela 11: Categorias obtidas para o conceito porosidade

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Algo relacionado com poros	16,7	-
Coisa áspera	-	6,7
Não soube responder	83,4	93,3

Tabela 12: Categorias obtidas para o conceito retração

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Mistura	-	6,7
Relacionou com retratação	8,3	-
Algo que não se atrai e não se mistura	8,3	-
Não soube responder	83,3	93,3

Tabela 13: Categorias obtidas para o conceito cerâmica

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Material usado para fazer objetos	25	6,7
Um tipo de argila	16,7	-
Objeto feito a mão	-	13,3
Algo que fica no portão para os ladrões não pular	8,3	-
Não soube responder	50	80

Para o conceito argila (Tabela 14) a maior quantidade de alunos não responderam ou deixaram a questão em branco, no entanto uma categoria que teve porcentagem significativa foi “argila é um barro”. Já se esperava que está categoria fosse aparecer, pelo fato da argila há anos ser popularmente denominada como barro, no entanto, há diferenças físicas e químicas entre estes dois materiais, a saber, pela sua composição química, pela presença de plasticidade no material argila (quando úmida) e resistência mecânica adquirida quando queimada a temperaturas adequadas.

Tabela 14: Categorias obtidas para o conceito argila

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Argila é um barro	25	20
Massa usada para moldar	16,7	6,7
Massa usada para fazer objetos	8,3	26,7
Argila é argila vermelha	8,3	-
Não soube responder	41,6	53,3

Na questão de número dois os alunos tinham que responder o que entendiam por transformação física e química, e fornecer alguns exemplos. Para o conceito de transformação química (Tabela 15), a categoria que apareceu nas duas salas foi a “Misturas de substâncias que forma outro produto”. Para o conceito transformação física (Tabela 16) a maior parte dos alunos não souberam responder a questão, sendo que na sala A 58,3% dos alunos apresentou este conceito como sendo “quando algo muda e pode voltar”. Junior-Teixeira (2005) obteve um resultado semelhante quando identificou idéias de 91 alunos dos três anos do Ensino Médio sobre conceitos fundamentais da química, ele obteve que a maioria dos alunos do primeiro ano entende um fenômeno físico como um processo reversível o qual não modifica a natureza da matéria. Já o fenômeno químico é para 31% dos alunos do primeiro ano do ensino médio uma transformação irreversível e para os alunos do 2º e 3º ano a resposta mais citada é aquela que relaciona a transformação química como a que modifica a natureza da matéria.

Tabela 15: Categorias obtidas para o conceito Transformação química

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Quando algo muda e não pode voltar ao estado inicial	58,3	-
Misturas de substâncias que forma outro produto	33,3	26,7
Quando altera a forma	-	6,7
Quando a natureza ajuda na transformação	8,3	-
Quando mistura elementos químicos diferentes	-	13,3
Não soube responder	-	53,3

Tabela 16: Categorias obtidas para o conceito Transformação física

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Quando algo muda e pode voltar ao estado inicial	58,3	-
Quando há misturas de substâncias sem alterar o produto	-	26,7
Quando nós interferimos para a produção do produto	8,3	-
Não altera a forma	-	6,7
Quando algo se transforma	-	6,7
Muda a forma física	-	6,7
Não soube responder	33,3	60

Observa-se pelos resultados da terceira questão que para o conceito substância (Tabela 17) em média 50% dos alunos não souberam responder a questão, já para o conceito mistura (Tabela 18) a porcentagem foi abaixo de 35%. Este fato é decorrente de que mistura é uma palavra corriqueira na vida dos alunos, isto é comprovado pelos exemplos fornecidos, “*leite com nescau*”, “*água com suco em pó*”, “*leite com café*” e “*açúcar com sal*”. O que demonstra que como mistura é um tema do cotidiano, foi mais fácil ao aluno tentar escrever sobre mistura do que substância, palavra esta utilizada geralmente em contexto científico. No entanto, mesmo não sabendo falar sobre substâncias 50% dos alunos da sala A e 53,3% sala B tiveram suas respostas na categoria “Mistura de diferentes substâncias”.

Os resultados obtidos para os conceitos substância e mistura, revelaram que os alunos apresentam deficiências em relação a estes conceitos, o que corrobora com os apresentados por Furió (2000), em que entrevistou alunos de idade entre 12-18 anos, e identificou que estes possuem uma grande dificuldade em diferenciar substância de mistura, e não possuem clareza quanto ao significado de cada um.

Tabela 17: Categorias obtidas para o conceito Substância

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Algo com composição definida	25	6,7
São elementos químicos	-	13,3
São produtos	-	26,7
Formado por um só produto	8,3	-
É uma coisa só	8,3	-
Tipo de matéria	8,3	-
Não soube responder	50	53,3

Tabela 18: Categorias obtidas para o conceito Mistura

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Mistura de diferentes substâncias	50	53,3
Quando junta elementos químicos	16,7	20
Quando junta produtos	-	13,3
Não soube responder	33,3	20

Para a questão de número quatro os alunos tinham que responder o que entendem por mistura homogênea e heterogênea. Na sala B a categoria “Não soube responder” teve uma porcentagem acima de 65% nos dois conceitos, como pode ser observado pela Tabela 19 (Mistura homogênea) e Tabela 20 (Mistura heterogênea). Já na sala A a maior parte dos alunos apresentaram mistura homogênea como aquela que tem somente uma aparência e heterogênea a que apresenta várias aparências.

Tabela 19: Categorias obtidas para o conceito Mistura Homogênea

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Apresenta uma só aparência	50	-
Aquela que mistura	16,7	-
Substâncias se misturam	-	20
Quando mistura óleo e água	8,3	-
É quando ela se mistura com outros elementos	8,3	-
Quando mistura elementos iguais	-	6,7
Não soube responder	16,7	74

Tabela 20: Categorias obtidas para o conceito Mistura Heterogênea

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Apresenta várias aparências	41,6	-
Aquela que não se mistura	16,7	-
Substâncias misturadas que não se misturam	-	13,3
Mistura de substâncias	-	20
Não soube responder	41,6	66,7

Na quinta questão pedia-se aos alunos para escreverem o que entendem por temperatura de fusão e ebulição. Para o conceito temperatura de fusão (Tabela 21) teve-se 25% dos alunos na categoria “Líquido passa para sólido”, o que revela que estes alunos apresentam uma clara confusão do conceito em questão. Para explicar o que entendiam pelos

conceitos temperatura de ebulição (Tabela 22) 16,7% dos alunos o explicou dando como exemplo a evaporação da água.

Tabela 21: Categorias obtidas para o conceito Temperatura de Fusão

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Líquido passa para sólido	25	-
Transformação de substâncias	16,7	-
Passagem de uma temperatura para outra	8,3	-
Quando mistura os produtos	-	6,7
Não soube responder	50	93,3

Tabela 22: Categorias obtidas para o conceito Temperatura de Ebulição

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Quando passa do estado líquido para vapor	16,7	-
Quando se ferve algo	16,7	-
Quando a água evapora	16,7	26,7
Não soube responder	50	73,3

As categorias obtidas evidenciam o pensamento dos alunos a partir de suas experiências pessoais, pois uma mesma palavra possui significados diferentes conforme o contexto utilizado, devido a isto, foi freqüente o aparecimento de dificuldades relacionados com o significado das palavras que expressam conceitos científicos. São comuns os casos nos quais os alunos ouvem ou lêem um conceito no âmbito das ciências naturais (ou sociais etc) e atribuem um significado diferente do esperado (VIGOTSKY, 1979). Tal fato é facilmente constatado para os casos dos conceitos matéria, massa e volume.

A análise dos conhecimentos prévios revelou que os alunos apresentam deficiência nos conceitos investigados. Este resultado teve uma implicação direta na duração do curso, pois houve a necessidade de um aumento na quantidade de aulas para melhor esclarecimento destes conceitos. Esclarecimentos estes realizados por meio de aulas expositivas e algumas experimentais demonstrativas. Determinar os conhecimentos que os alunos apresentavam sobre os assuntos a serem abordados no curso, possibilitou também que a pesquisadora planejasse o curso de forma a facilitar a construção das relações entre os conceitos que os alunos já possuíam com os a serem ensinados, além de auxiliar no sentido de evitar exemplos ou imagens que favorecessem o reforço de idéias errôneas sobre os conceitos.

Fez-se necessário realizar o levantamento dos conhecimentos prévios e trabalhar com os conceitos, para que o aluno tivesse um conhecimento necessário para tornar a tarefa de aprendizagem das transformações físicas e químicas do material argila potencialmente significativas, propiciando um ambiente favorável à aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980).

4.3. Módulo – “Introdução aos mapas conceituais”

No módulo “Introdução aos mapas conceituais” os alunos elaboraram dois mapas, sendo um sobre o tema água e outro sobre vertebrados. A análise dos mapas revelou os seguintes problemas quanto a sua construção: a) ausência de palavras de ligação relacionando os conceitos, b) generalização de exemplos e c) presença de conceitos repetidos. Os problemas ocorreram provavelmente por falta de atenção dos alunos, da dificuldade dos alunos em relacionarem alguns conceitos, da inexperiência em trabalhar com mapas conceituais, da dificuldade que geralmente apresentam em mostrar relações hierárquicas entre os conceitos (NOVAK, 1988) e também da possível falta de conhecimentos sobre o assunto. A Tabela 23 ilustra o total de mapas elaborados e a quantidade de mapas que apresentaram problemas de construção.

Tabela 23: Total de mapas elaborados para os conceitos água e vertebrados e quantidade de mapas com problemas de construção.

<i>Assunto</i>	Sala A		Sala B	
	<i>Total de mapas</i>	<i>Mapas com problemas</i>	<i>Total de mapas</i>	<i>Mapas com problemas</i>
Água	10	3	11	1
Vertebrados	11	1	11	3

Além dos problemas, foram identificados nos mapas duas ocorrências: presença de mais de um exemplo ou conceito em uma única figura geométrica e palavras de ligação circuladas iguais aos conceitos. Uma pesquisa na literatura sobre estas ocorrências foi realizada, no entanto nada foi encontrado, que as indicasse como adequadas ou inadequadas. Consideramos como um aspecto positivo, o fato dos alunos terem adicionado mais de um exemplo ou conceito na mesma figura, pois usando esta estratégia conseguiram elaborar mapas com uma maior quantidade de informação e uma estrutura mais compacta. A segunda ocorrência, também, não foi considerada como um problema, pois não há uma regra de como rotular os conceitos e as palavras de ligação, cabendo ao professor então apresentar aos alunos

convenções de tal rotulação (FARIA, 1995), no entanto, foi solicitado aos alunos que apenas circulassem os conceitos, pois evidencia os conceitos das palavras de ligação e o mapa fica mais sucinto.

4.3.1. Mapas conceituais sobre o tema “Água”

Dos mapas da sala A elaborados para o tema água, teve-se: 1) um mapa com conceito repetido, generalização de exemplos e conceitos na mesma figura geométrica (Figura 21); 2) um com generalização de exemplos e repetição de conceitos (Figura 22), e 3) um mapa com uma figura geométrica contendo três conceitos e outra com três exemplos e repetição de conceitos (Figura 23). Dos mapas da sala B um apresentou palavras de ligação circuladas e ausência de palavras de ligação entre alguns conceitos e exemplos (Figura 24). Após analisar os mapas a pesquisadora discutiu com os alunos os problemas identificados (generalização de exemplos, conceito repetido e falta de palavras de ligação entre os conceitos), e esclarecimentos foram feitos a fim de evitar tais problemas em mapas conceituais futuros. Mesmo não sendo considerado como um problema foi solicitado aos alunos que não circulassem as palavras de ligação diferenciando-as assim dos conceitos.

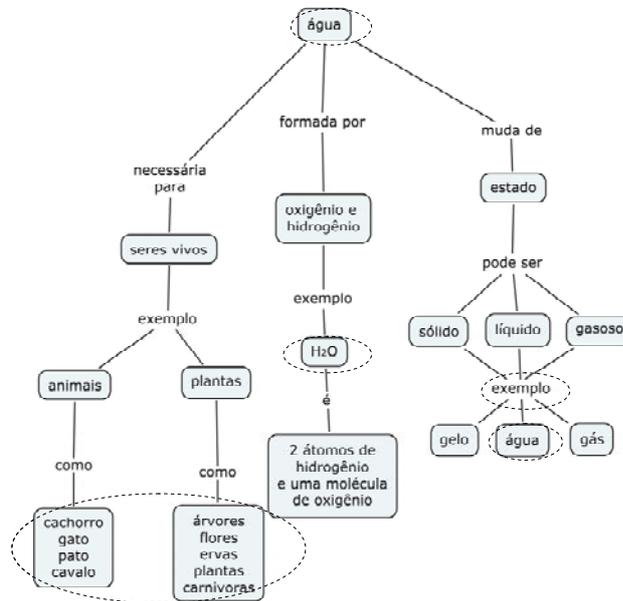


Figura 20: Mapa conceitual elaborado por Dn. O mapa apresenta: a) repetição do conceito água; b) as palavras gelo, água e gás estão ligadas aos conceitos sólido, líquido e gasoso, generalizando os exemplos e c) possui vários exemplos na mesma figura geométrica.

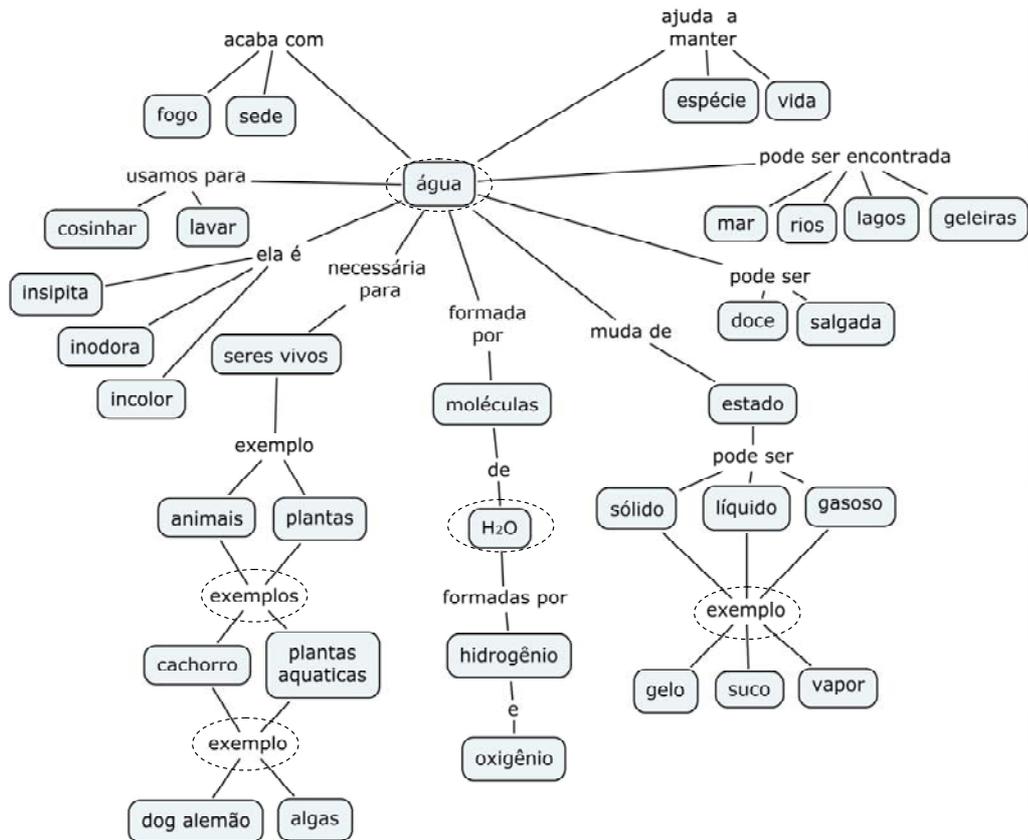


Figura 21: Mapa conceitual elaborado por Ld. O mapa apresenta generalização de exemplos em três locais distintos do mapa e repetição do conceito água.

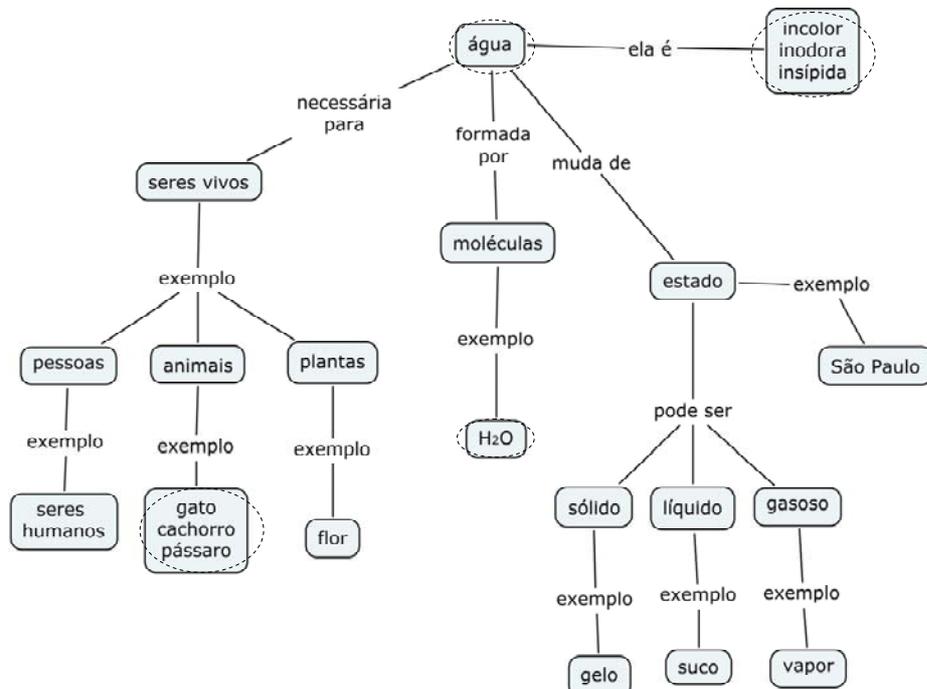


Figura 22: Mapa conceitual elaborado por An. O mapa apresenta: a) os exemplos gato, cachorro e pássaro na mesma figura geométrica, e b) os conceitos incolor, inodoro e insípida na mesma figura geométrica e c) repetição do conceito água.

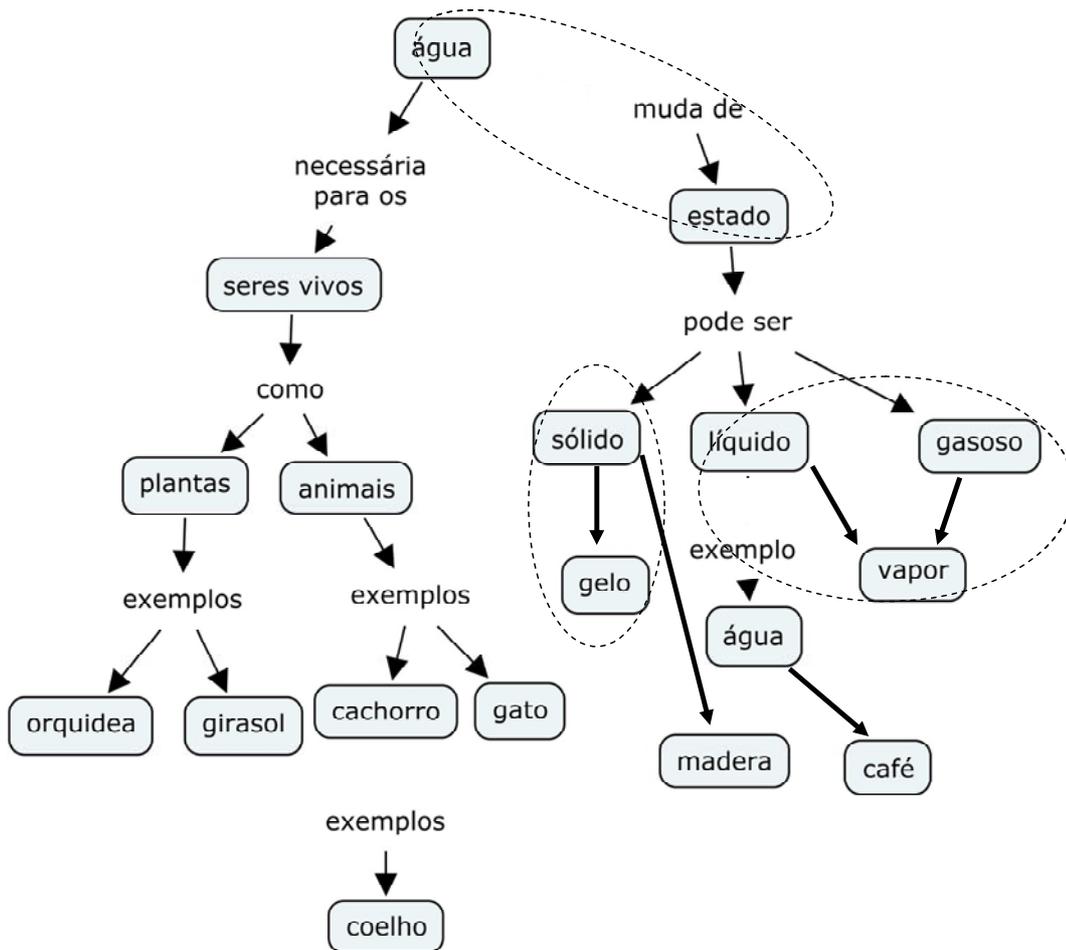


Figura 23: Mapa conceitual elaborado por Ja. O mapa apresenta: a) quase todas as palavras de ligação circuladas e b) ausência de palavras de ligação entre alguns conceitos e exemplos.

4.3.2. Mapas Conceituais sobre o tema “Vertebrados”

Dos vinte e dois mapas elaborados para o tema vertebrados, quatro apresentaram problemas, o que equivale a menos de 18,2% dos mapas. Este é um valor baixo, no entanto, esperava-se que problemas não tivessem ocorridos no mapa de vertebrados, uma vez que após a análise do mapa da água discutiu-se com os alunos os problemas e maneira de evitá-los.

Dos mapas da sala A elaborados para o tema Vertebrados teve-se: 1) mapa com generalização de exemplos e repetição de conceitos (Figura 25), 2) mapa com exemplos na mesma figura geométrica (Figura 26), e 3) mapa com palavras de ligação circuladas (Figura 27). Dos mapas da sala B teve-se: 1) mapa com generalização de exemplos (Figura 28); 2) mapa com repetição de conceito (Figura 29) e 3) mapa com palavras de ligação circuladas e ausência de palavras de ligação (Figura 30).

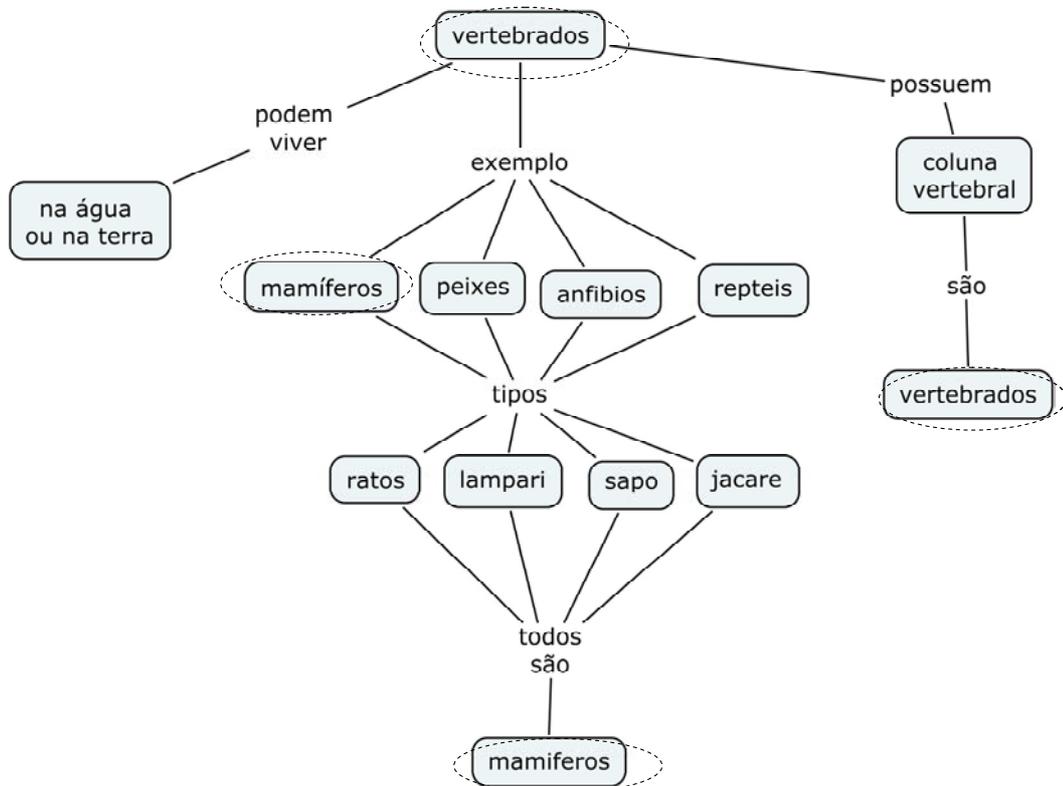


Figura 24: Mapa conceitual elaborado por In. O mapa apresenta: a) generalização de exemplos, e b) repetição dos conceitos vertebrados e mamíferos.

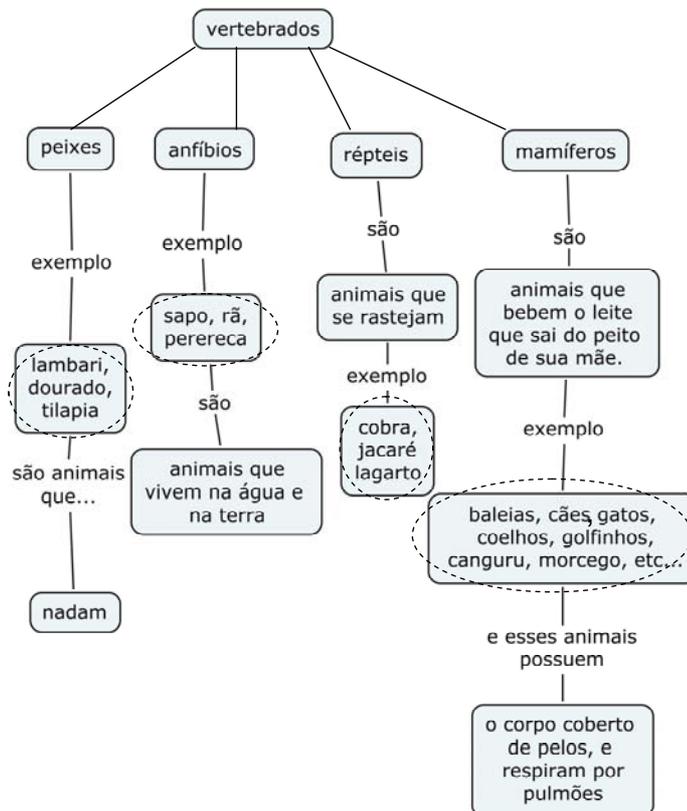


Figura 25: Mapa conceitual elaborado por Dn. O mapa apresenta vários exemplos na mesma figura geométrica.

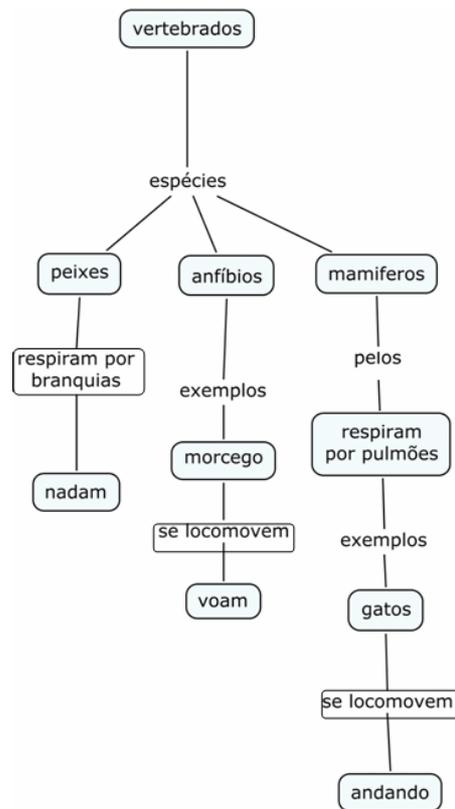


Figura 26: Mapa conceitual elaborado por Mm. O mapa apresenta várias palavras de ligação circuladas.

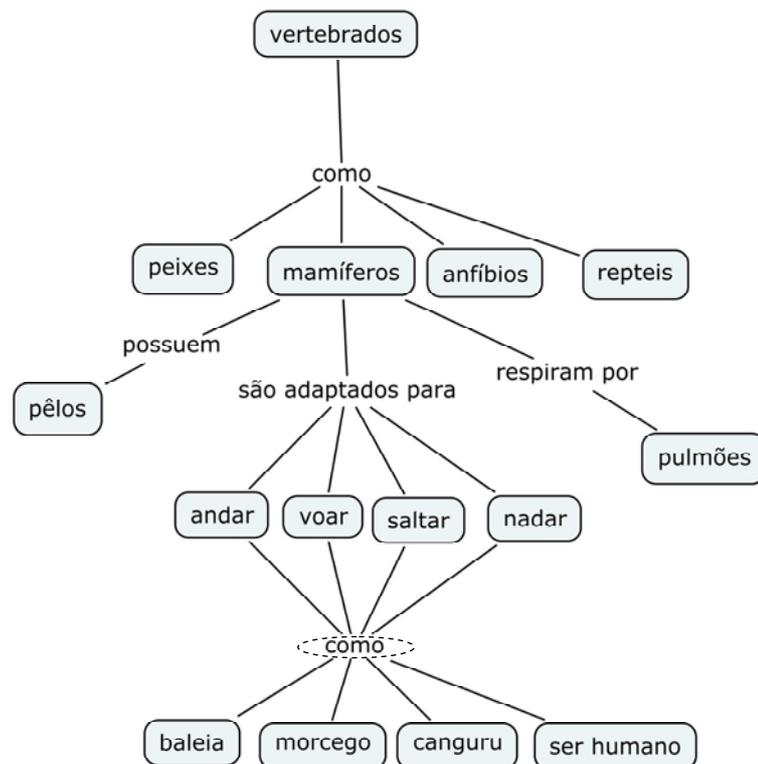


Figura 27: Mapa conceitual elaborado por Gl. O mapa apresenta generalização de exemplos.

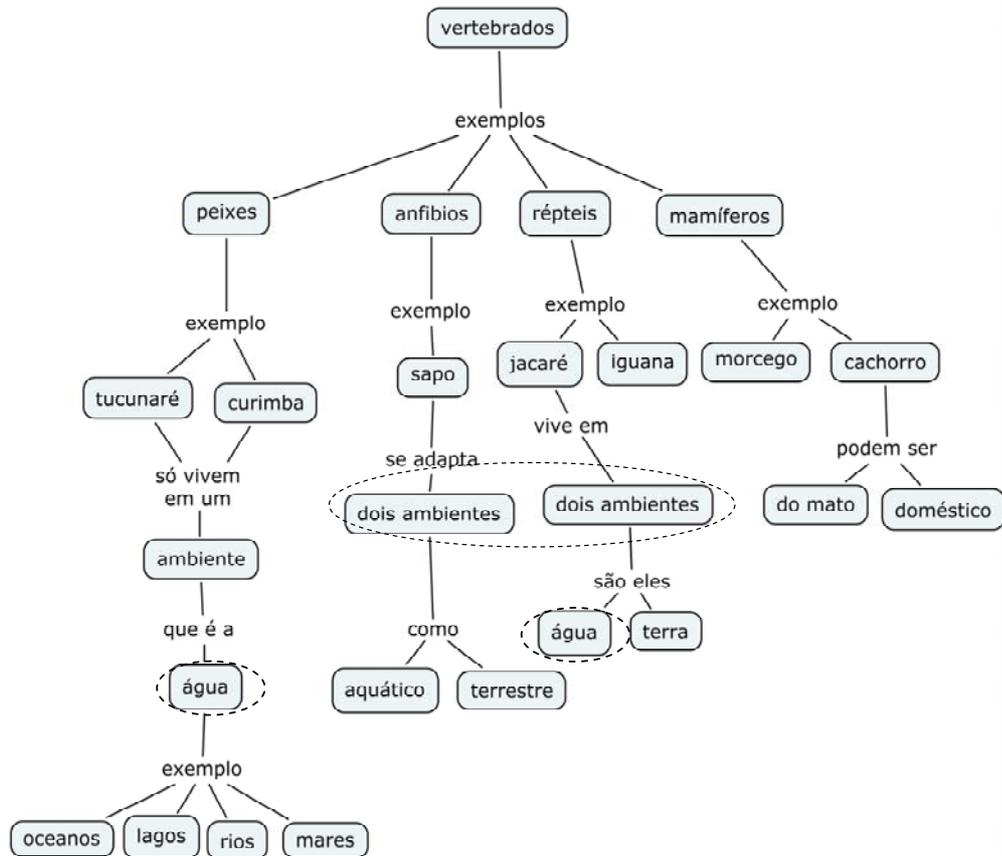


Figura 28: Mapa conceitual elaborado por Mh. O mapa apresenta repetição do conceito “dois ambientes” e água.

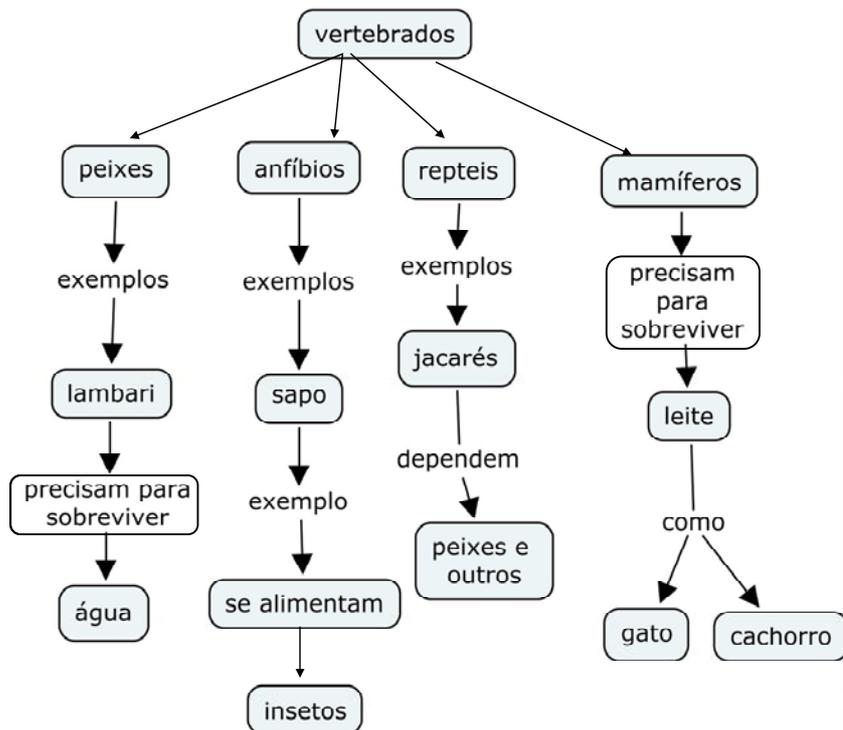


Figura 29: Mapa conceitual elaborado por Ja. O mapa apresenta a) várias palavras de ligação circuladas e b) ausência de palavras de ligação.

Como já mencionado esperava-se que problemas não tivessem ocorridos no mapa sobre vertebrados, uma vez que os problemas identificados no mapa sobre água foram discutidos com os alunos antes da elaboração do mapa sobre vertebrados. Atribuímos à ocorrência destes erros, a possível falta de atenção dos alunos, principalmente dos que generalizaram os exemplos, e da dificuldade que os alunos possuem em fazer relações cruzadas, ocasionando a repetição de conceitos.

Os resultados obtidos dos mapas do tema vertebrados podem ser considerados como satisfatórios, pois para elaborarem o mapa os alunos tinham que ler, interpretar e identificar os conceitos no texto sobre vertebrados, o que decorre de uma atividade mental mais aprimorada. E mesmo requerendo um grau maior de complexidade somente quatro dos vinte e dois mapas, apresentaram problemas, levando-nos a considerar que os alunos possuíam habilidades básicas necessária para elaborar mapas conceituais.

4.4. Módulo – “Matéria e suas propriedades”

4.4.1. Classificação dos mapas

Foram elaborados neste módulo nove mapas na sala A e quinze na B, todos tinham “Matéria” como conceito principal. Os mapas foram classificados em quatro categorias sendo:

- A) categoria dos mapas em que todas as proposições apresentadas estão corretas, dividida nas subcategorias, (A1) mapas que possuem dezesseis ou mais conceitos e (A2) mapas com menos de dezesseis conceitos (a quantia dezesseis foi escolhida por se tratar da metade do número de conceitos presentes no mapa de referência);
- B) mapas que apresentam relações errôneas entre os conceitos;
- C) mapas que apresentaram exemplos dos conceitos e
- D) mapas que não colocaram palavras de ligação para relacionar alguns conceitos.

A porcentagem de mapas agrupados em cada categoria está descrito na Tabela 24 e representada no gráfico da Figura 31. Observa-se que os mapas da sala B são mais elaborados que os da sala A, pois mais de 85% dos seus mapas estão na categoria A e C e menos de 15% dos alunos não colocaram palavras de ligação para relacionar alguns conceitos.

Tabela 24: Categorias e subcategorias obtidas da análise dos mapas conceituais elaborados no módulo Matéria e suas propriedades.

Categorias	Subcategorias	Porcentagem	
		Sala A	Sala B
A - mapas em que todas as proposições apresentadas estão corretas.	A1) mapas que possuem dezesseis ou mais conceitos	-	40
	A2) mapas com menos de dezesseis conceitos	88,9	53,3
B- mapas que apresentam relações errôneas entre os conceitos		11,1	6,7
C- mapas que apresentam exemplos dos conceitos.		77,7	86,7
D- mapas que não colocaram palavras de ligação para relacionar alguns conceitos		11,1	13,3

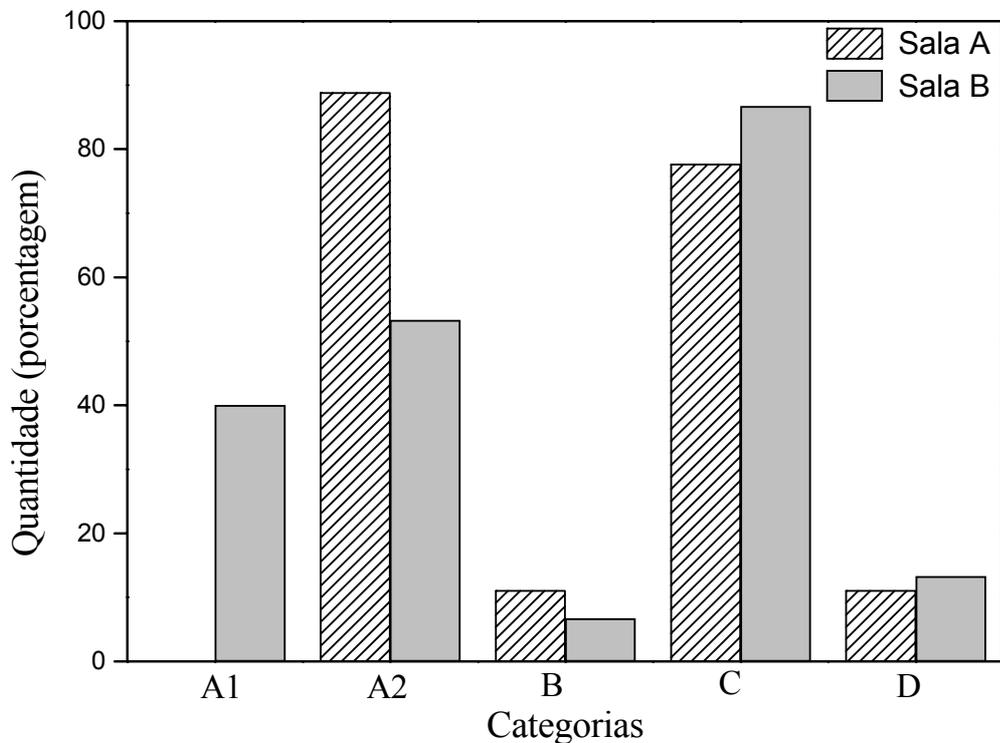


Figura 30: Categorias e subcategorias obtidas da análise dos mapas conceituais sobre Matéria.

Categoria A - Mapas que possuem todas as proposições corretas

A média de conceitos presentes nos mapas da sala A foi de 10,7, enquanto na sala B esta média foi de 15,6. Mesmo tendo todas as proposições corretas os mapas da subcategoria A2 foram considerados pouco elaborados em relação aos da A1, pois possuem uma menor quantidade de conceitos e proposições, o que indica uma menor compreensão de todos os conceitos abordados. As Figuras 32 e 33 ilustram mapas que se enquadram respectivamente na subcategoria A1 e A2.

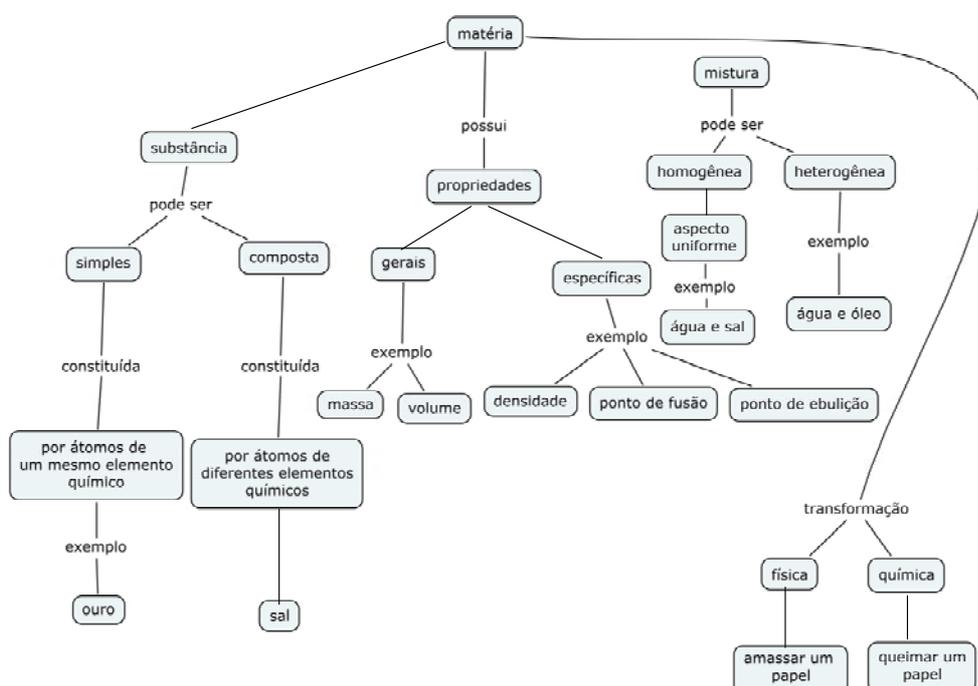


Figura 31: Mapa conceitual elaborado por Ap pertencente à subcategoria A1 por apresentar mais de dezesseis conceitos e na categoria C por ter exemplos dos conceitos.

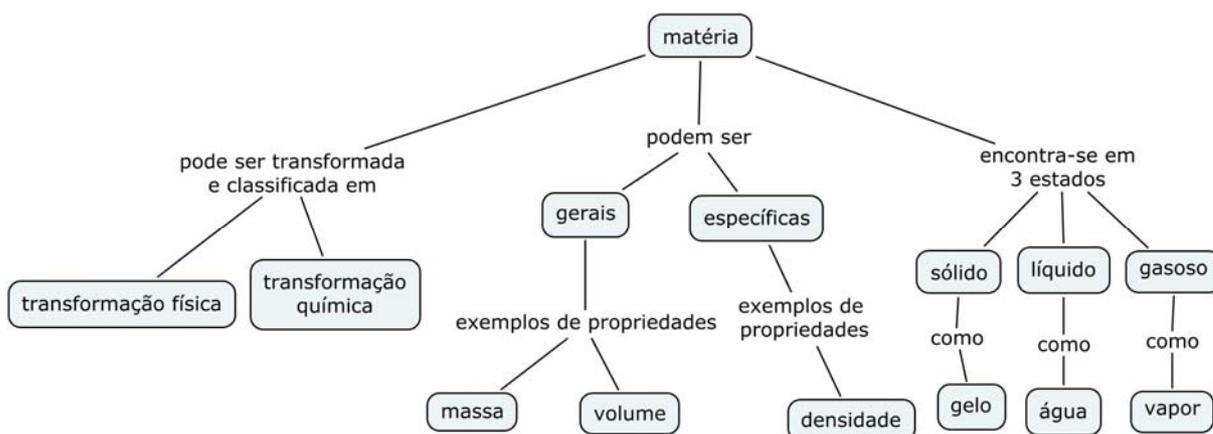


Figura 32: Mapa conceitual elaborado por Gb, pertencente à subcategoria A2 por apresentar menos de dezesseis conceitos e na categoria C por ter exemplos dos conceitos.

Categoria B – Mapas com relações errôneas entre os conceitos

Do total de mapas elaborados nas duas salas, somente dois apresentaram relações errôneas entre os conceitos, os quais estão ilustrados nas Figuras 34 e 35. No mapa da Figura 34 o conceito “volume” encontra-se subordinado a “massa”, sendo que estes dois conceitos, no caso, estão no mesmo nível hierárquico, e os conceitos da propriedade geral estão relacionados erroneamente aos da propriedades específicas e vice-versa. As relações errôneas presentes na Figura 35 ocorreram, pois o aluno não subordinou ao conceito matéria, os conceitos homogênea, heterogênea, e transformações.

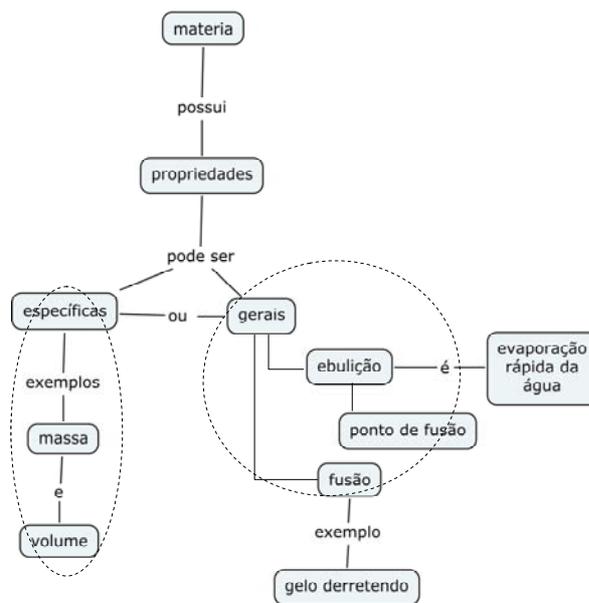


Figura 33: Mapa Conceitual elaborado por In, pertencente à categoria D, pois não relacionou os conceitos ebulição, ponto de fusão e fusão com o conceito “gerais”, e à categoria B por apresentar relação errônea entre os conceitos.

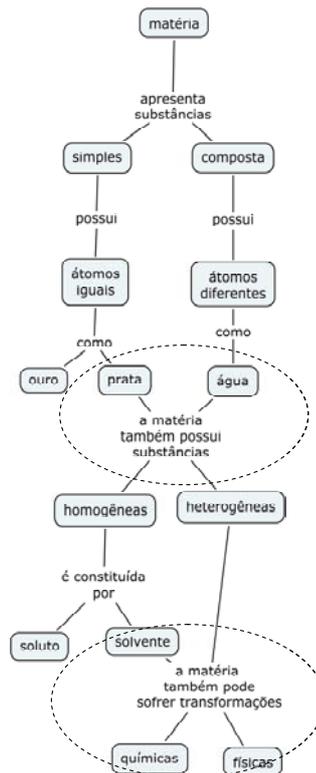


Figura 34: Mapa elaborado por Jn, pertencente a categoria B, por apresentar relações errôneas entre os conceitos.

Classificação dos conceitos presentes nos mapas

Os conceitos presentes nos mapas foram classificados em duas categorias sendo a de “conceitos básicos” (Tabela 25) e “conceitos outros” (Tabela 26). Observa-se que os alunos da sala B apresentaram uma quantidade maior de conceitos básicos em seus mapas. Já na sala A dez conceitos não foram mencionados em nenhum dos mapas, e os citados excetos para massa e volume estão, em geral, no primeiro e segundo nível de hierarquia, ou seja, são os conceitos mais gerais. Para facilitar a visualização da quantidade de conceitos apresentado, fez-se gráficos para cada seção presente no mapa de referência, os quais estão ilustrados nas Figuras 36, 37, 38, 39 e 40. As seções 1 e 2 para ambas as salas tiveram o maior índice de presença, e em todas as seções os níveis um e dois, em geral, foram os mais citados.

Tabela 25: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos apresentados nos mapas.

Conceitos básicos	Porcentagem	
	Sala A	Sala B
Matéria	100	100
Propriedades	66,7	86,7
Gerais	66,7	86,7
Massa	100	86,7
Volume	88,8	86,7
Específicas	55,5	86,7
Densidade	44,4	86,7
Ponto de fusão	55,5	26,7
Ponto de ebulição	66,7	26,7
Substância	66,7	93,3
Simples	77,7	93,3
Composta	77,7	93,3
Mistura	33,3	93,3
Homogênea	33,3	80
Saturada	-	6,7
Insaturada	-	6,7
Soluto	-	13,3
Solvente	-	13,3
Heterogênea	33,3	80
Transformação	22,2	80
Química	22,2	80
Combustão	-	13,3
Decomposição	-	13,3
Física	22,2	80
Evaporação	-	13,3
Fusão	11,1	20
Solidificação	-	13,3
Sublimação	-	13,3
Estados Físicos	-	6,7
Líquido	11,1	13,3
Sólido	11,1	13,3
Gasoso	11,1	13,3

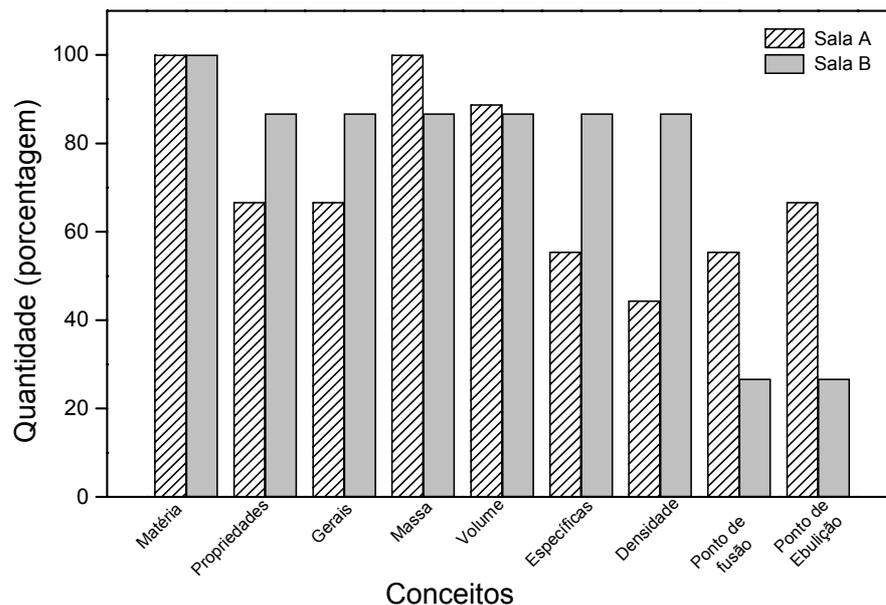


Figura 35: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos presentes na seção um do mapa de referência.

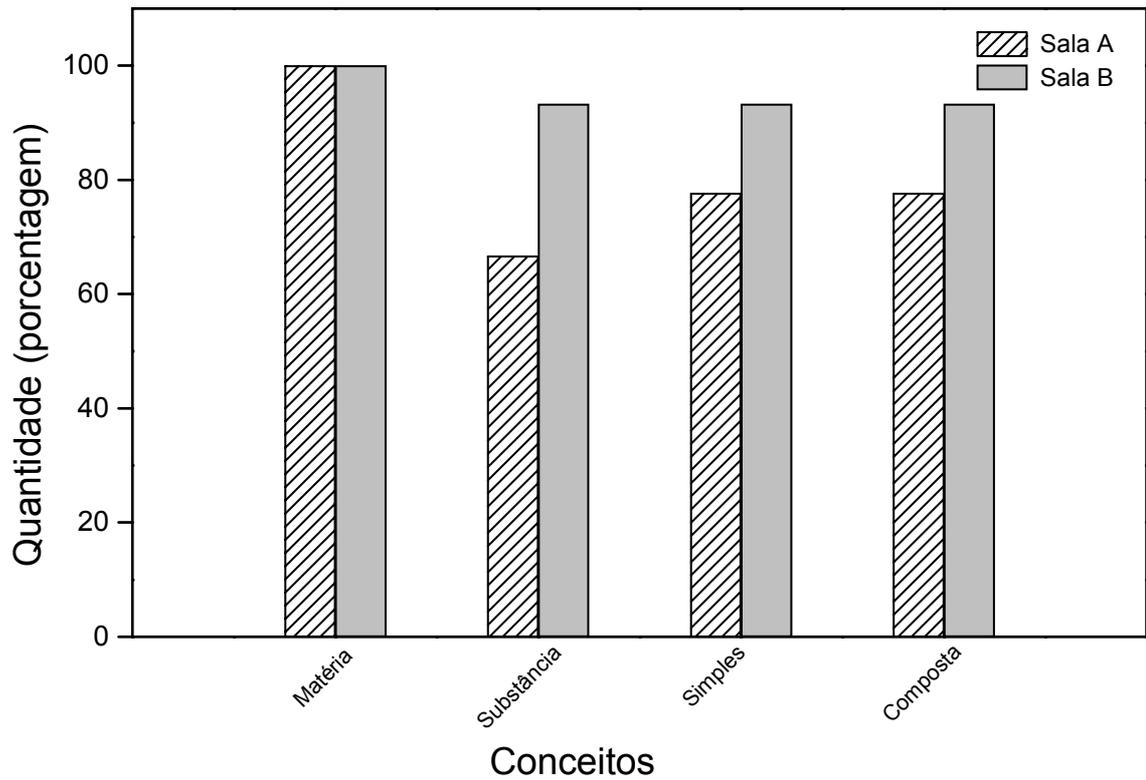


Figura 36: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos presentes na seção dois do mapa de referência.

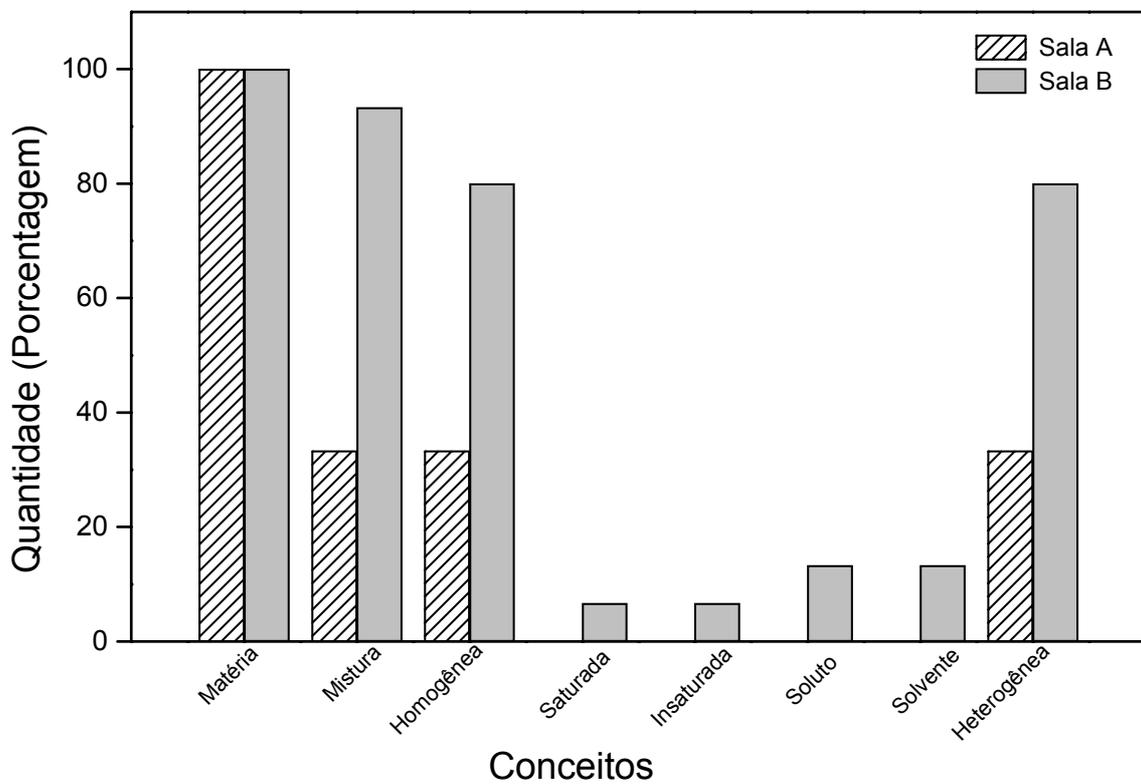


Figura 37: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos presentes na seção três do mapa de referência.

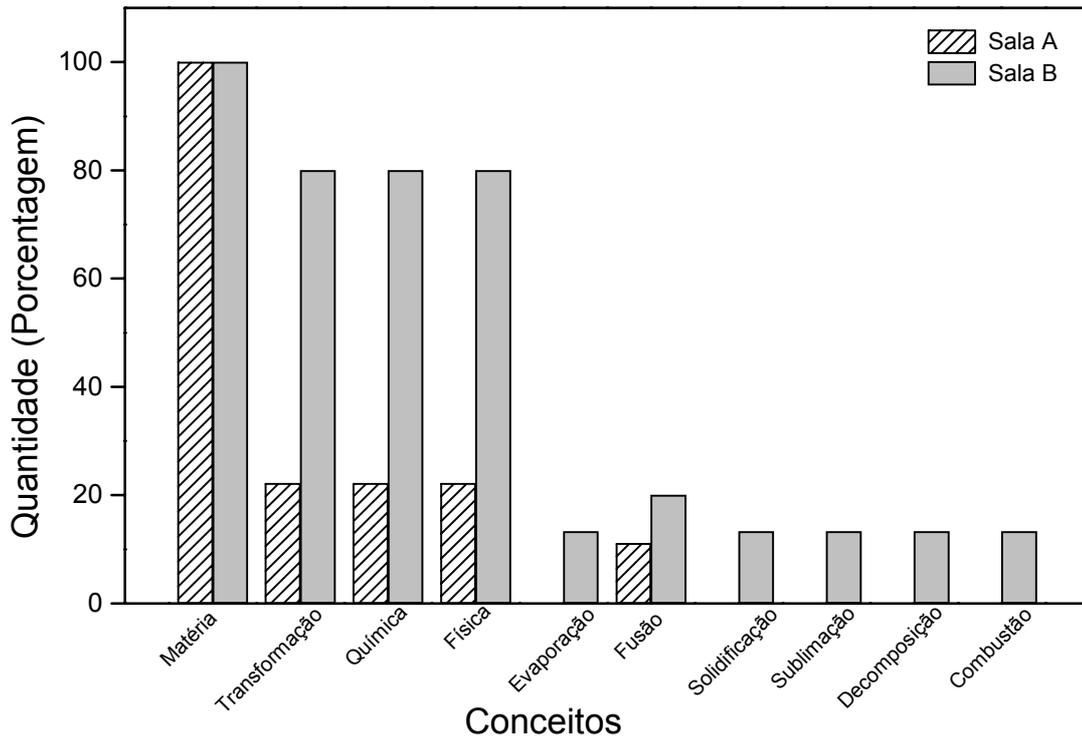


Figura 38: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos presentes na seção quatro do mapa de referência.

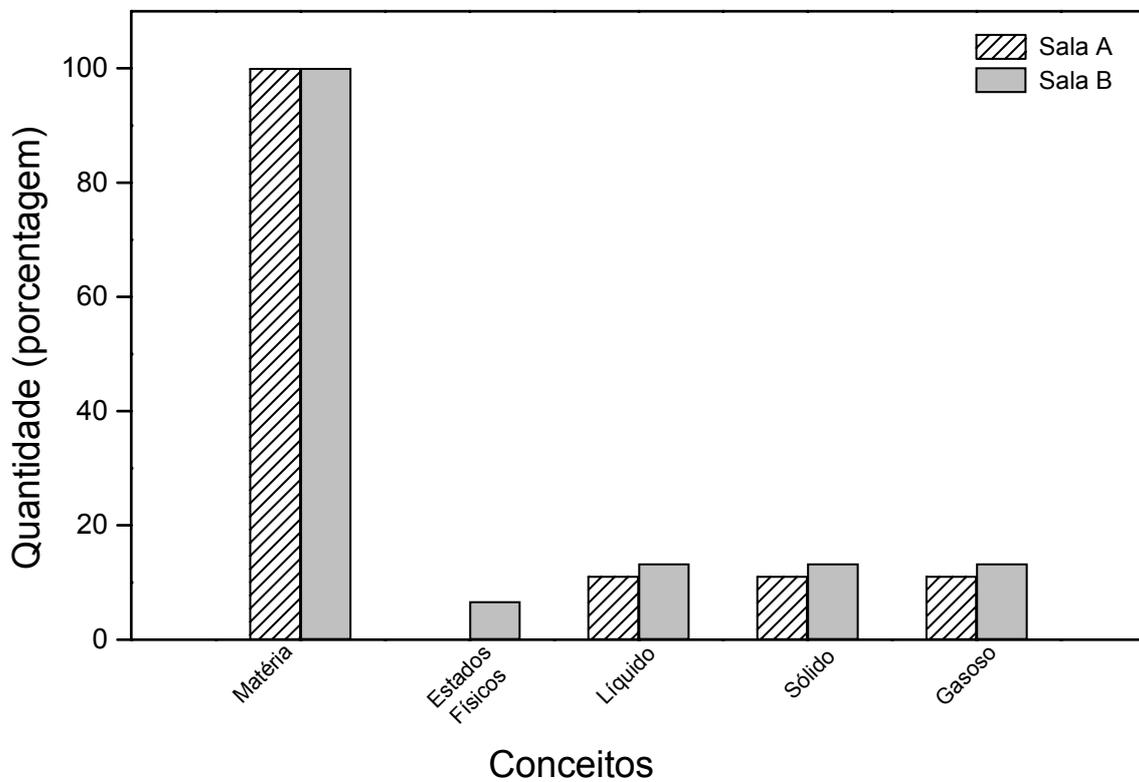


Figura 39: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos presentes na seção cinco do mapa de referência.

Os conceitos outros (Tabela 26) apresentados nos mapas são diversificados e possuem baixa frequência, devido a natureza idiossincrática da estrutura cognitiva de cada aluno. O fato dos alunos terem apresentados conceitos além dos básicos é um forte indício que as aulas, os materiais instrucionais, e a utilização dos mapas conceituais possibilitaram um ambiente favorável para que os alunos relacionassem os novos conceitos com os já existentes em sua estrutura cognitiva. Tal aspecto encontra-se em estreita harmonia com a teoria de aprendizagem significativa, a qual apresenta que um material de aprendizagem bem escrito e organizado pode auxiliar na aquisição e retenção significativa das idéias e informações através da modificação da estrutura cognitiva existente (AUSUBEL, 1980).

Tabela 26: Quantidade em porcentagem dos conceitos outros apresentados nos mapas.

Conceitos	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Morrer	11,1	-
Engordar	11,1	-
Peso do nosso corpo	11,1	-
Por átomos de um mesmo elemento químico	11,1	-
Por átomos de diferentes elementos químicos	11,1	-
Aspecto uniforme	11,1	-
Corpo humano	11,1	-
Átomos iguais	-	6,7
Átomos diferentes	-	6,7
Tem um só tipo de matéria	-	13,3
Tem dois ou mais tipos de matéria	-	13,3
Átomos de um mesmo elemento	-	33,3
Átomos de diferentes elementos químicos	-	33,3
Mesma substância	-	13,3
Diferente substância	-	13,3
Não há alteração	-	6,7
Há alteração	-	6,7

Categoria C – Mapas que possuem exemplos dos conceitos

Os exemplos (Tabela 27) estavam em geral na base do mapa. Na sala A os exemplos estavam distribuídos entre os conceitos Substância simples, Substância composta, Mistura homogênea, Mistura heterogênea, Fusão, Transformação, Transformação Física e Transformação Química, conceitos estes presentes, em sua maioria, no primeiro e segundo nível de hierarquia do mapa de referência. Na sala B os exemplos apresentados estavam distribuídos em todos os níveis de hierarquia do mapa de referência, sendo os conceitos substâncias simples e composta os que tiveram uma maior quantidade de exemplos.

A elaboração de mapas com exemplos é um indicio da compreensão dos alunos sobre o tema abordado, pois os exemplos elucidam o significado do conceito. As Figuras 41 e 42 ilustram mapas em que os alunos adicionaram exemplos dos conceitos.

Tabela 27: Quantidade em porcentagem dos exemplos dados para cada conceito.

Conceitos	Exemplos	Quantidade (%)	
		Sala A	Sala B
Substância simples	ouro	22,2	66,7
	ouro puro	-	6,7
	prata puro	-	6,7
	prata	-	6,7
Substância composta	sal	11,1	-
	água	11,1	66,7
Mistura homogênea	açúcar na água	-	20
	água e sal	22,2	-
Mistura heterogênea	óleo e água	11,1	26,7
	arroz e feijão	22,2	-
Massa	massa do corpo humano	11,1	-
Volume	cobre	11,1	-
Transformação Física	amassar um papel	22,2	-
Transformação Química	queima de uma vela	-	6,7
	queimar um papel	11,1	-
	queimar algo	11,1	-
Transformação	morrer	11,1	-
	engordar	11,1	-
Fusão	gelo derretendo	22,2	13,3
Solidificação	quando a água congela	-	13,3
Vaporização	água que evapora da roupa no varal	-	6,7
	quando a água evapora	-	6,7
Sublimação	naftalina	-	13,3
	quando o sólido evapora	-	6,7
Combustão	papel queimando	-	6,7
Decomposição	alimento apodrecendo	-	6,7
	elétrica	-	6,7
Estado sólido	gelo	-	6,7
Estado líquido	água	-	6,7
Estado gasoso	vapor	-	6,7

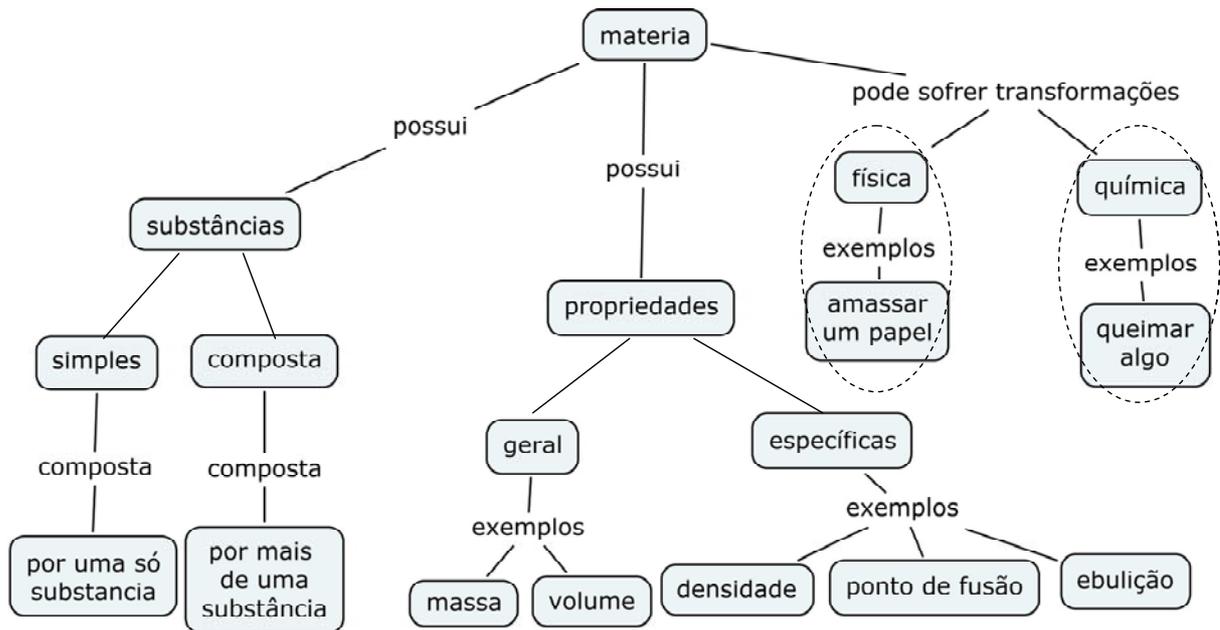


Figura 40: Mapa Conceitual elaborado por Mm pertencente à categoria C, por apresentar exemplo para os conceitos transformação física e química, e na categoria A1 por apresentar dezesseis conceitos e todas as proposições corretas.

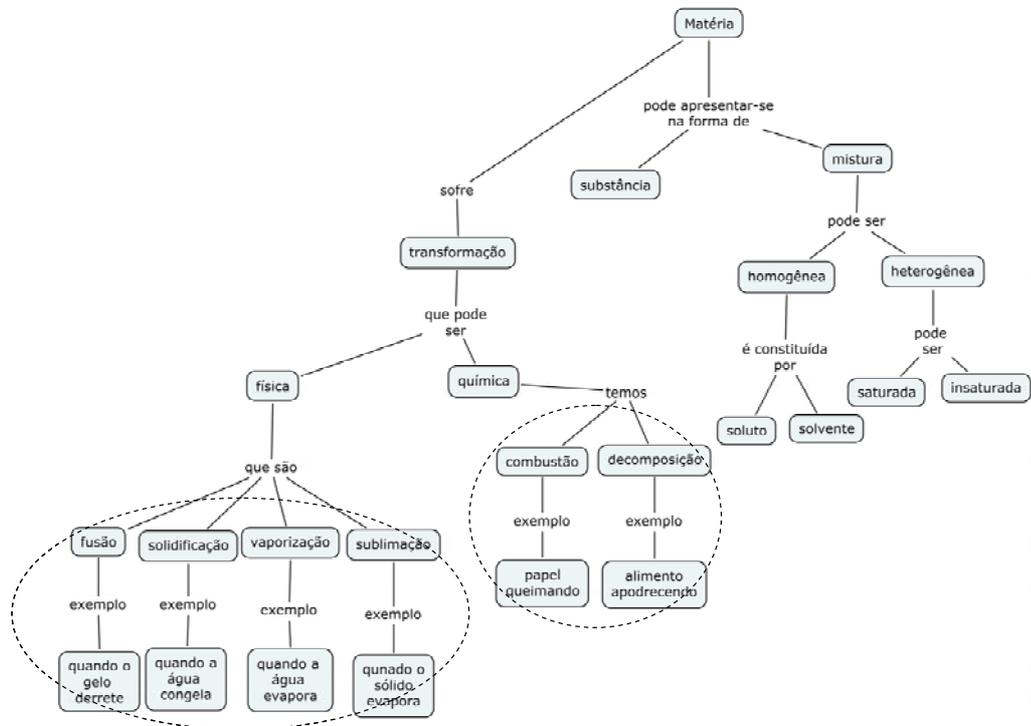


Figura 41: Mapa Conceitual elaborado por G1 enquadrado na categoria C por apresentar exemplos dos conceitos fusão, solidificação, vaporização, sublimação, combustão e decomposição, e na categoria A1 por ter mais de dezesseis conceitos e todas as proposições corretas.

Categoria D – Mapas com ausência de relação entre os conceitos

Na categoria D foi enquadrado um mapa da sala A (Figura 43) e dois da sala B (Figuras 44 e 45). Para os três casos a falta de ligação entre os conceitos não invalidou a hierárquica conceitual do mapa, pois mesmo sem as palavras de ligação foi possível identificar qual a relação entre os conceitos que os alunos queriam expressar, pois no caso a pesquisadora estava familiarizada com a aprendizagem concernentes ao mapa conceitual.

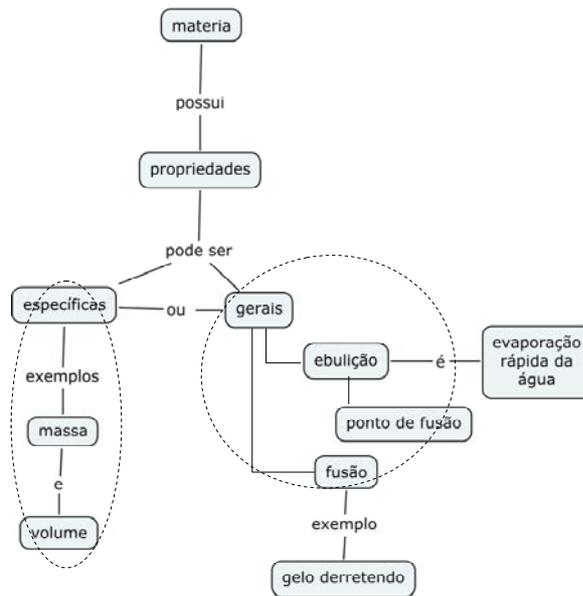


Figura 42: Mapa Conceitual elaborado por In, pertencente à categoria D, pois não relacionou os conceitos ebulição, ponto de fusão e fusão com o conceito “gerais”, e à categoria B por apresentar relação errônea entre os conceitos específicas, massa e volume, e os conceitos gerais, ponto de fusão, ebulição e fusão.

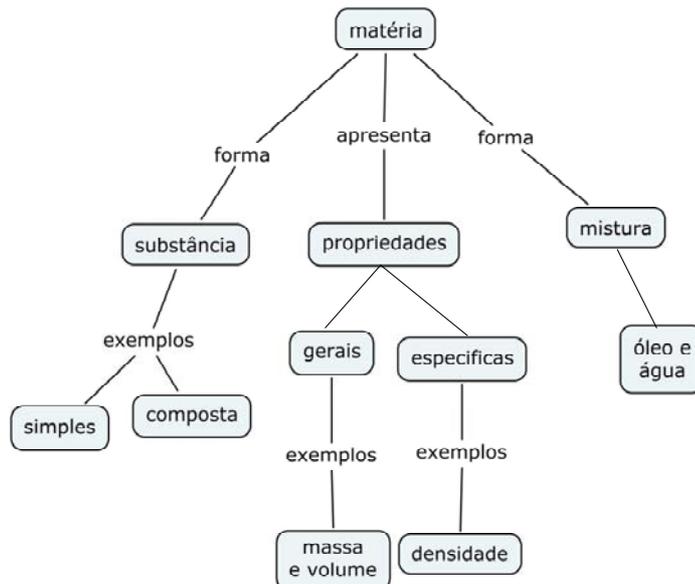


Figura 43: Mapa elaborado por Ja pertencente à categoria D, por não ter relacionado o conceito mistura com “óleo e água”, e gerais e específicas com propriedades, e na categoria A2, por apresentar menos de dezesseis conceitos.

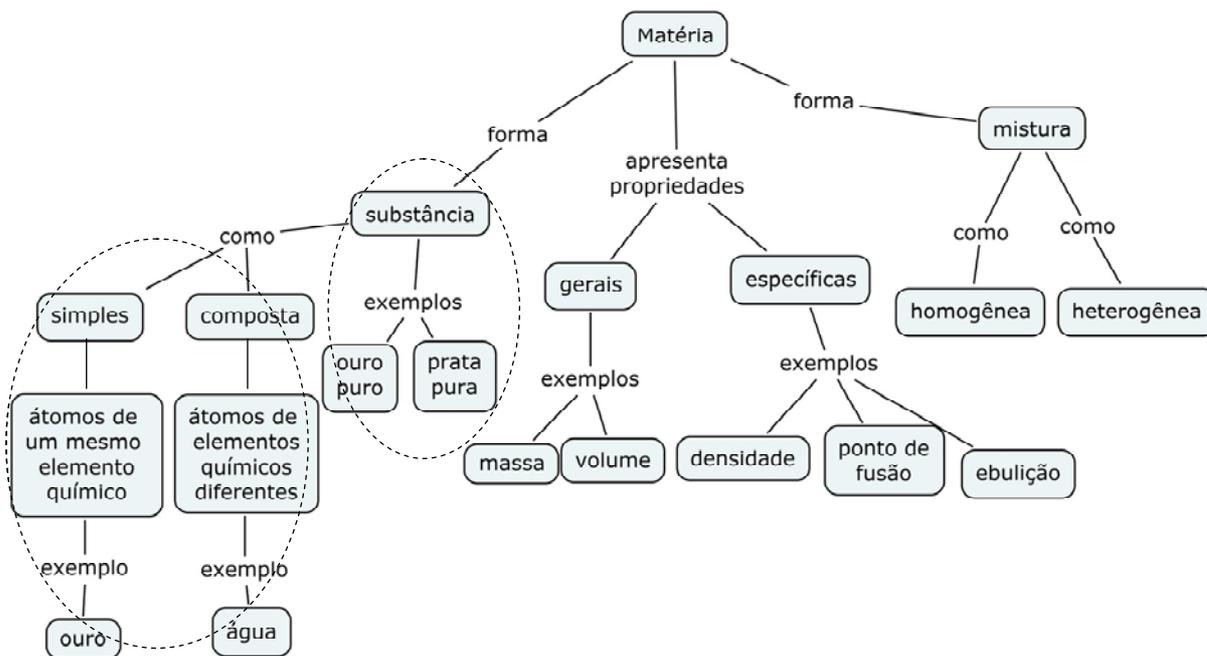


Figura 44: Mapa Conceitual elaborado por W1 pertencente à categoria D por não ter relacionado os conceitos simples com “átomos de um mesmo elemento químico” e composta com “átomos de elementos químicos diferentes”, na categoria C por ter exemplos, e em A1, por ter mais de dezesseis conceitos.

4.4.2. Níveis de Hierarquia dos mapas

Dos vinte e quatro mapas elaborados vinte e dois tinham os conceitos mais gerais na parte superior do mapa e os específicos distribuídos nos níveis hierárquicos abaixo, seguindo assim o princípio da diferenciação progressiva dos conceitos. Os mapas que não seguiram este princípio foram os que estavam presentes na categoria B (mapas com relações errôneas entre os conceitos). Para analisar os níveis de hierarquia dos mapas foram consideradas cinco seções (Tabela 28), sendo cada uma delas subordinadas ao conceito Matéria. Das seções as mais utilizadas pelos alunos tanto da sala A como da B foram a 1 e 2. As seções 3 e 4 tiveram uma maior frequência nos mapas da sala B, e a seção 5 em que estavam representados os estados sólido, líquido e gasoso da matéria teve uma porcentagem inferior a 15% para ambas as salas.

Tabela 28: Quantidade em porcentagem das relações encontradas nos mapas sobre o tema Matéria e suas propriedades conforme o mapa de referência.

		Quantidade (%)	
Seção 1	Relação	Sala A	Sala B
Primeiro nível	Matéria - propriedades	77,7	86,7
Segundo nível	Propriedades – gerais	66,6	86,7
	Propriedades - específicas	66,6	86,7
Terceiro nível	Gerais - massa	55,5	86,7
	Gerais - volume	55,5	86,7
	Específicas - densidade	44,4	86,7
	Específicas - ponto de fusão	44,4	26,7
	Específicas - ponto de ebulição	44,4	26,7
Seção 2			
Primeiro nível	matéria- substâncias	66,6	93,3
Segundo nível	substâncias- simples	77,7	93,3
	substâncias- composta	77,7	93,3
Seção 3			
Primeiro nível	matéria- misturas	33,3	86,7
Segundo nível	misturas – homogêneas	33,3	73,3
Terceiro nível	misturas- heterogêneas	33,3	73,3
	homogêneas- saturada	-	-
	homogêneas- insaturada	-	-
	homogêneas- soluto	-	13,3
	homogêneas- solvente	-	13,3
Seção 4			
Primeiro nível	matéria- transformação	22,2	80
Segundo nível	transformação – química	22,2	80
	transformação- física	22,2	80
	química- combustão	-	13,3
Terceiro nível	química-decomposição	-	13,3
	física- sublimação.	-	-
	física- solidificação	-	6,7
	física – evaporação	-	6,7
	física- fusão	-	6,7
	Seção 5		
Primeiro nível	matéria- estados físicos	11,1	13,3
Segundo nível	estados físicos- sólido	11,1	13,3
	estados físicos- líquido	11,1	13,3
	estados físicos- gasoso	11,1	13,3

Com o mapa conceitual foi possível identificar os conceitos sobre o tema matéria que os alunos melhor compreenderam e aqueles em que os alunos não possuem muito conhecimento, sendo estes últimos em geral relacionados aos estados físicos da matéria, a alguns tipos de transformações físicas e químicas e a constituição das misturas homogêneas.

Pelos mapas também foi possível identificar que os alunos relacionaram os novos conceitos com os já existentes na sua estrutura cognitiva, o que é um indício que as aulas, os materiais instrucionais e os mapas possibilitaram um ambiente favorável para tal relacionamento.

As duas salas apresentaram exemplos dos conceitos, o que evidencia a compreensão dos alunos sobre o tema abordado, pois exemplos elucidam o significado dos conceitos. Na sala A os exemplos estavam em sua maioria distribuídos entre o primeiro e segundo nível de hierarquia do mapa de referência, já na sala B os exemplos estavam distribuídos em todos os níveis.

4.5. Módulo – “Transformações físicas e químicas na produção de cerâmica”

4.5.1. Experimentos

Dois experimentos foram realizados com os alunos a fim de trabalhar as transformações físicas e químicas que ocorrem na argila durante o processo de fabricação de uma cerâmica. No primeiro experimento foi abordado o processo de retração e alteração de cor das peças de argila, e no segundo trabalhamos em como a temperatura de queima em que as peças de argila são submetidas influenciam na quantidade de água que esta absorve, e qual a relação da absorção de água com a qualidade da peça.

Experimento: Retração das peças de argila

Neste experimento os alunos, em grupo, sendo dois da sala A e seis da sala B, fizeram tijolos de argila, utilizando um molde, e deixaram secar durante três dias a temperatura ambiente, sendo calculado a cada dia o volume da peça. Após este período os grupos socializaram os resultados com os demais colegas da sala e discussões foram realizadas a fim de uma melhor compreensão dos resultados e esclarecimentos das transformações envolvidas.

O momento de socialização dos resultados foi muito importante, pois proporcionou discussões muito ricas, como a que ocorreu na sala B, em que um grupo apresentou um valor de volume maior do que o inicial da peça, sendo discutido com os alunos a validade deste dado e os possíveis motivos para se ter obtido tal valor. Com a socialização dos resultados foi possível também discutir com os alunos de que a diferença dos dados entre os grupos está relacionada ao local onde a peça foi colocada para secar, a fatores climáticos e a quantidade

de água utilizada no processo de moldagem. Os itens abaixo apresentam trechos retirados dos relatórios, e mostram as discussões apresentadas pelos alunos.

Trechos retirados dos relatórios da sala A

“... discutimos pelos resultados que com o tempo e com a temperatura a peça de argila se retrai, mas depois ela conserva seu tamanho e não diminui mais.”

“... com o tempo o tijolo vai diminuindo até que chega num ponto que não pode diminuir mais.”

Trechos retirados dos relatórios da sala B

“... aprendemos que após a moldagem a argila diminui bastante de tamanho conforme a secagem.”

“... a argila diminui por causa da eliminação da água, retraindo a peça.”

“... todos os bloquinhos diminuíram, uns mais e outros menos, pois foram secos em lugares diferentes...”

“... depois de um certo tempo a água que está dentro da argila evapora, fazendo com que ela diminua.”

“... Para uma indústria é necessário saber o quanto a argila retrair, para ter o mesmo tamanho do produto.”

“... a argila tem todo um processo de retração, portanto se quisermos fazer uma peça de um certo tamanho, devemos saber o quanto ela vai retrair após ser retirada do molde. E assim fazer um molde de um tamanho maior.”

Pelas observações feitas em sala de aula e análise dos relatórios observa-se que os alunos captaram as informações importantes que se desejava transmitir com este experimento,

o qual era mostrar que a argila sofre retração durante o processo de secagem a temperatura ambiente, que a variação do volume é decorrente da eliminação de água, e que a peça tem sua cor alterada durante o processo de secagem. Observa-se também a compreensão dos alunos de que a diferença dos valores de volume depende de fatores como o local onde a peça é colocada para secar, das condições climáticas, e da quantidade de água utilizada para a moldagem da peça, e assimilaram a importância de se saber o quanto uma peça pode diminuir de tamanho, pois em certos materiais, como piso, azulejos as peças de um mesmo lote precisam ser padronizadas.

Experimento: Influência da temperatura de queima das peças na absorção de água

Neste experimento foi trabalhado com os alunos a relação que há entre a absorção de água pela peça de argila com a sua temperatura de queima, e sua relação com a qualidade da peça. Neste experimento também foi trabalhado com os alunos que quando a peça de argila é queimada a diferentes temperaturas há alteração de cor e de volume, e que na faixa de temperatura de 300-400° C há eliminação de matéria orgânica, a qual pode ser visualizada por manchas escuras nas peças queimadas a estas temperaturas. Para isto foi utilizado os mostruários dos tijolos tanto da argila vermelha como branca. Foram elaborados seis relatórios na sala A e cinco na B, os itens abaixo apresentam trechos retirados dos relatórios.

Trechos retirados dos relatórios da sala A

“Quanto mais aquecido os pedaços de argila, menos água elas absorvem. Os de temperatura ambiente e o de 100° se desfazem. O de 500°, por não ter sido aquecido por uma temperatura elevadíssima, absorve uma pequena quantidade de água e soltou bolhas. O de 900° ficou intacto pois foi aquecido a alta temperatura.”

“ A conclusão foi que quanto maior a temperatura é maior a resistência.”

“Concluimos que quanto mais queimada é a peça menos ela se dissolve.”

“ É importante saber no dia-a-dia, pois se formos usar a argila como potes ou jarros, é preciso saber como elas interagem com a água, e saber a que temperatura é suficiente para que a peça fique forte, pois quanto mais quente a argila é aquecida, mais forte ela fica.”

“Quanto maior a temperatura que for queimada as peças de argila, maior será a sua resistência à umidade.”

“Quanto maior a temperatura de queima mais resistente o tijolo fica.”

Trechos retirados dos relatórios da sala B

“A conclusão é que quanto mais alta a temperatura, mais intacto sem dissolver fica a argila.”

“A temperatura mais alta ajuda na resistência e não absorve a água, ela é melhor para ser usada pois não dissolve na água.”

“... quanto maior a temperatura de secagem mais consistente a peça fica.”

“Quanto maior o grau de temperatura as peças de argila forem secas mais resistentes a água elas ficam. É importante saber disso porque quando eu for tentar fazer uma eu esquento bem.”

“As peças verde e de 100°C se dissolveram, e a de 500°C e 900° não se dissolveram por causa da temperatura. Não devemos fazer telhas abaixo de 100°C só acima de 500°C.”

Neste experimento os alunos chegaram a conclusão que quanto maior a temperatura de queima a que a peça de argila é submetida menos água ela absorve e mais resistente fica. Com isso perceberam a importância da temperatura de queima no processo de produção de determinados materiais, como telhas, tijolos e vasos. Pelos resultados obtidos tem-se que os experimentos foram instrumentos eficazes para discutir as transformações físicas e químicas que ocorrem no material argila, sendo a eliminação de matéria orgânica, a resistência mecânica dos materiais, alteração na cor das peças, a retração linear das peças e a perda de massa.

4.5.2. Mapas conceituais sobre as transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica.

Foram elaborados neste módulo doze mapas na sala A e treze da sala B, sendo que do total dezesseis tinham “argila” como conceito de maior hierarquia e nove o conceito “transformações”. Esta diferença da escolha dos conceitos ocorreu, pois a pesquisadora pediu aos alunos para elaborarem mapas sobre as transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica, não mencionando assim um conceito de maior nível hierárquico. Sendo este nível determinado pelos alunos conforme seus próprios critérios. As Figuras 46 e 47 ilustram respectivamente exemplos de mapas com estes conceitos no topo do mapa.



Figura 45: Mapa elaborado por An, em que o conceito de maior nível hierárquico é argila.

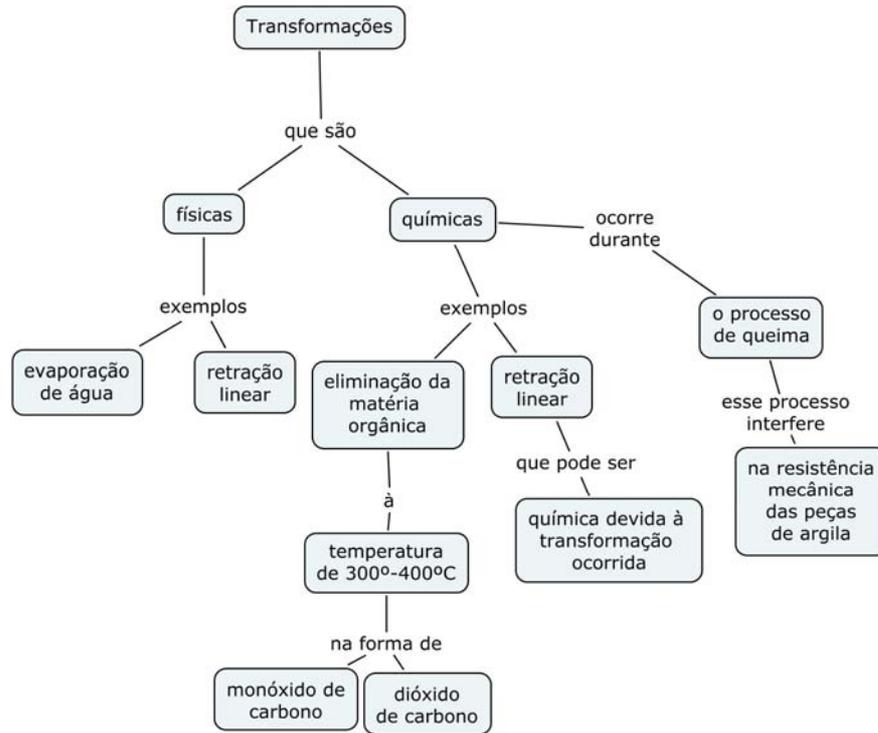


Figura 46: Mapa elaborado por Dn, em que o conceito de maior nível hierárquico é “transformações”.

Classificação dos mapas

A análise das relações apresentadas nos mapas possibilitou a criação de quatro categorias para classificá-los, sendo A, B, C e D. A quantidade de mapas enquadrados em cada categoria está descrito na Tabela 29 e ilustrado no gráfico da Figura 48. Observa-se que para este módulo os alunos da sala A fizeram mapas mais elaborados quando comparados aos da sala B, pois os mapas da sala A tiveram o maior número de proposições válidas além de apresentarem exemplos.

A) categoria dos mapas em que todas as proposições apresentadas estão corretas, dividida nas subcategorias, (A1) mapas que possuem seis ou mais conceitos e (A2) mapas com menos de seis conceitos (a quantia seis foi escolhida por se tratar da metade do número de conceitos presentes no mapa de referência);

B) mapas que apresentam relações errôneas entre os conceitos;

C) mapas que apresentaram exemplos dos conceitos e

D) mapas que não colocaram palavras de ligação para relacionar alguns conceitos.

Tabela 29: Categorias e subcategorias obtidas da análise dos mapas conceituais elaborados no módulo “transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica”.

Categorias	Subcategorias	Quantidade (%)	
		Sala A	Sala B
A - mapas em que todas as proposições apresentadas estão corretas.	A1) mapas que possuem seis ou mais conceitos	91,7	69,2
	A2) mapas com menos de seis conceitos	-	7,7
B- mapas que apresentam relações errôneas entre os conceitos		8,3	23,1
C- mapas que apresentam exemplos dos conceitos.		16,7	15,4
D- mapas que não colocaram palavras de ligação para relacionar alguns conceitos		25	15,4

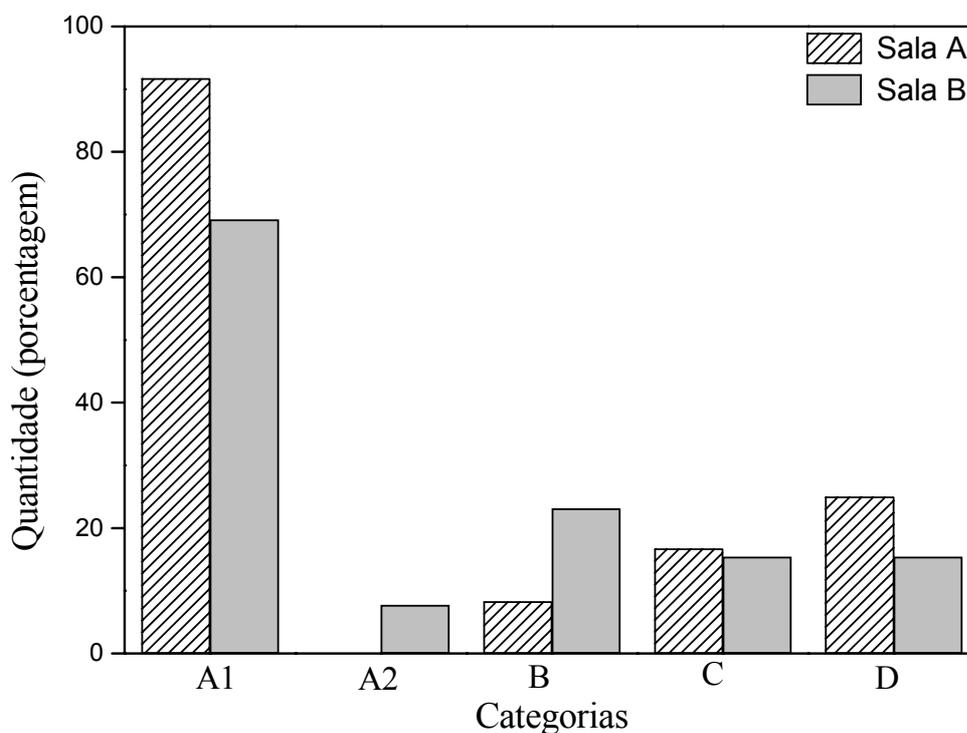


Figura 47: Quantidade em porcentagem das categorias e subcategorias obtidas da análise dos mapas conceituais sobre matéria.

Categoria A- Mapas que possuem todas as proposições corretas

O máximo de conceitos apresentados nos mapas foi de quatorze para ambas as salas. O mapa da subcategoria A2 é pouco elaborado quando comparado aos da A1, o que indica uma menor compreensão do aluno em relação a todos os conceitos abordados. As Figuras 49, 50, 51 e 52 ilustram mapas enquadrados na subcategoria A1, e a Figura 53 o único mapa

enquadrado na subcategoria A2. Este, mesmo tendo todas as proposições apresentadas corretas, é considerado pouco elaborado, pois apresenta somente cinco conceitos e uma proposição relacionada à transformação que ocorre na produção de cerâmica.



Figura 48: Mapa elaborado por Mm e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.

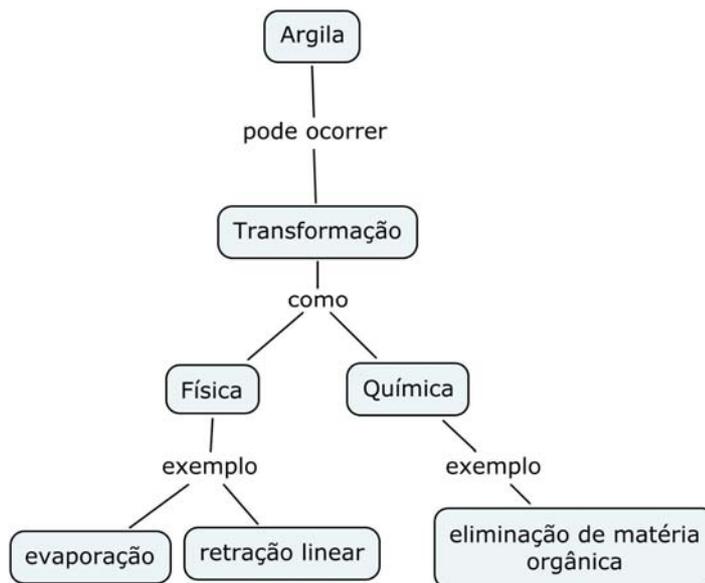


Figura 49: Mapa elaborado por Gb e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.

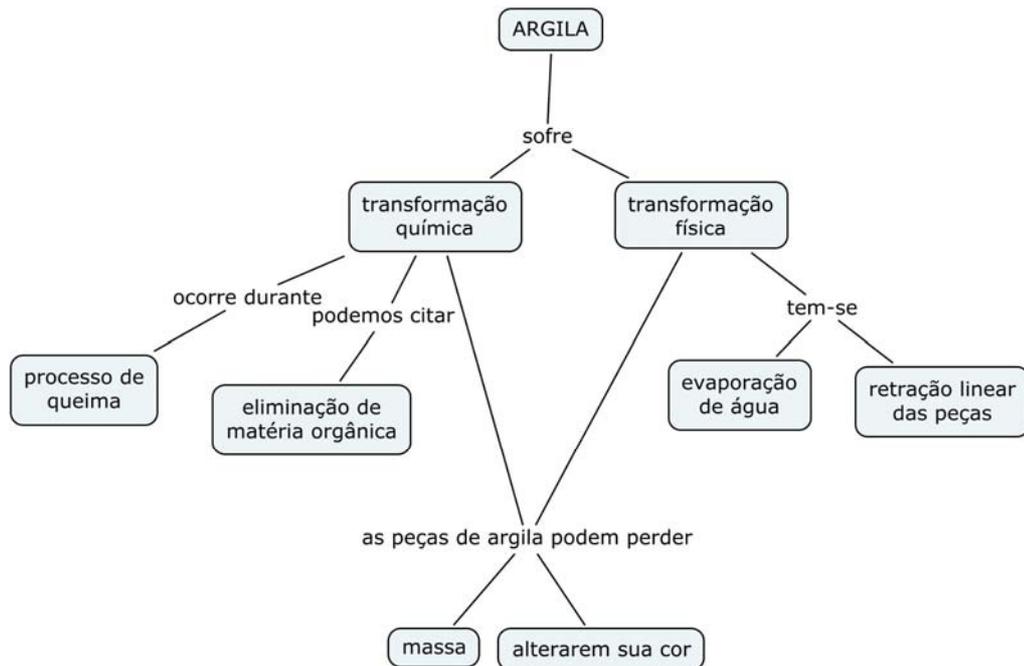


Figura 50: Mapa elaborado por AI e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.

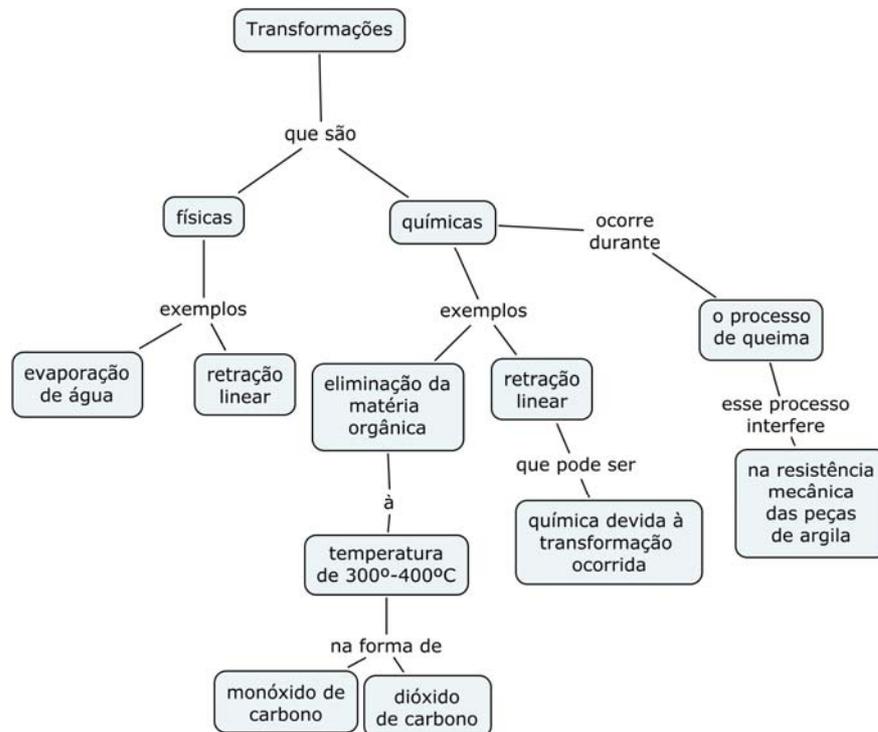


Figura 51: Mapa elaborado por Dn e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.

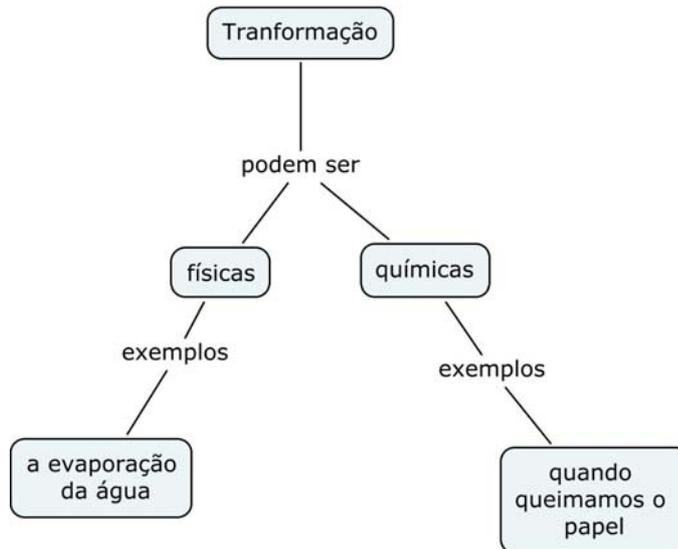


Figura 52: Mapa elaborado por As e pertencente a subcategoria A2 por ter menos de seis conceitos e todas as proposições corretas.

Classificação dos conceitos presentes nos mapas

A porcentagem de cada conceito básico presente nos mapas está descrito na Tabela 30 e ilustrado no gráfico da Figura 54. Pelos dados observa-se que os alunos da sala B apresentaram uma quantidade maior de conceitos básicos em seus mapas. Os conceitos que tiveram a menor porcentagem de presença, sendo para sala A frequência nula, foram “produção de cerâmica”, “alteração na cor das peças” e “perda de massa”.

O conceito “alteração na cor das peças” foi trabalhado no experimento com os alunos através dos mostruários dos tijolos e por observações da mudança na coloração dos tijolos feitos no experimento de retração. No entanto, observa-se que estas estratégias não foram suficientes para que os alunos compreendessem e externalizassem este conceito. O mesmo fato ocorreu com o conceito “perda de massa”, o qual não foi diretamente trabalhado com os alunos, por falta de balança para realizar as medidas. Com este resultado observa-se que, em geral, os conceitos trabalhados diretamente pelos alunos nos experimentos foram os mais citados em seus mapas. No entanto, um fato interessante ocorreu, pois mesmo os alunos não fazendo experimentos sobre a eliminação da matéria orgânica, mas apenas observando nos mostruários as manchas escuras nas peças queimadas a 300 e 400°C, decorrente da eliminação deste material, este conceito esteve presente em mais de 50% dos mapas de ambas as salas.

Tabela 30: Quantidade em porcentagem dos conceitos básicos apresentados nos mapas.

Conceitos básicos	Quantidade (porcentagem)	
	Sala A	Sala B
Produção de cerâmica	-	7,7
Transformação Física	83,3	100
Transformação Química	83,3	100
Evaporação da água	66,7	84,6
Retração linear das peças	75	53,8
Alteração na cor das peças	-	30,8
Perda de massa	-	23,1
Processo de queima	33,3	46,1
Resistência mecânica das peças	58,3	15,4
Eliminação da matéria orgânica	58,3	53,8
Monóxido de carbono	16,7	15,4
Dióxido de carbono	16,7	15,4

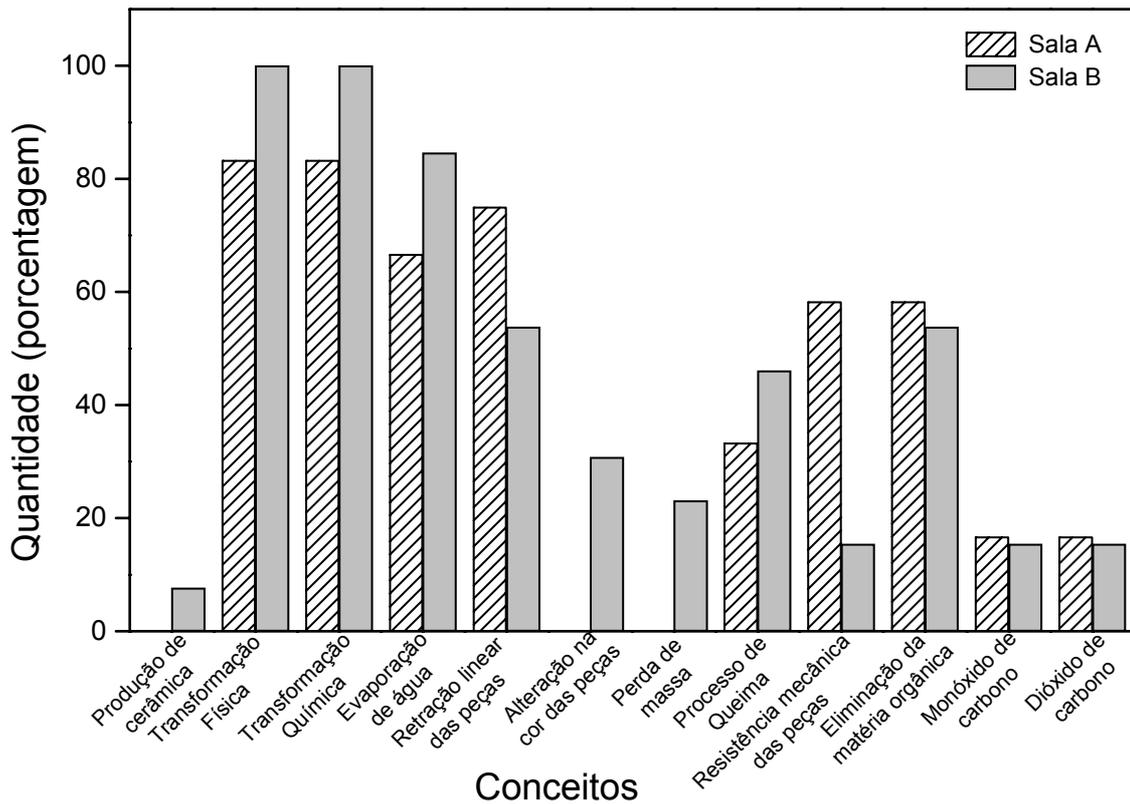


Figura 53: Quantidade em porcentagem de presença dos conceitos básicos presentes nos mapas da sala A e B.

Na Tabela 31 estão apresentados todos os conceitos da categoria “conceitos outros”, dos quais a maioria está relacionada aos experimentos realizados. Isto demonstra que as aulas experimentais quando elaboradas de maneira que o material é potencialmente significativo e

dentro de um contexto bem estruturado, possibilita aos alunos um ambiente propício a aprendizagem significativa, como prevê Ausubel (1980).

Tabela 31: Quantidade em porcentagem dos conceitos da categoria “conceitos outros” apresentados nos mapas.

Conceitos	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Argila	50	84,6
Solidificação	8,3	-
Temperatura de 300-400°C	16,7	7,7
Com a água	8,3	-
Ebulição	8,3	-
Do ambiente	8,3	-
Do tempo	8,3	-
Do calor	8,3	-
Temperatura ambiente	8,3	15,4
100°C	16,7	-
500°C	16,7	-
900°C	16,7	-
Tempo	8,3	-
Uma ótima peça	8,3	-
Estrutura da molécula sofre mutação	8,3	-
Estrutura da molécula não é modificada	8,3	-
Saber o tamanho e o peso final da peça	8,3	-
De escura para mais clara	16,7	-
Secar	-	7,7
Desmanche da peça	16,7	-
À verde	16,7	-
Temperaturas altas ou baixas	-	15,4
Cinza	-	7,7
Branca	-	7,7
Extração	-	30,8
Beneficiamento	-	30,8
Homogeneização	-	30,8
Moldagem da argila	-	23,1
Secagem das peças	-	7,7
Aquecida	8,3	-
Homogeneização	-	15,4
Rocha	8,3	7,7
Minerais	8,3	7,7
Sal	8,3	7,7
Material orgânico	8,3	7,7
Areia	8,3	7,7
Secagem a 900°C quando ela começa a soltar o carbono que existia na matéria orgânica da argila.	-	7,7
Processos	-	7,7

Categoria B – Mapas com relações errôneas entre os conceitos

Ao todo foram identificados quatro mapas com relações errôneas entre os conceitos os quais estão ilustrados nas Figuras 55, 56, 57 e 58. Os erros apresentados nos quatro mapas foram decorrentes dos alunos terem subordinados conceitos, que pertenciam ao mesmo nível hierárquico, gerando assim uma relação incorreta. Estes erros podem ter acontecidos por falta de atenção dos alunos, ou ao fato deles não terem claro, que não basta apenas relacionar os conceitos, mas que esta relação precisa ser significativa. Porém mesmo com a presença destes erros foi possível verificar que os alunos em sua maioria estavam estruturando o conhecimento de forma correta.

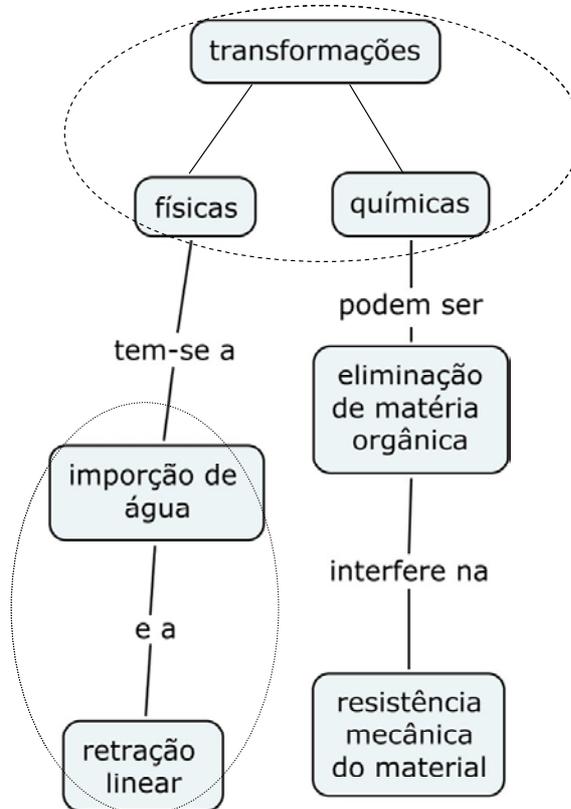


Figura 54: Mapa elaborado por Pm, pertencente a categoria B, pois apresenta relação errônea entre os conceitos “evaporação de água” e “retração linear” .

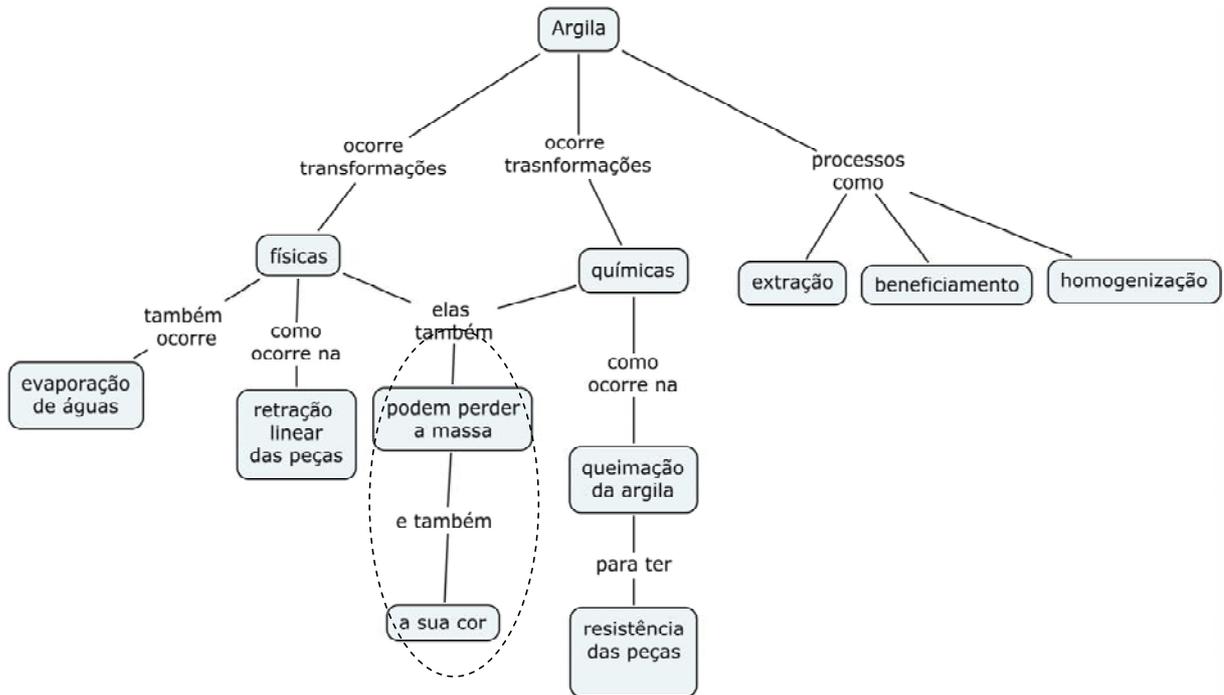


Figura 55: Mapa elaborado por Rf, pertencente a categoria B, pois apresenta relação errônea entre os conceitos “podem perder a massa” e “a sua cor”.

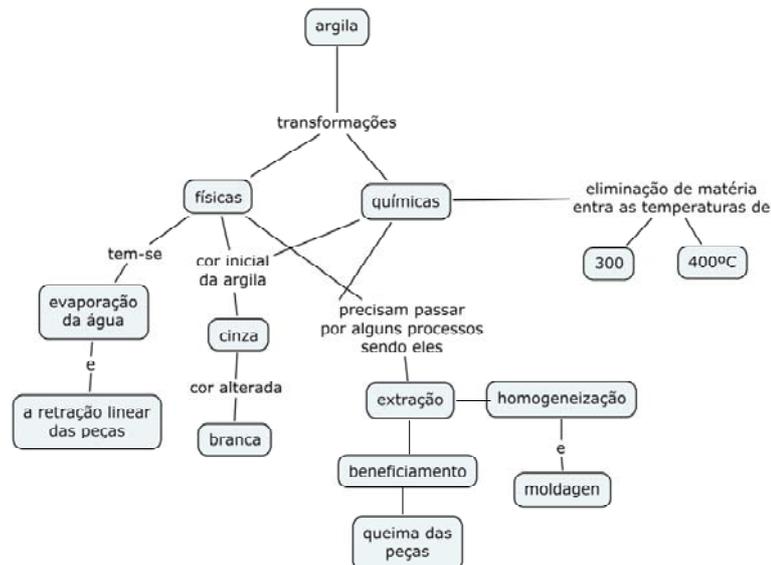


Figura 56: Mapa elaborado por Av, pertencente nas categorias B por apresentar relação errônea entre os conceitos “evaporação de água” e “a retração linear das peças” e entre os conceitos “homogeneização” e “moldagem”, e na categoria D por ter ausência de relação entre conceitos.

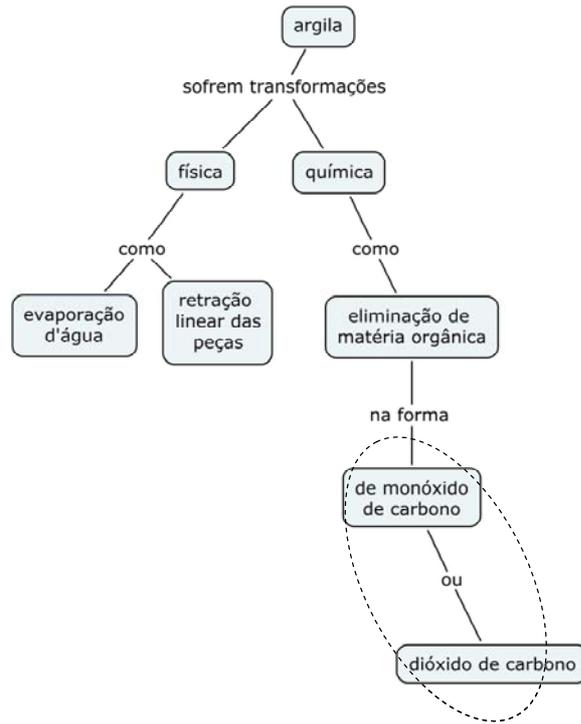


Figura 57: Mapa elaborado por Rn, pertencente a categoria B por apresentar relação errônea entre os conceitos “de monóxido de carbono” e “dióxido de carbono”.

Categoria C – Mapas que possuem exemplos dos conceitos

Nos mapas elaborados sobre as transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica feitas de argila, foi encontrado apenas quatro mapas com exemplos, sendo dois da sala A e dois da sala B, os quais estão representados na Tabela 32. Esta baixa quantidade de mapas com exemplo já era esperado devido à natureza do assunto abordado. Dos exemplos apresentados 70% estavam relacionados a materiais produzidos com a argila. As Figuras 59, 60, 61 e 62 ilustram os mapas em que os alunos adicionaram exemplos dos conceitos.

Tabela 32: Porcentagem de exemplos dados para cada conceito.

Conceitos	Exemplos	Porcentagem	
		Sala A	Sala B
Uso da argila	Vasos	8,3	-
	Tijolos	8,3	-
Uso dos Tijolos	Casas	8,3	-
	Prédios	8,3	-
Transformação química	Quando queimamos o papel	-	15,4
Transformação Física	Quando a água evapora	-	15,4
Cerâmica	Azulejos	8,3	-
	Vasos	8,3	-
	Pisos	8,3	-

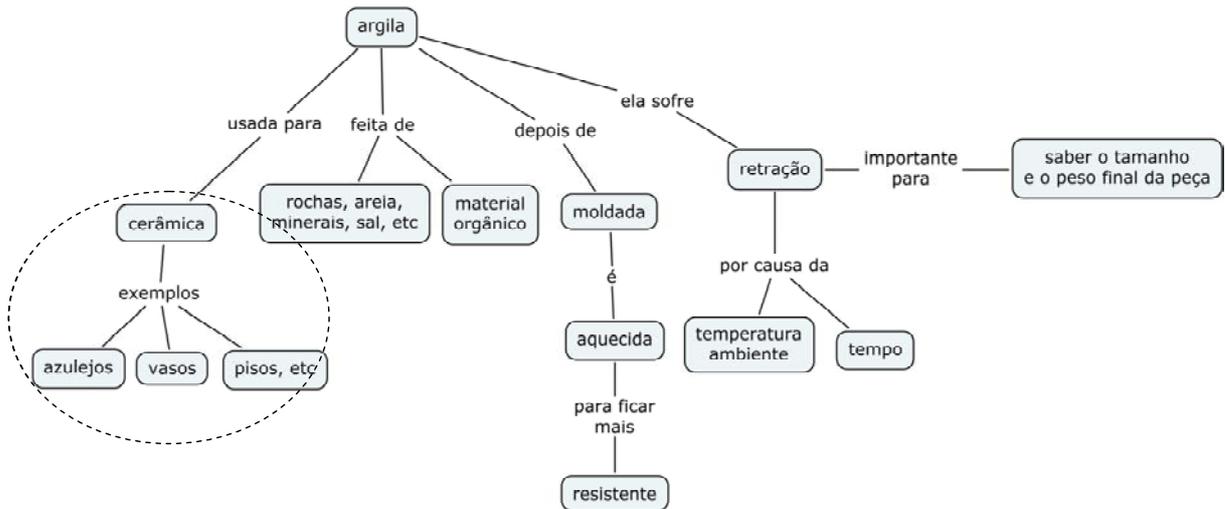


Figura 58: Mapa elaborado por Tz, pertencente nas subcategoria A1 por apresentar mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria C por ter exemplos de conceitos.

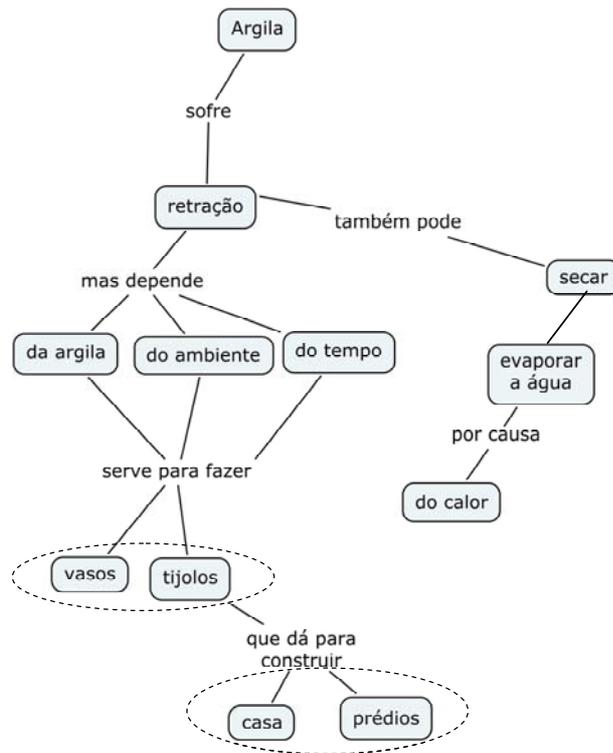


Figura 59: Mapa elaborado por An, pertencente nas categorias B por apresentar relação errônea entre os conceitos “ da argila”, “ do ambiente” e “do tempo”, com “ vasos” e “ tijolos”, e na categoria D por ter exemplos dos conceitos.

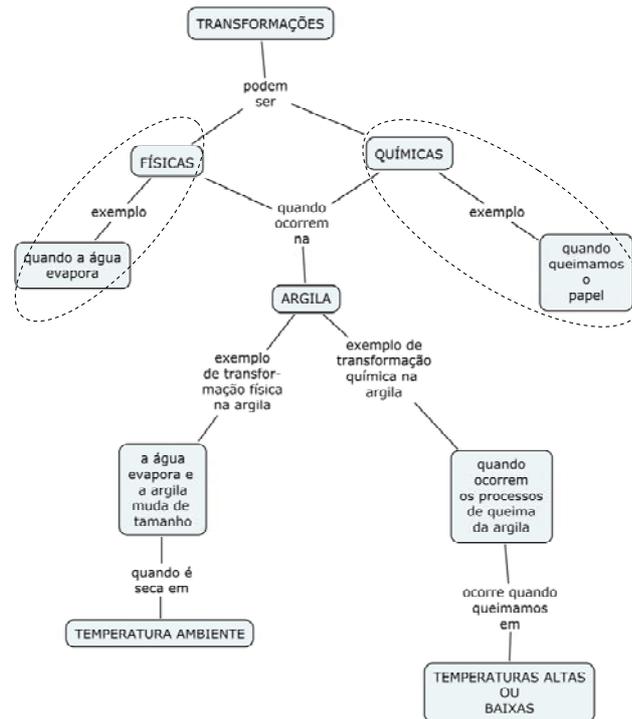


Figura 60: Mapa elaborado por Mh, pertencente na subcategoria A1 por apresentar mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria C por ter exemplos de conceitos.

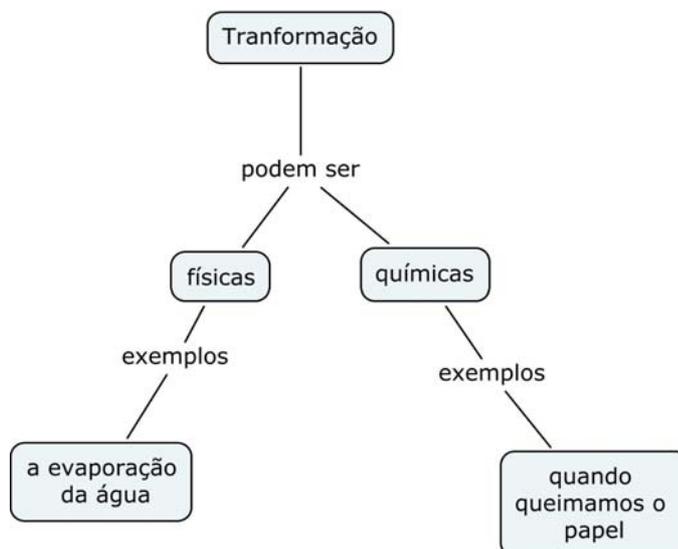


Figura 61: Mapa elaborado por As e pertencente a subcategoria A2 por menos de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria C por ter exemplos dos conceitos.

Categoria D – Mapas com ausência de relação entre os conceitos

Na categoria D foram agrupados ao todo cinco mapas, sendo três da sala A (Figuras 63, 64 e 65) e dois da sala B (Figuras 66 e 67). Mesmo com a ausência de palavras de ligação entre alguns conceitos, a hierarquia conceitual dos mapas não foi invalidada, pois foi possível

identificar devido ao contexto, qual a relação entre os conceitos que os alunos queriam expressar. Esta ausência de relação presente em alguns mapas pode ter ocorrido principalmente à falta de atenção dos alunos.

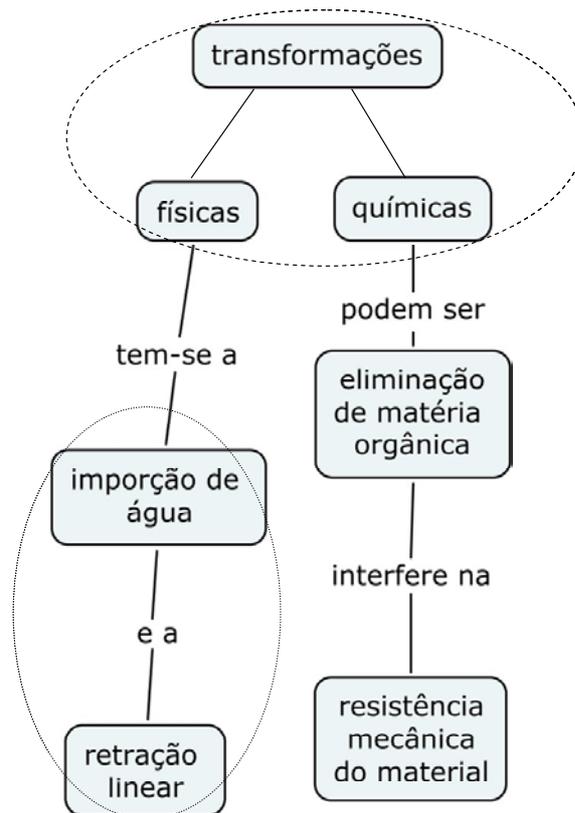


Figura 62: Mapa elaborado por Pm, pertencente à categoria B, por apresentar relação errônea entre os conceitos “evaporação de água” e “retração linear”, e na categoria D por ter ausência de palavras de ligação.

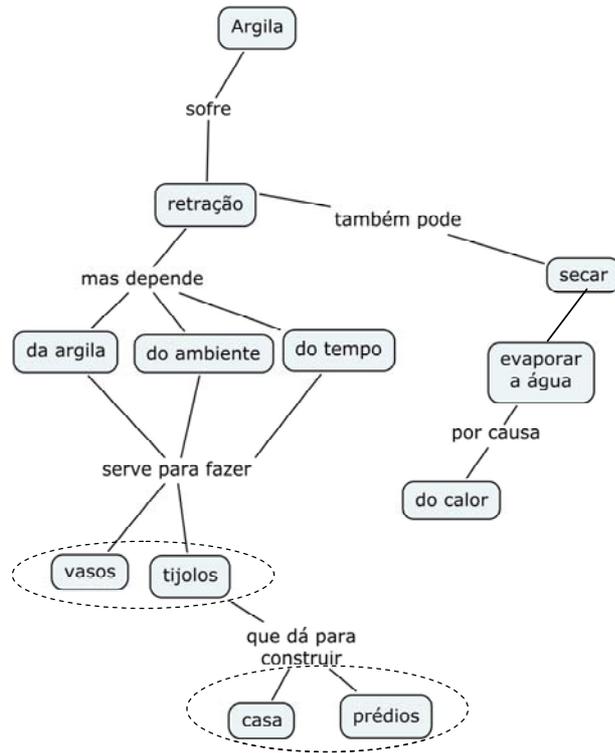


Figura 63: Mapa elaborado por An, pertencente a categoria B por apresentar relação errônea entre os conceitos “ da argila”, “ do ambiente” e entre os conceitos “do tempo”, com “ vasos” e “ tijolos”, e na categoria D por ter exemplos dos conceitos.

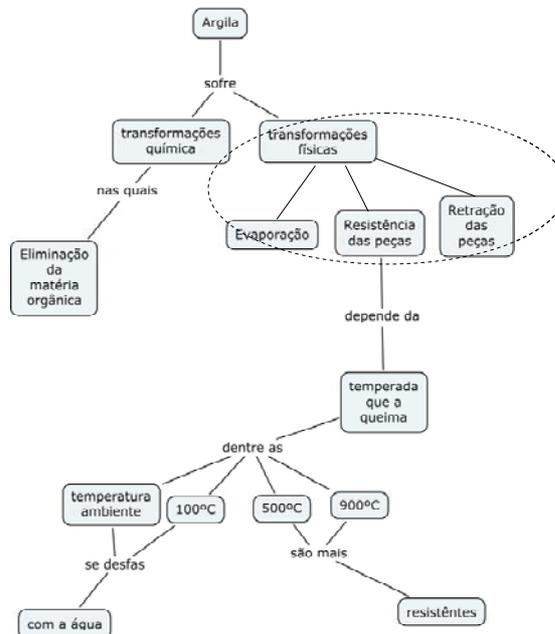


Figura 64: Mapa elaborado por Br, pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria D por ter ausência de relação entre os conceitos.

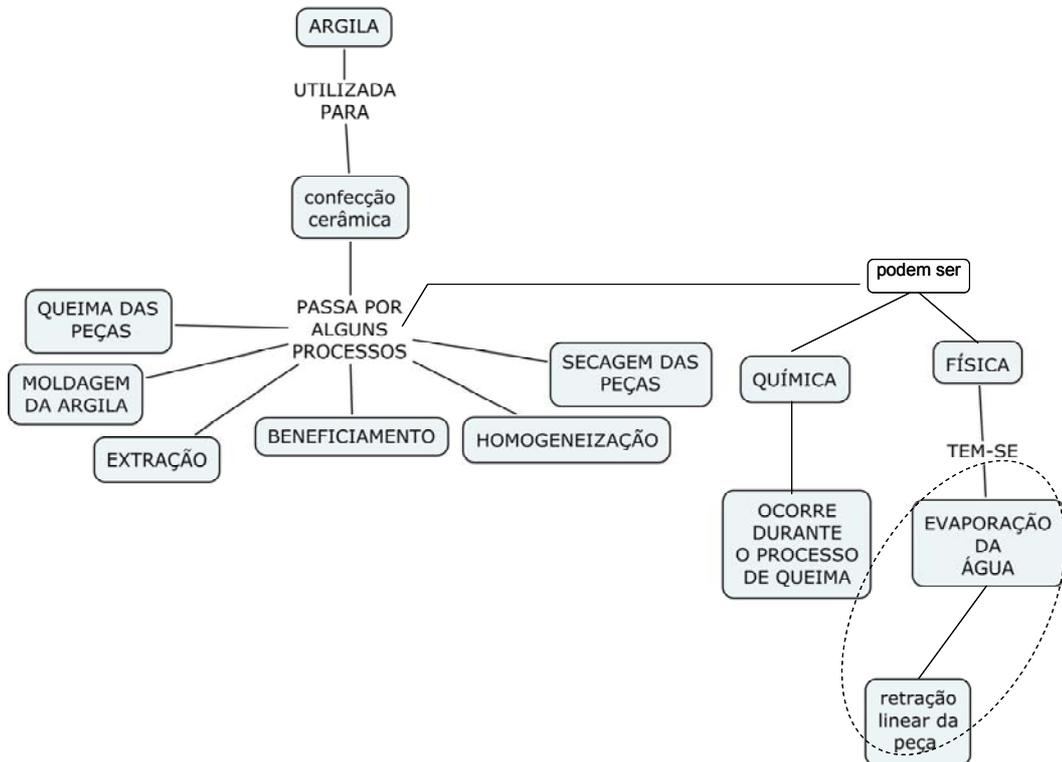


Figura 65: Mapa elaborado por Mq, pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria D por ter ausência de palavras de ligação entre alguns conceitos.

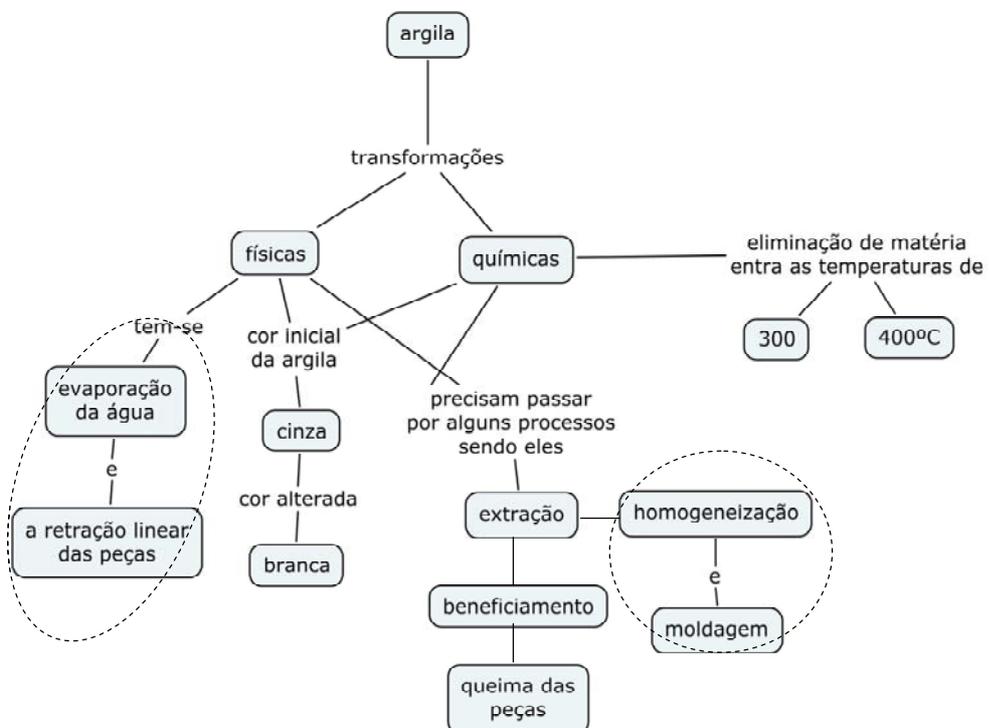


Figura 66: Mapa elaborado por Av, pertencente nas categorias B, pois apresenta relação errônea entre os conceitos “evaporação de água” e “a retração linear das peças” e entre os conceitos “homogeneização” e “moldagem”, e na categoria D por ter ausência de relação entre conceitos.

4.5.3. Níveis de Hierarquia dos mapas

Dos vinte e cinco mapas elaborados vinte e um tinham os conceitos mais gerais na parte superior do mapa e os mais específicos distribuídos nos níveis hierárquicos abaixo, seguindo assim o princípio da diferenciação progressiva dos conceitos. Os mapas que não seguiram este princípio foram os que estavam presentes na categoria B (mapas com relações errôneas entre os conceitos). Para analisar os níveis de hierarquia, os conceitos foram divididos em 2 seções, sendo abordados na primeira seção os temas sobre transformações físicas e na segunda seção as transformações químicas. A quantidade de alunos que estabeleceram as proposições presentes no mapa de referência está representada na Tabela 33. Das transformações físicas trabalhadas no curso, as que apareceram em maior quantidade tanto para a sala A como B foi a “evaporação da água” e “retração linear das peças”. Das transformações químicas a que esteve presente em mais de 50% dos mapas foi a “eliminação da matéria orgânica”.

Tabela 33: Quantidade em porcentagem das relações encontradas nos mapas sobre o tema “transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica” conforme o mapa de referência.

Seção 1	Relação	Quantidade (%)	
		Sala A	Sala B
Primeiro Nível	Na produção de cerâmica – transformações físicas	-	7,7
Segundo Nível	Transformação física - evaporação da água	66,7	84,6
	Transformação física - retração linear das peças	66,7	53,8
	Transformação física - alteração na cor das peças	-	30,7
	Transformação física - perda de massa	-	23,1
	Transformação física - resistência mecânica das peças	33,3	7,7
Seção 2			
Primeiro Nível	Na produção de cerâmica – transformações químicas	-	7,7
Segundo Nível	Transformação química - retração linear das peças	25	-
	Transformação química - alteração na cor das peças	-	23,1
	Transformação química - perda de massa	-	15,4
	Transformação química - processo de queima	25	53,8
	Transformação química - eliminação da matéria orgânica	66,7	38,5
Terceiro Nível	Processo de queima - resistência mecânica das peças	25	15,4
	Eliminação da matéria orgânica - monóxido de carbono	16,7	15,4
	Eliminação da matéria orgânica - dióxido de carbono	16,7	15,4

4.6. Análise do texto elaborado pelos alunos

Ao todo foram elaborados onze textos da sala A e quatorze da sala B. Analisando os textos foi possível agrupar os itens em quatro grupos: 1) módulo Matéria; 2) conceito argila; 3) experimentos realizados e 4) mapa conceitual.

4.6.1. Itens relacionados ao módulo Matéria

Na Tabela 34 estão ilustrados todos os itens presentes nos textos relacionados aos conceitos abordados no módulo Matéria. Observa-se que os conceitos mais abordados são aqueles que estão presentes nas três primeiras seções do mapa. Os conceitos abordados foram apenas mencionados que foram aprendidos, não sendo apresentada nenhuma discussão sobre eles, o que pode ser verificado pelos trechos a seguir.

“... fiquei mais informada sobre massa e matéria. Pois eram coisas que eu ainda não tinha ouvido falar muito...” Aluno da sala B

“... Eu aprendi a diferença de fusão, ebulição, heterogenia e homogênia...” Aluno da sala B

“... Aprendi sobre matéria, massa, volume e outras coisas...” Aluno da sala B

“... Eu aprendi muitas coisas, ex: + sobre matéria, misturas, matéria, volume, massa, misturas e muitas outras coisas ...” Aluno da sala A

Tabela 34: Quantidade em porcentagem dos assuntos relacionados no módulo Matéria.

Citações	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Matéria	18,2	42,8
Ebulição	-	21,4
Fusão	-	21,4
Mistura heterogênea	9,1	28,6
Mistura homogênea	9,1	28,6
Substâncias	9,1	14,3
Misturas	9,1	14,3
Volume	18,2	28,6
Massa	18,2	57,1
Densidade	18,2	14,3
Substâncias simples e composta	-	7,1
Propriedades gerais e específicas	9,1	-

4.6.2. Itens relacionados ao conceito Argila

Os aspectos do material argila destacados no texto foram bem diversificados como pode ser observado pela Tabela 35 e pelos trechos abaixo. Sendo os de maior frequência os relacionados a objetos feitos de argila e aspectos referente à sua composição.

... a argila não é só uma peça, mas uma ciências, e com a argila podemos fazer peça e cerâmica. Eu aprendi que depende da temperatura que você faz um tijolo ele pode desfazer e assim a casa pode desmoronar... Aluno da sala B

“... a argila vira cerâmica quando aquecida pelo fogo...” Aluno da sala B

“... a argila gera empregos por precisar de várias pessoas pois ela tem várias etapas até chegar pronta para o mercado de trabalho sem nenhum defeito de fabricação...” Aluno da sala A

“...argila é encontrada na natureza perto de rios, brejos e também tem várias cores por causa da sua composição...” Aluno da sala A

“... muitas pessoas pensavam que argila era barro, mas não é, a argila é própria para fazer tijolos, telhas, pisos, pois é resistente e o barro dissolve facilmente...” Aluno da sala B

“... existem vários tipos de argila, e várias utilidades para elas, e também várias temperaturas, para elas serem queimadas...” Aluno da sala A

Tabela 35: Quantidade em porcentagem dos assuntos relacionados ao conceito argila.

Citações	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Diferença entre a argila e o barro	9,1	35,7
Utilidades da argila (fabricação vasos, tijolos, telhas, xícaras, produção de cosméticos etc.)	63,7	50
Processo de produção de cerâmica	36,5	21,4
Argila usada para fazer cerâmica	18,2	28,6
Onde se encontra argila	27,3	14,3
Composição da argila	63,7	14,3
Tipos diferentes de argila	18,2	28,6
Argila queimada em altas temperaturas	9,1	-
Uso da argila pela humanidade	27,3	7,1
Produção de argila gera emprego	9,1	-
Como moldar a argila	-	28,6
Diferentes tipos de cerâmica	-	14,3

4.6.3. Itens relacionados aos experimentos

Como pode ser observado pela Tabela 36, vários conceitos importantes das transformações físicas e químicas que ocorrem na produção de cerâmica foram mencionados pelos alunos no texto. Este é um resultado importante, pois confirma que as estratégias utilizadas na aplicação do curso foram eficazes para ensinar estes conceitos aos alunos. Os trechos a seguir foram retirados dos textos de alguns alunos e apresentam aspectos mencionados sobre os experimentos.

“...a medida que a argila seca naturalmente a água que há nela, “evapora” e a peça fica menor...” Alunos da sala B

“... aprendi também que se eu secar a peça de argila em uma temperatura muito alta ela se torna mais resistente a água...” Alunos da sala B

“... aprendi que a argila queimada a mais de 500°C não se dissolve...” Aluno da sala B

“... Eu aprendi sobre argila e quanto mais você queima a argila mais resistência ela apresenta, e diminui de tamanho e de cor...” Aluno da sala B

“... Nela também ocorre vários fenômenos: retração da peça, secagem, queimagem esses fazem parte dos fenômenos químicos, e físicos que estão presentes em todas as etapas da argila...” Aluno da sala A

“... quando é secado em baixa temperatura tem uma baixa resistência mecânica mas quando é queimada a altas temperaturas ela ganha uma grande resistência mecânica que dá uma maior resistência as peças, a certas temperaturas ela começa a queimar matéria orgânica da argila e libera o carbono na forma de dióxido de carbono, e monóxido de carbono e com isso em certa parte ela contribui para o efeito estufa...” Aluno da sala A

“... e quanto mais a peça de argila for aquecida no forno ela fica mais resistente, e fica menor por causa da retração...” Aluno da sala B

“... e para que cada peça de cerâmica chegue ao estado correto para uso doméstico por exemplo, é necessário que a argila passe por diferentes conceitos, dentre eles o físico e o químico...” Aluno da sala A

... nós fizemos uma experiência que tinha um molde pegamos argila e fizemos do tamanho do molde, um do grupo levou para casa e viu a secagem na temperatura ambiente, quanto mais evapora a água mais a peça diminui. E outro experimento que fizemos foi pega quatro copos descartável, e uma dessa queimada na temperatura ambiente, 900°C, 500°C, 100°C, as peças de 900°C, 500°C ao colocar na água não se desfez mais a de 100°C e a da temperatura ambiente não demorou muito tempos elas pecinhas se desfez. Então é lógico que as pessoas que fazer vasos de argila queima o argila em um temperatura maior para ficar mais resistente...” Aluno da sala A

Tabela 36: Quantidade em porcentagem dos assuntos relacionados aos conceitos abordados nos experimentos

Citações	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Transformações físicas e químicas	72,8	28,6
Porosidade	18,2	7,1
Eliminação de matéria orgânica	27,3	-
Retração da peça de argila	81,9	57,1
Monóxido de carbono	9,1	-
Dióxido de carbono	9,1	-
Alteração da cor da argila	9,1	14,3
Relação Resistência da peça com temperatura de queima	64	57,1
Secagem da argila a temperatura ambiente	27,3	14,3
Queima da argila	9,1	-
Eliminação de água da argila	-	7,1

4.6.4. Itens relacionados aos mapas conceituais

Dos alunos que fizeram os textos 36,4% da Sala A e 78,6% da sala B mencionaram algum aspecto sobre os mapas conceituais. É importante mencionar que os alunos escreveram por vontade própria sobre os mapas, já que a pesquisadora ao pedir que fizessem um texto final não mencionou que deveriam escrever sobre os mapas. Abaixo estão expressos tudo o que foi escrito pelos alunos acerca dos mapas conceituais.

Trechos sobre os mapas conceituais retirados dos textos da Sala A

“Primeiro nós tivemos várias aulas teóricas sobre mapa conceitual, que é uma relação sobre alguma coisa... sobre o mapa conceitual, fizemos vários para saber como se faz corretamente a relação de uma coisa com a outra...”

“... O que é conceito e palavra de ligação...”

“... Nós fizemos também o mapa conceitual das coisas que a gente aprendia ai nós explicávamos no mapa, isso também foi uma novidade.”

“... Aprendemos a fazer o mapa conceitual que tem “palavras chaves”, e tem outra frase que ligam as palavras.

Trechos sobre os mapas conceituais retirados dos textos da Sala B

“... Gostei muito dos mapas conceituais, pois é uma forma muito boa de aprendizagem...”

“... Eu aprendi a fazer os mapas conceituais...”

“...Aprendi a fazer mapas conceituais, sobre a argila, seus diversos tipos e tudo o que pode se fazer com ela ...”

“... Aprendi a fazer mapa...”

“... Agora sei o que é mapa conceitual, e pra que serve: ele nos ajuda a explicar um tipo de coisa que é meio complicada, mas com o mapa se torna um jeito mais fácil de entendermos...”

“... É muito interessante fazer o mapa conceitual porque cada item liga o outro e tudo fica fácil tendo a orientação das professoras...”

“... Aprendi a fazer um mapa conceitual. E sei que posso aprender muitas coisas novas elaborando um mapa a partir de cada matéria nova da professora e posso até estudar para a prova usando um.

“...Aprendemos também, a construir o mapa conceitual, que serve para explicar as coisas de um modo mais complexo, serve para apresentar um trabalho, e entender melhor as coisas...”

“... Aprendi a fazer mapas conceituais...”

“... Aprendi a fazer mapa conceitual, não sabia como fazer, e vi que ele pode ajudar a organizar melhor o que está sendo mostrado, e também para entender melhor a matéria...”

“... Aprendi a fazer os mapas conceituais certos...”

Analisando o que os alunos escreveram sobre os mapas conceituais foi possível formar três categorias sobre a utilização desta ferramenta, sendo: 1) Mapa conceitual como facilitador da relação conceitual, 2) Mapa conceitual como facilitador da aprendizagem e 3) Mapa conceitual como organizador do conhecimento.

Categoria 1: Mapa conceitual como facilitador da relação conceitual

Dos alunos que escreveram sobre os mapas conceituais, três o apresentaram como sendo algo em que se fazem relações entre os conceitos, no caso, denominado pelos alunos como “palavras chaves”, “alguma coisa” ou “item”. Os alunos terem mencionado sobre as relações entre os conceitos, mesmo não usando este termo, evidencia um direcionamento para a compreensão deste aspecto fundamental no âmbito de qualquer porção de conhecimento. Este tipo de relacionamento está em estreita concordância com a teoria de Ausubel que fundamenta os mapas conceituais, em que, a diferenciação progressiva e a integração reconciliativa são relações unindo conceitos. Nos itens a seguir estão expressos os trechos que foram agrupados nesta categoria.

“... Aprendemos a fazer o mapa conceitual que tem “palavras chaves”, e tem outra frase que ligam as palavras.

“... É muito interessante fazer o mapa conceitual porque cada item liga o outro e tudo fica fácil tendo a orientação das professoras...”.

“... Primeiro nós tivemos várias aulas teóricas sobre mapa conceitual, que é uma relação sobre alguma coisa...”

Categoria 2: Mapa conceitual como facilitador da aprendizagem

Os alunos terem apresentados os mapas conceituais como facilitador da aprendizagem indica que o mapa conceitual estaria funcionando como um suporte para ajudá-los a organizar e estruturar o conhecimento vinculado ao tema trabalhado, como se pode observar nos trechos abaixo.

“... Agora sei o que é mapa conceitual, e pra que serve: ele nos ajuda a explicar um tipo de coisa que é meio complicada, mas com o mapa se torna um jeito mais fácil de entendermos...”

“... Nós fizemos também os mapa conceitual das coisas que a gente aprendia ai nós explicávamos no mapa, isso também foi uma novidade.”

“... Gostei muito dos mapas conceituais, pois é uma forma muito boa de aprendizagem...”

“... Aprendi a fazer um mapa conceitual. E sei que posso aprender muitas coisas novas elaborando um mapa a partir de cada matéria nova da professora e posso até estudar para a prova usando um.

“...Aprendemos também, a construir o mapa conceitual, que serve para explicar as coisas de um modo mais complexo, serve para apresentar um trabalho, e entender melhor as coisas...”

Categoria 3: Mapa conceitual como organizador do conhecimento

Os alunos terem mencionado que o mapa conceitual é uma ferramenta que serve para organizar o conhecimento vai de acordo com um dos objetivos de se usar o mapa conceitual, o qual é verificar se o conhecimento que os alunos possuem apresenta uma organização mínima, a partir da qual possa ser aprimorada. O conhecimento organizado é um aspecto em conformidade com Ausubel (1980): *“A medida que os estudantes adquirem novos conhecimentos suas estruturas cognitivas começam a apresentar uma hierarquia de relações mais próximas daquelas dos especialistas na disciplina”*. Os exemplos a seguir são ilustrativos do mencionado aspecto:

“... Aprendi a fazer mapa conceitual, não sabia como fazer, e vi que ele pode ajudar a organizar melhor o que está sendo mostrado, e também para entender melhor a matéria...”

“...Aprendemos também, a construir o mapa conceitual, que serve para explicar as coisas de um modo mais complexo, serve para apresentar um trabalho, e entender melhor as coisas...”

4.7. Análise do questionário final

O questionário aplicado ao final do curso foi o mesmo utilizado para a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos. Ao todo dez alunos da sala A e quinze da sala B responderam ao questionário. Para o conceito matéria (Tabela 37) nenhuma resposta similar ao do questionário inicial, como disciplina ministrada na escola e matéria-prima foram encontradas. Mesmo fato ocorreu com o conceito volume (Tabela 38), em que no questionário inicial foram encontradas respostas do tipo volume de som, rádio e televisão, e no final não foi feita nenhuma menção a este tipo de resposta.

Para o conceito massa (Tabela 39) 30% dos alunos da sala A e 60% da sala B relacionaram ao peso de algo. Isto indica que para estes alunos as estratégias usadas para ensinar o conceito massa não foram suficientes para que tivessem uma mudança no significado da idéia que já possuíam, resultado este semelhante ao encontrado por Lahera (2006). Para o conceito densidade (Tabela 40) teve-se um total de 46,7% dos alunos da sala B que o apresentaram como a relação entre massa e volume e 40% da sala A não souberam responder.

Tabela 37: Categorias obtidas para o conceito matéria

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
É um elemento químico que contém consistência massa e volume	-	6,7
Tudo o que tem peso e ocupa lugar no espaço	-	20
Tudo o que ocupa lugar no espaço	40	26,7
Ocupa um determinado espaço	-	6,7
Tipo de elemento químico	-	13,3
Tudo que existe no mundo e conseguimos ver	-	6,7
Todo produto foi tirado da matéria	-	13,3
Geral e específica	20	-
Tudo o que faz parte das matérias, como ar, água. Existe as propriedades gerais e específicas	10	-
Todas as coisas que tem no mundo	20	-
Não respondeu	10	6,7

Tabela 38: Categorias obtidas para o conceito volume

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Tamanho de um objeto	20	13,3
Espaço ocupado	-	26,7
Quantidade	30	13,3
Tamanho que ocupa no espaço	-	13,3
É o peso	-	6,7
Quando medimos a área ocupada	-	6,7
Quantidade de espaço que ocupa	-	13,3
Volume total de um corpo	20	-
Altura de alguma matéria	10	-
Altura x largura x comprimento. Ex. é o tamanho da peça	20	-
Não respondeu	-	20

Tabela 39: Categorias obtidas para o conceito massa

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Cada produto possui um tamanho de massa	-	13,3
É o peso da matéria	20	20
É uma quantidade	-	6,7
É o peso de algo	-	40
É a quantidade	20	6,7
Quantidade de alguma substância	-	6,7
Nosso corpo	20	-
Podemos dizer que é o “peso” de algo exe. Você vai ver quanto você tem de massa no seu corpo	10	-
Uma das propriedades da matéria	10	-
Volume total de um corpo	10	-
Não soube responder	10	6,7

Tabela 40: Categorias obtidas para o conceito densidade

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Relação entre massa e volume	-	46,7
Diferença de uma coisa mais pesada que a outra	30	6,7
É a relação de leve/pesado	-	20
Um corpo sobre outro corpo	10	-
É a “consistência” da matéria	20	-
É a quantidade, valor de um elemento químico	-	6,7
Não soube responder	40	20

As respostas obtidas para os conceitos porosidade (Tabela 41) e retração (Tabela 42) estavam em sua maioria relacionadas aos eventos que ocorrem na argila, o que demonstra que este tema e a realização das aulas experimentais atuaram como facilitadores na aprendizagem. Para o conceito cerâmica (Tabela 43) a maioria das respostas estavam relacionada a cerâmica como uma peça de argila. Todas as respostas para o conceito argila (Tabela 44) estavam corretamente relacionadas com algum conceito trabalhado no curso, não sendo encontrada nenhuma referência da argila como barro, relação esta que teve no questionário inicial uma porcentagem de 25% para a sala A e 20% para a sala B.

Tabela 41: Categorias obtidas para o conceito porosidade

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Quando a argila está secando e fica com poros para ajudar a secar	-	6,7
Quando o produto está perdendo massa como o tijolo de argila	-	6,7
Quando o produto enche de “bolinhas” (pedrapomes)	-	6,7
Quando um objeto fica com buracos	30	13,3
Quando a argila está secando ficam poros abertos para a secagem	-	6,7
Quando perde massa e forma bolinhas e também fica mais leve	-	6,7
Quando a peça está sendo queimada ela diminui os poros	10	-
Poros	10	6,7
Não respondeu	50	46,9

Tabela 42: Categorias obtidas para o conceito retração

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Diminuição de algum produto, como na secagem da argila que ela se retrai	-	6,7
Diminuição de peças de argila	10	6,7
Quando a peça de argila seca	10	6,7
Quando a argila vai secando ela vai se retraindo	-	20
Diminuição do volume	10	20
Retrair algo	50	20
Argila secando	10	-
Não soube responder	20	20

Tabela 43: Categorias obtidas para o conceito cerâmica

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Peça feita de argila	80	26,7
Trabalho artesanal feito com argila	-	20
O que já foi modelado	-	6,7
Aquecimento da energia formada	-	6,7
Quando transforma a argila em outro objeto e queima para ficar resistente	-	6,7
Quando uma peça de argila é queimada no fogo		13,3
Quando queima a argila e ela muda de cor		6,7
Quando queima a argila	20	6,7
Não soube responder	-	6,7

Tabela 44: Categorias obtidas para o conceito argila

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Encontrada no solo argiloso	-	20
É uma massa mais resistente que a areia e o barro	-	6,7
Diferente do barro encontrado no solo argiloso formado pela decomposição	-	13,3
Um tipo de terra que tira para fazer objetos	-	6,7
É diferente do barro por que vem do solo argiloso	-	6,7
É o que dá para modelar	-	26,7
Matéria prima usada para diversos trabalhos	10	13,3
É retirada de terrenos apropriados com restos de vegetais, rochas	-	6,7
Matéria orgânica	40	-
Substância usada para fazer cerâmica	10	-
Misturas de várias substâncias em conjunto formando um único material	10	-
Material feito de restos orgânicos, areia, sais minerais etc.	30	-

Para o conceito Transformação física (Tabela 45) os alunos apresentaram em geral a idéia de que é uma transformação que ocorre e não muda a composição do material, já a transformação química (Tabela 46) altera a composição do material. Para os conceitos substância (Tabela 47), mistura (Tabela 48) mistura homogênea (Tabela 49) e mistura heterogênea (Tabela 50) os alunos explicaram estes conceitos com informações trabalhadas durante o curso. Para os conceitos temperatura de fusão (Tabela 51) e temperatura de ebulição (Tabela 52), os alunos em sua maioria a relacionaram ao conceito fusão e ebulição. Na maioria das respostas os alunos colocaram exemplos, para elucidar o que estavam dizendo.

Tabela 45: Categorias obtidas para o conceito Transformação física

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Quando ocorre transformação com argila e ela consegue voltar, colocar água na argila, mudança de cor	10	-
Quando não altera a sua forma natural, ex. a água quando evapora	20	-
Quando a matéria é transformada sem se alterar ex. ebulição da água	10	20
Algo que transformado pode ser retornado ao seu estado original ex. água em gelo/ gelo em água	-	-
É quando, por exemplo, colocamos o gelo no suco ele se dissolve e se colocarmos ele para congelar de novo ele congela então é uma substância física	10	-
Mudança do estado da matéria	10	-
Ocorre sem alterar a substância	10	6,7
Quando ocorre uma reação e volta ao seu estado original	10	-
Você amassa o papel e continua sendo papel	-	13,3
Quando não altera a composição	-	6,7
Altera a forma mas a substância continua sendo a mesma	-	13,3
Transforma um objeto mas só altera a forma dele suas moléculas não ex quando queimamos papel	-	6,7
Quando a junção de elementos químicos não se alteram ex papel amassado	-	20
Não soube responder	20	13,3

Tabela 46: Categorias obtidas para o conceito Transformação química

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Quando queima o papel	-	13,3
Quando altera a composição	-	13,3
Altera a substância	-	20
Transforma um objeto mas só altera a forma dele suas moléculas não ex quando queimamos papel	-	-
Altera as moléculas de uma substância	-	6,7
Quando a junção de elementos químicos se alteram ex papel amassado	-	20
Quando altera a sua forma natural, ex. maçã podre	10	-
Quando a matéria se transforma se alterando. Ex. ferro quando enferruja	10	6,7
Algo que depois de transformado não pode retornar ao seu estado original ex. combustão da madeira/ ferro em ferrugem	10	-
Quando ocorre transformação com argila e ela não consegue voltar	10	-
Quando risca um palito de fósforo	10	-
Muda as substâncias	10	6,7
Ocorre alterando as substâncias	10	-
Quando ocorre uma reação e não volta ao seu estado original	10	-
Não soube responder	20	13,3

Tabela 47: Categorias obtidas para o conceito Substância

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
São os elementos químicos	-	40
São os reagentes que vão se juntar para fazer um produto final	-	6,7
Porção definida de determinado elemento químico Ex. Gás oxigênio	-	6,7
Pode ser formada pela transformação química	-	13,3
Leite é uma substância porque se mistura	-	6,7
É um produto só	20	-
Quando misturamos óleo e água	10	-
Algo que pode ser misturado com outra substância	10	-
Formada por átomos	10	-
Algo que não se mistura com outros elementos	10	-
Simples (ferro, alumínio) composta (sal e água)	10	-
É a água por exemplo	10	-
Não soube responder	20	26,7

Tabela 48: Categorias obtidas para o conceito Mistura

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
União dos elementos químicos	10	40
Quando mistura duas ou mais substâncias	30	6,7
Mistura substâncias para formar outra, explicou a mistura simples e composta	-	6,7
Quando junta duas substâncias para formar uma outra Ex. $H_2 + O = H_2O$	-	6,7
Mistura pode ser homogênea ou heterogênea	-	13,3
Mistura de produtos	20	-
Quando misturamos leite e café	10	-
Água e óleo, sal + água	-	-
Quando coloca o nescau no leite	10	-
Misturas de substâncias	10	-
Não soube responder	10	26,7

Tabela 49: Categorias obtidas para o conceito Mistura Homogênea

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Quando o açúcar dissolve na água	-	13,3
Soluto e solvente como água e açúcar	-	13,3
Soluto dissolvido pelo solvente	-	6,7
Quando os elementos se unem como água e açúcar	-	13,3
Mistura é bem preparada	-	13,3
Quando as substâncias se misturas água + açúcar	-	6,7
Quando misturas dois reagentes iguais	-	6,7
Mistura igual em todo o seu corpo água e açúcar	20	-
Não dá para separar quando se mistura	10	-
Apresenta um só aspecto	50	-
Constituída de soluto e solvente	-	6,7
Não soube responder	20	20

Tabela 50: Categorias obtidas para o conceito Mistura Heterogênea

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Quando misturamos óleo e água	-	6,7
Que não se unem como água e óleo	-	13,3
Ingredientes não se dissolvem água e óleo	-	6,7
Quando os elementos não se unem como óleo e água	-	20
Óleo e água	-	6,7
Quando se dissolve	-	6,7
As substâncias não se mistura óleo e água	-	13,3
Quando mistura dois ou mais reagentes diferentes	-	6,7
Mistura com o seu corpo diferente água e terra	10	-
Dá para separar quando se mistura	10	-
Misturas que há uma separação entre elas	10	-
Apresenta aspectos diferentes	50	-
Não soube responder	20	20

Tabela 51: Categorias obtidas para o conceito Temperatura de Fusão

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Quando a água vira gelo	20	6,7
Passa do estado sólido para o líquido	30	26,8
Não soube responder	10	13,3
Quando a matéria passa do sólido para o líquido	10	-
Quando algo passa de uma fase para outra	10	6,7
O gelo derretendo	-	6,7
Mudança do estado físico da água: sólido e gasoso	-	13,3
Líquido para sólido	-	6,7
Não respondeu	20	26,8

Tabela 52: Categorias obtidas para o conceito Temperatura de Ebulição

Categorias	Quantidade (%)	
	Sala A	Sala B
Quando a água vira vapor	50	26,7
Evaporação rápida	10	-
Quando a matéria passa do líquido para o gasoso	20	33,3
Não respondeu	20	40

Pela análise dos questionários foi possível verificar uma melhora significativa da compreensão dos conceitos quando comparados aos resultados do questionário inicial, aplicado para identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Erros conceituais e respostas na categoria “Não soube responder” foram identificados no questionário final, no entanto, a maioria das respostas apresentadas estavam próximas do esperado.

5. Conclusões

Neste trabalho concluímos que o uso de textos e aulas elaboradas seguindo a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dos conceitos, a utilização dos conhecimentos prévios dos alunos como subsunção para a nova aprendizagem, a realização de experimentos e o uso de mapas conceituais auxiliaram a aprendizagem dos alunos. O mapa foi uma ferramenta eficaz no processo de ensino-aprendizagem, pois permitiu aos alunos identificarem e relacionarem os conceitos entre si, e com demais conceitos e exemplos, já existentes em sua estrutura cognitiva, e obterem um panorama de como seu conhecimento estava estruturado. Para a pesquisadora, o mapa possibilitou identificar concepções equivocadas dos alunos, podendo estas serem trabalhadas individualmente, além de servir como instrumento de avaliação.

Os mapas elaborados no curso Argila, o qual teve suas aulas e textos pautados na teoria da Aprendizagem Significativa, em sua maioria, tinham uma estrutura bidimensional, seguiam o princípio da diferenciação progressiva dos conceitos, tinham conceitos outros e exemplos, e não possuíam relações cruzadas entre os conceitos, ausência esta explicada pelo fato dos alunos, em geral, apresentarem dificuldades em fazer este tipo de relação.

A aprendizagem dos alunos foi verificada pela análise dos mapas conceituais, dos relatórios, dos textos elaborados, e pela comparação dos resultados do questionário inicial e final. Pelos resultados foi observado que para ambas as salas os alunos, em sua maioria, compreenderam os conceitos fundamentais que se desejava transmitir sobre o tema argila, sendo: sua composição, as características que a tornam um material amplamente utilizado nas indústrias cerâmicas, a sua importância para a sociedade, e as transformações físicas e químicas que ocorrem na argila durante o processo de produção de uma peça cerâmica. Analisando o questionário final foi possível verificar uma melhora significativa dos conceitos quando comparados ao inicial. Erros conceituais e respostas na categoria “Não soube responder” foram identificados no questionário final, no entanto, a maioria das respostas apresentadas estavam próximas do esperado.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho constatamos que é possível ao professor utilizar mapas conceituais em suas aulas, pois esta é uma ferramenta que auxilia no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, pode ser usado como instrumento de avaliação e tem boa aceitação pelos alunos.

6. Referências

- ARAGÃO, R. M. R. *A teoria da aprendizagem Significativa de David P Ausubel-Sistematização dos aspectos teóricos fundamentais*. 1976. 105 f. Tese (Doutorado em Ciências - Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas,Campinas, 1976.
- ARBEA, J.; CAMPO, F.D. *Mapas Conceptuales y aprendizaje significativo de las ciencias naturales: análisis de los mapas conceptuales realizados antes y después de la implementación de um módulo instruccional sobre la energia*. 2004. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-148.pdf>>. Acesso em: 08/02/2008.
- ARAÚJO, N.R.S.; et al. Mapas conceituais como estratégia de avaliação. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, v.28, n.1, p.47-54, jan.-jun., 2007.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625 p.
- BERTOLDI, O. G. *Ciência e Sociedade: a aventura do corpo, a aventura da vida, a aventura da tecnologia*. São Paulo: Scipione. 2000. 406 p.
- BEYERBACH, B. A.; SMITH, J. M. Using a computerized concept mapping program to assess preservice teachers' thinking about effective teaching. *Journal of Research in Science Teaching (Special Issue)*, v.27, n.10, p.961-971, 1990.
- CAMPOS, L. F. A.; et al. Características de plasticidade de argilas para uso em cerâmica vermelha ou estrutural. *Cerâmica*, v.45, n.295, p.140-145, mai. 1999.
- CANTO, E. L. *Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano*. São Paulo: Moderna. Técnicos e científicos, 2001. 276 p.
- CHAGAS, A. P. *Argilas: as essências da terra*. São Paulo: Moderna, 1997. 54 p.
- COLL, C. (org.), *Psicologia da Educação*. Porto Alegre: Artmed Editora, 1999. 209 p.
- COSTAMAGNA, A. M. Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de Las Ciencias*, v.19, n.2, p.309-318, 2001.
- DAMIANI, J.C., et al. Coração negro em revestimentos cerâmicos: principais causas e possíveis soluções. *Cerâmica Industrial*, v.6, n.2, p. , mar.- abr., 2001.
- DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F.; CAÑAS, A. J. Concept maps: experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, v.44, n.3, p.448-465, 2007.

- DUTRA, R. P. S.; PONTES, L. R. A. Obtenção e análise de cerâmicas porosas com a incorporação de produtos orgânicos ao corpo cerâmico. *Cerâmica*, v.48, n.308, p.223-230, dez. 2002
- EBENEZER, J.V. Making chemistry learning more meaningful. *Journal of Chemical Education*, v.69, n.6, p.464-467, jun. 1992.
- FARIA, W. *Mapas conceituais- aplicações ao ensino, currículo e avaliação*. São Paulo: Pedagógica e universitária, 1995. 59 p.
- FRANCISCO, J.S., et al. Assessing student understanding of general chemistry with concept mapping. *Journal of Chemical Education*, v.79, n.2, p.248-257, fev. 2002.
- FURIÓ, C; FURIÓ, C. “Dificuldades conceptuales y epistemológicas em el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación química*, v.11, n.3, p.300-308, 2000.
- HABERMEIER, H. U. Education through materials science. *Materials Science and Engineering*, v.A 199, p.69-72, 1995.
- HSU, M.; CHANG, R.P.H. Materials education at the pre-college level. *Materials Science and Engineering*, v.A 199, p.1-7, 1995.
- JUNIOR TEIXEIRA, J. G.; SILVA, R. M. G. Investigando conceitos fundamentais da Química. In: *1º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*, 2005, Campo Grande, p. 173 -182, 2005.
- LAHERA, J.; FORTEZA, A. *Ciências físicas nos ensinamentos fundamental e médio: modelos e exemplos*. Porto Alegre: Artmed, 2006. 223 p.
- LLOYD, C.V. The elaboration of concepts in three biology textbooks: facilitating student learning. *Journal of Research in Science Teaching (Special Issue)*, v.27, n.10, p.1019-1032, 1990.
- MARKOW, P.G.; LONNING R.A. Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: students’ perceptions and effects on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, v.35, n.9, p.1015-1029, 1998.
- MASINI, E.F.S. (Org.). *Psicopedagogia na escola: buscando condições para a aprendizagem significativa*. São Paulo: Unimarco, 1994. 183 p.
- MEIRA, J. M. L. *Argilas: o que são, suas propriedades e classificações*. Disponível em: <http://www.visaconsultores.com/pdf/VISA_com09.pdf>. Acesso em: 26 de jul. 2007.
- MCCLURE, J.R.; SONAK, B.; SUEN, H.K. Concept map assessment of classroom learning: reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, v.36, n.4, p.475-492, 1999.

- MIRAS, M. Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: COLL,C. (Org.). *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Ática, 2006. 221 p.
- MOREIRA, M.A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem Significativa - a teoria de David Ausubel*, São Paulo: Moraes, 1982. 112 p.
- MOREIRA, M.A.; BUCHWEITZ, B. *Mapas conceituais - instrumentos didáticos, de avaliação e de análise de currículo*, São Paulo: Moraes, 1987. 83 p.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: UnB, 1999. 129 p.
- MOREIRA, M.A. *A teoria da aprendizagem significativa e a sua implementação em sala de aula*. Brasília: UnB, 2006. 185 p.
- MOREIRA, M. A., *Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica*. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2007.
- NOVAK, J. D., trad. MOREIRA, M.A., *Uma teoria de Educação*, Editora Livraria Pioneira, São Paulo, 1981. 252 p.
- NOVAK, J.D., GOWIN, D.B. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca, 1988. 228p
- NOVAK, J.D. Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender- la opinión de un profesor-investigador. *Enseñanza de Las Ciencias*, v.9, n.3, p.215-228, 1991.
- ONTORIA, A. (Org.). *Mapas conceptuales - una tecnica para aprender*. 5.ed. Madrid: Ediciones Madrid,1995. 207 p.
- PELIZZARI, A., et al. Teoria da aprendizagem significativa. *Revista PEC*, v.2, n.1, p.37-42, jul.2001-2002.
- ROSS, B.; MUNBY, H. Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal Science Education*, v.13, n.1, p.11-23, 1991.
- RUIZ-PRIMO, M.A.; SHAVELSON, R.J. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*. v.33, n.6, p 569-600, 1996.
- SANTOS, P. S. *Tecnologia de argilas - aplicada às argilas brasileiras*, v.1, São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1975. 802 p.
- SANTOS, I.M.G., et al. Efeito da adição de rejeito na redução de coração negro em cerâmicas vermelhas. *Cerâmica*, v.51, n.318, p.144-150, jun.2005.
- SAKAGUTI, S. T. *Mapas Conceituais e Seus Usos: Um Estudo da Literatura*. 2004. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) - Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

- SMITH, W.F. *Princípios de ciência e engenharia de materiais*. Portugal: McGRAW-HILL, 1998. 892 p.
- SOYIBO, K. Using concept maps to analyze textbook presentations of respiration. *The American Biology Teacher*, v.57, n.6, p. 344-350, set-1995.
- VANIDES, Y.Y., et al. Comparison of two concept-mapping techniques: implications for scoring, interpretation, and use. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 42, n.2, p.166-184, 2005.
- VIEIRA, C.M.F.; SOARES, T.M.; MONTEIRO, S.N. Massas cerâmicas para telhas: características e comportamento de queima. *Cerâmica*, v.49, n.312, p.245-250, dez. 2003-a.
- VIEIRA, C.M.F.; MONTEIRO, S.N. Influência da temperatura de queima na microestrutura de argilas de Campos dos Goyatacazes-RJ. *Cerâmica*, v.49, n.309, p.06-10, mar.2003-b.
- VIEIRA, C.M.F.; FEITOSA, H.F.; MONTEIRO, S.N. Avaliação da secagem de cerâmica vermelhas através da curva de bigot. *Cerâmica Industrial*, v.8, n.2, p.42-46, jan./fev.2003-c.
- VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e linguagem*. Lisboa: Antídoto, 1979. 213 p.
- KAMIMURA, H.; KAKIMOTO, K. Materials science education in Japan. *Materials Science and Engineering*, v.A 199, p.15-21, 1995.

ANEXO I

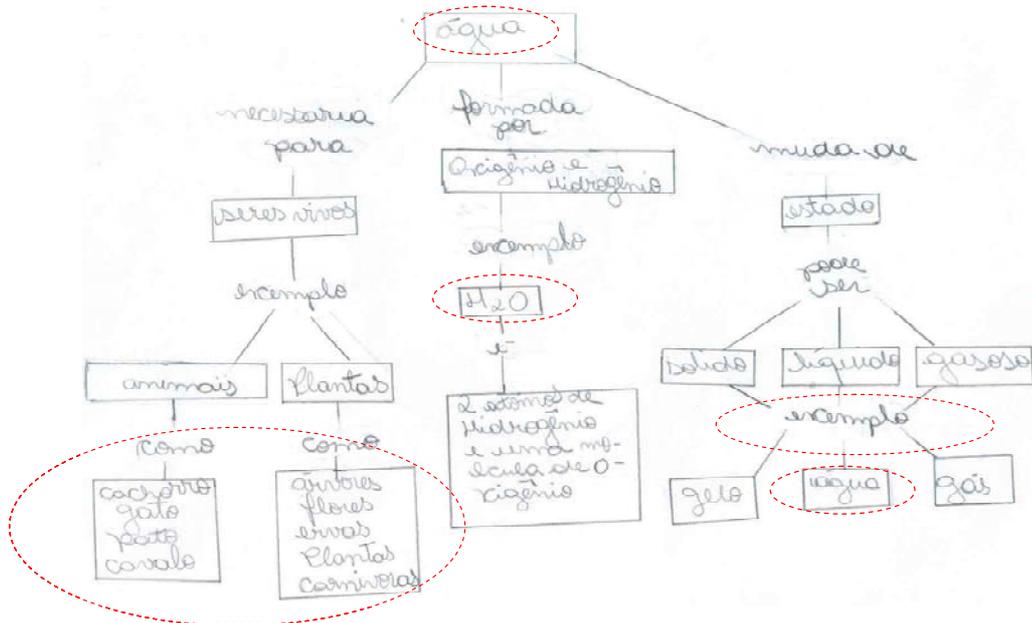


Figura 1: Mapa conceitual elaborado por Dn. O mapa apresenta: a) repetição do conceito água; b) as palavras gelo, água e gás estão ligadas aos conceitos sólido, líquido e gasoso, generalizando os exemplos e c) possui vários exemplos na mesma figura geométrica.

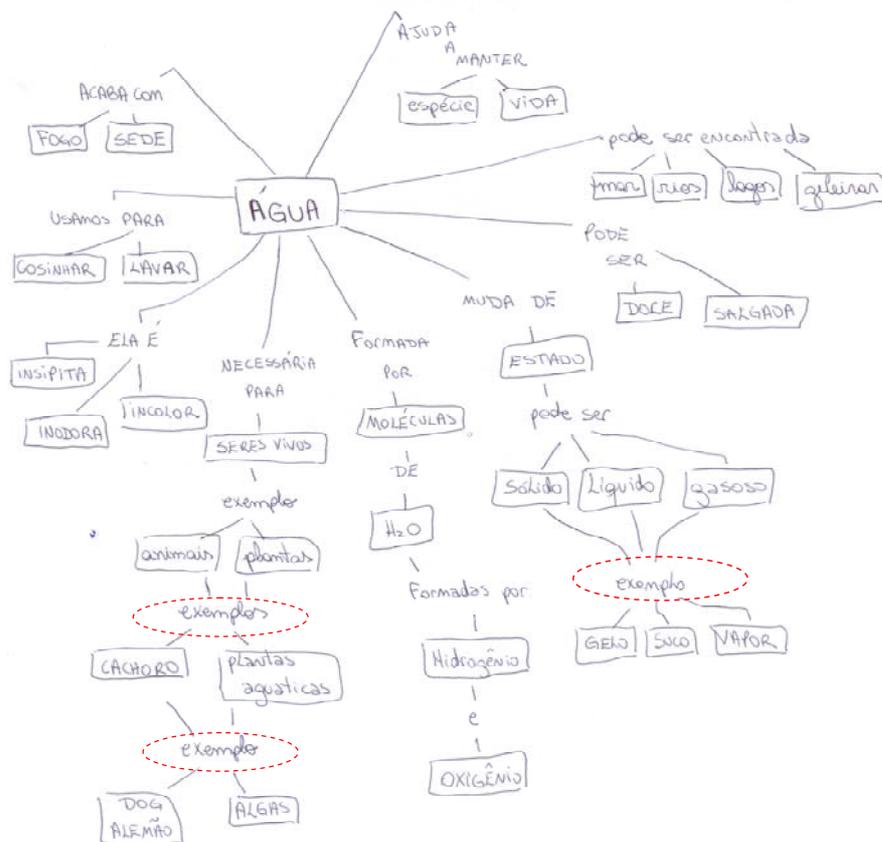


Figura 2: Mapa conceitual elaborado por Ld. O mapa apresenta generalização de exemplos em três locais distintos do mapa e repetição do conceito água.

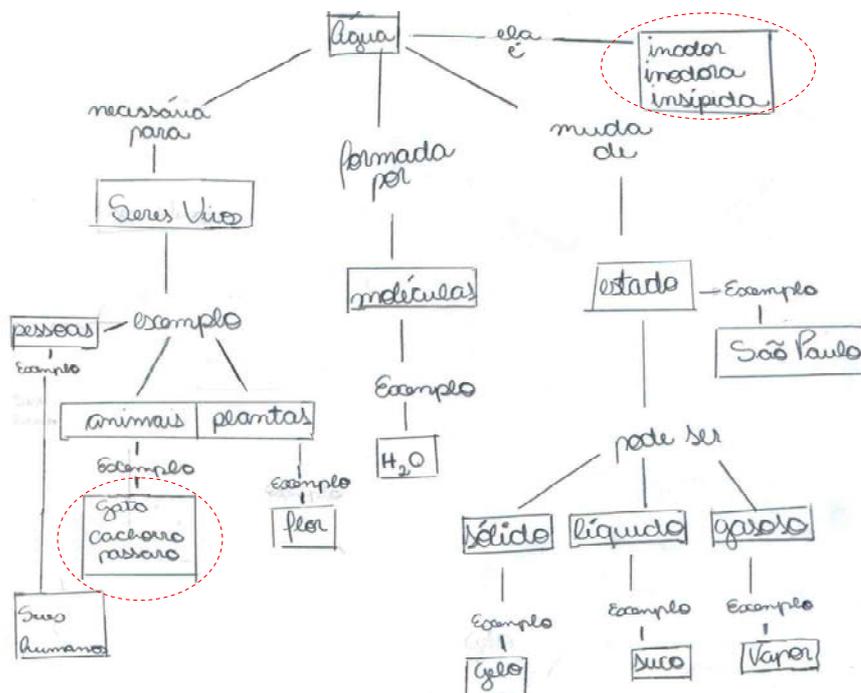


Figura 3: Mapa conceitual elaborado por An. O mapa apresenta: a) os exemplos gato, cachorro e pássaro na mesma figura geométrica, e b) os conceitos incolor, inodoro e insípida na mesma figura geométrica e repetição do conceito água.



Figura 4: Mapa conceitual elaborado por Ja. O mapa apresenta: a) quase todas as palavras de ligação circuladas e b) ausência de palavras de ligação entre alguns conceitos e exemplos.

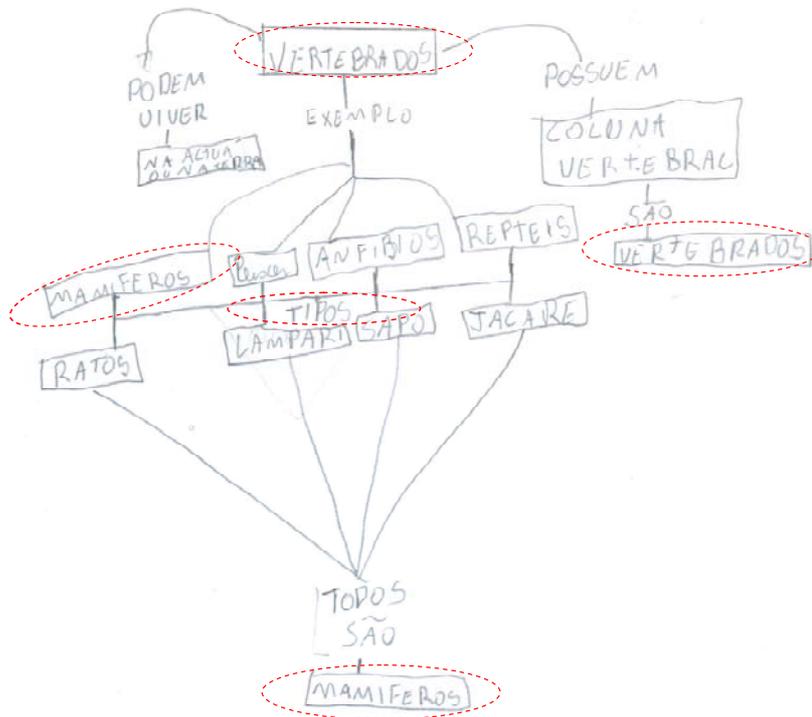


Figura 5: Mapa conceitual elaborado por In. O mapa apresenta: a) generalização de exemplos, e b) repetição dos conceitos vertebrados e mamíferos.

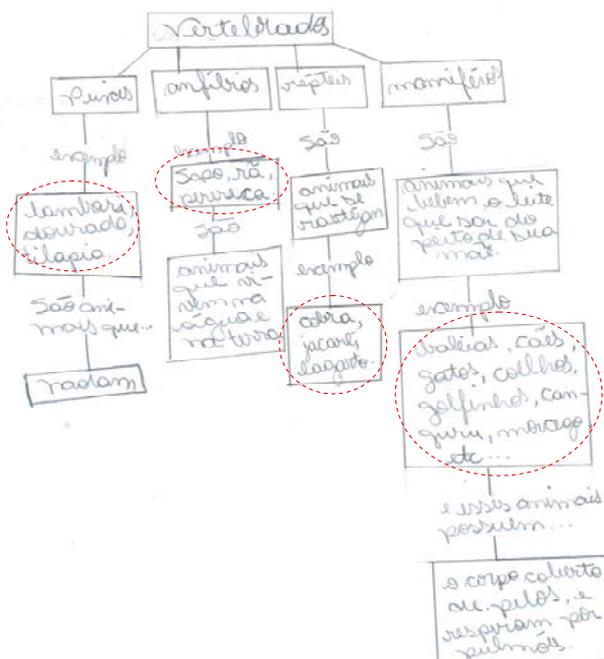


Figura 6: Mapa conceitual elaborado por Dn. O mapa apresenta vários exemplos na mesma figura geométrica.

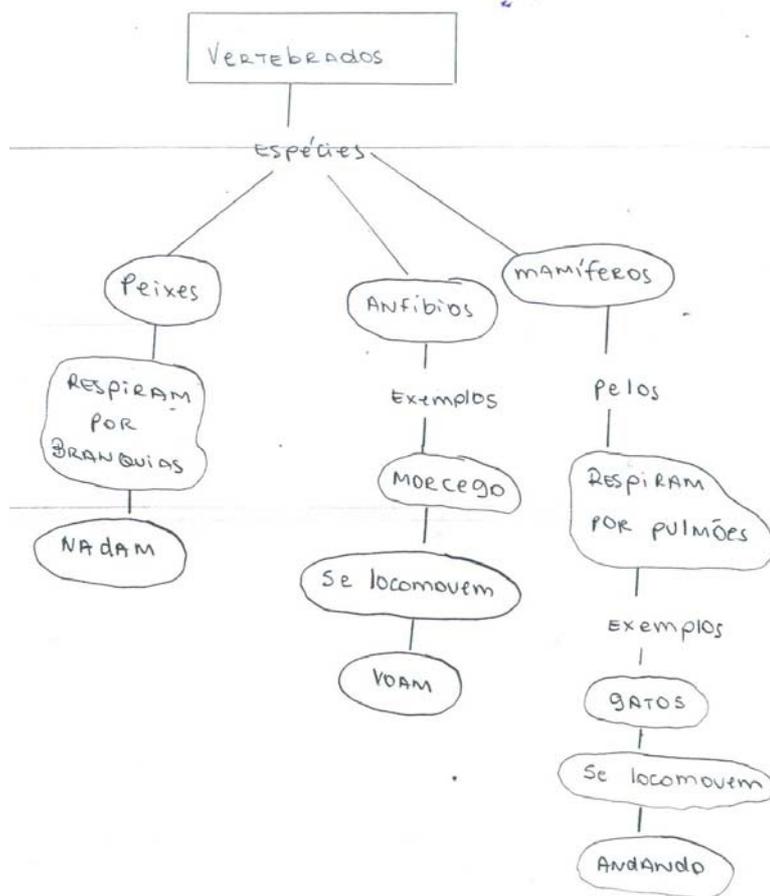


Figura 7: Mapa conceitual elaborado por Mm. O mapa apresenta várias palavras de ligação circuladas.

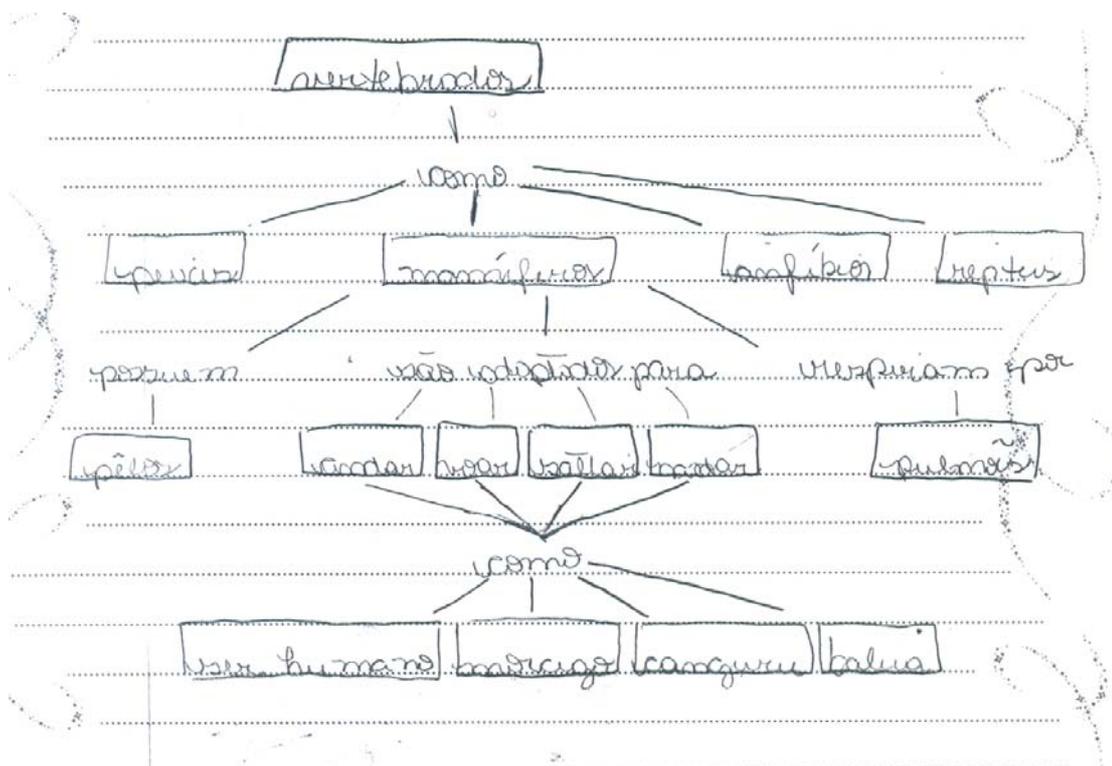


Figura 8: Mapa conceitual elaborado por Gl. O mapa apresenta generalização de exemplos.



Figura 9: Mapa conceitual elaborado por Mh. O mapa apresenta repetição do conceito “dois ambientes” e água.



Figura 10: Mapa conceitual elaborado por Ja. O mapa apresenta a) várias palavras de ligação circuladas e b) ausência de palavras de ligação.

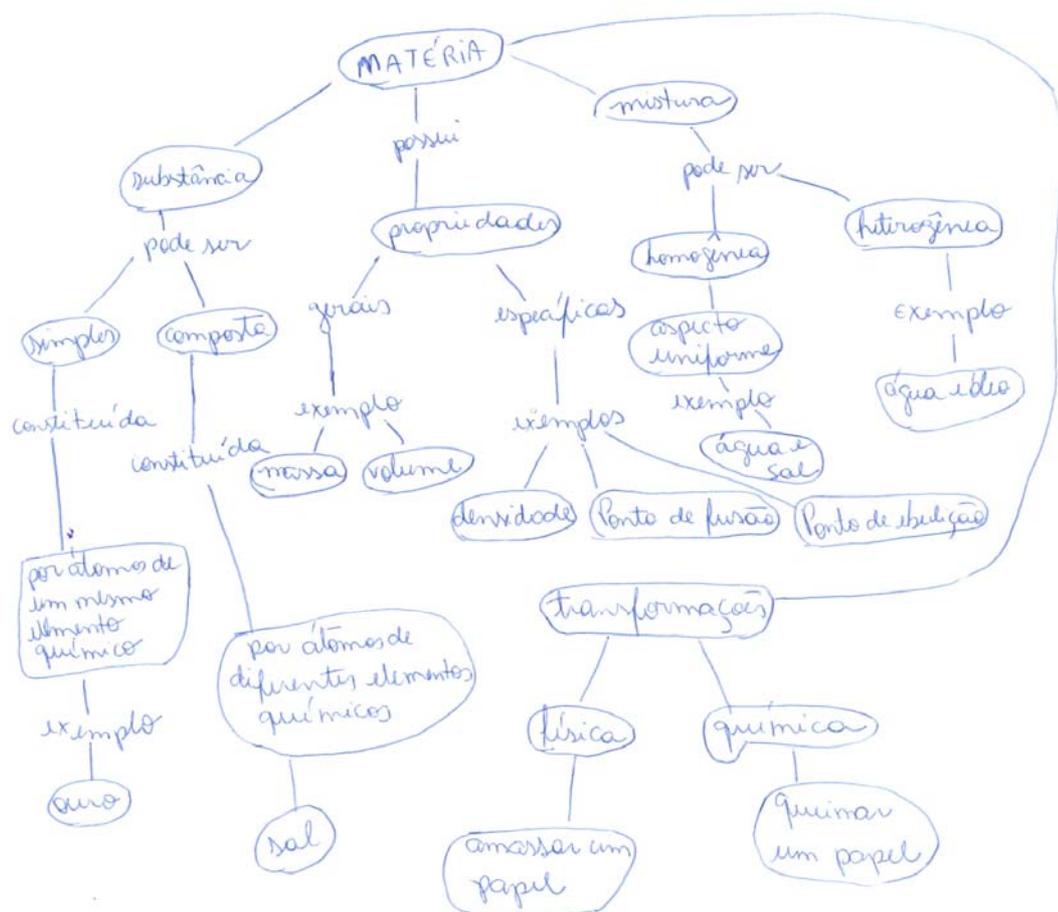


Figura 11: Mapa conceitual elaborado por Ap pertencente à subcategoria A1 por apresentar mais de dezesseis conceitos e na categoria C por ter exemplos dos conceitos.

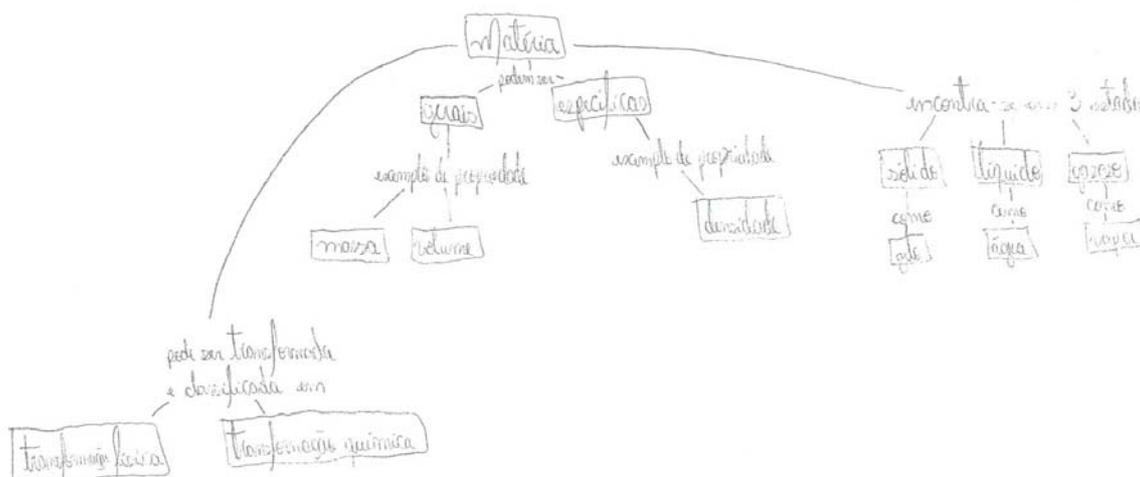


Figura 12: Mapa conceitual elaborado por Gb, pertencente à subcategoria A2 por apresentar menos de dezesseis conceitos e na categoria C por ter exemplos dos conceitos.

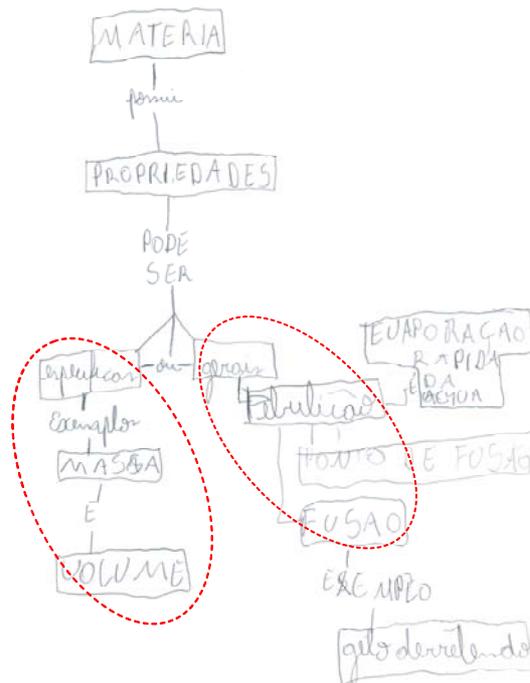


Figura 13: Mapa Conceitual elaborado por In, pertencente à categoria D, pois não relacionou os conceitos ebulição, ponto de fusão e fusão com o conceito “gerais”, e à categoria B por apresentar relação errônea entre os conceitos.

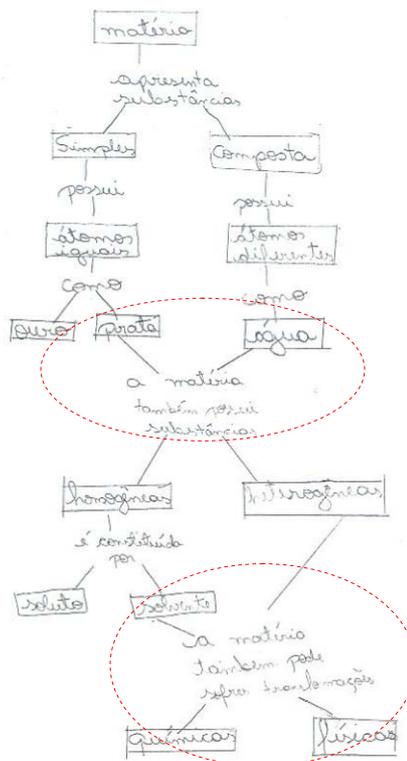


Figura 14: Mapa elaborado por Jn, pertencente a categoria B, por apresentar relações errôneas entre os conceitos.

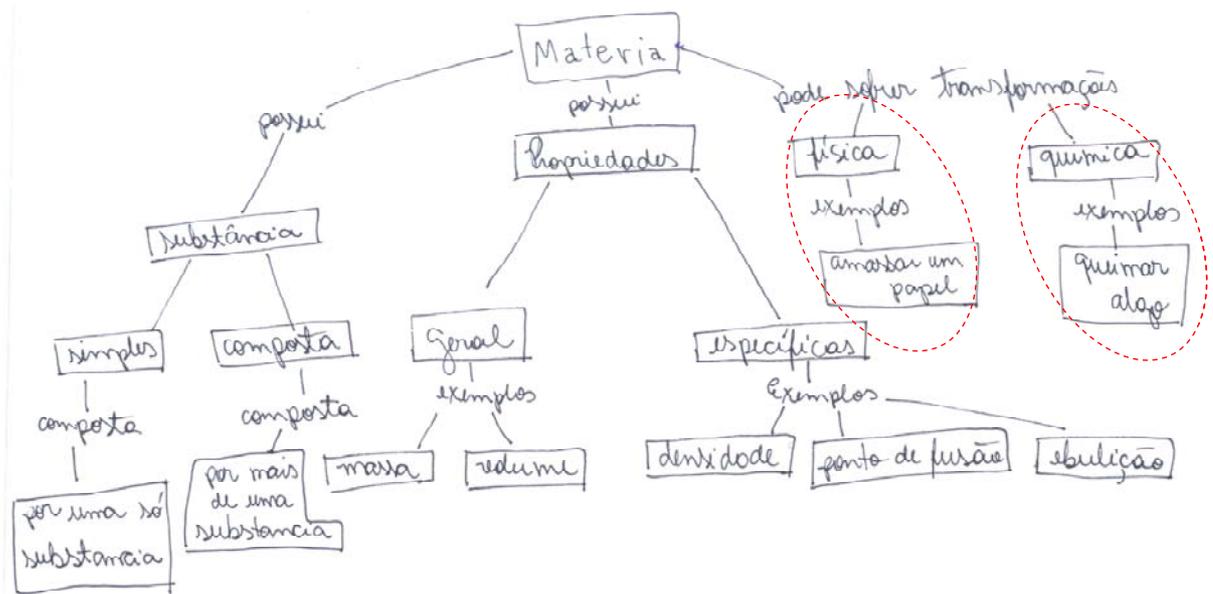


Figura 15: Mapa Conceitual elaborado por Mm pertencente à categoria C, por apresentar exemplo para os conceitos transformação física e química, e na categoria A1 por apresentar dezesseis conceitos e todas as proposições corretas.

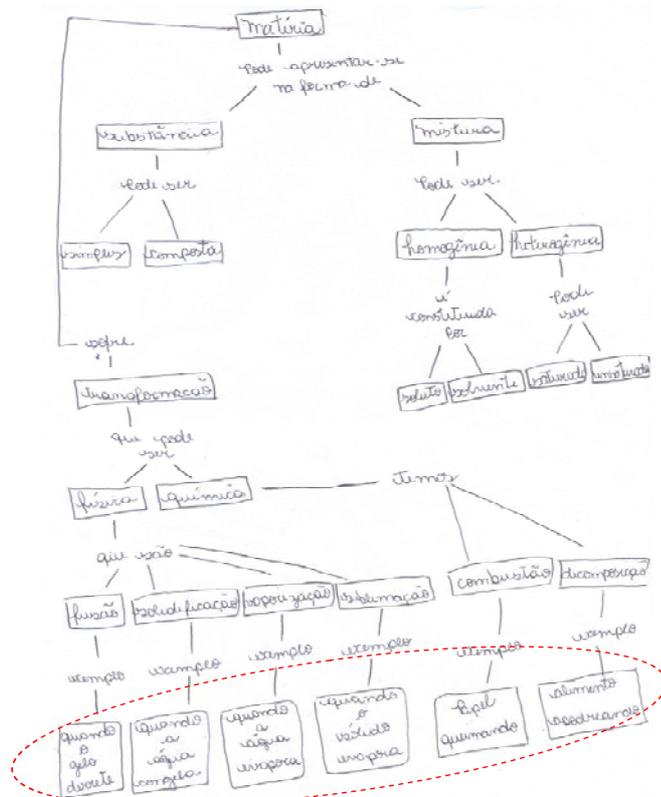


Figura 16: Mapa Conceitual elaborado por G1, enquadrado na categoria C por apresentar exemplos dos conceitos fusão, solidificação, vaporização, sublimação, combustão e decomposição, e na categoria A1 por ter mais de dezesseis conceitos e todas as proposições corretas.

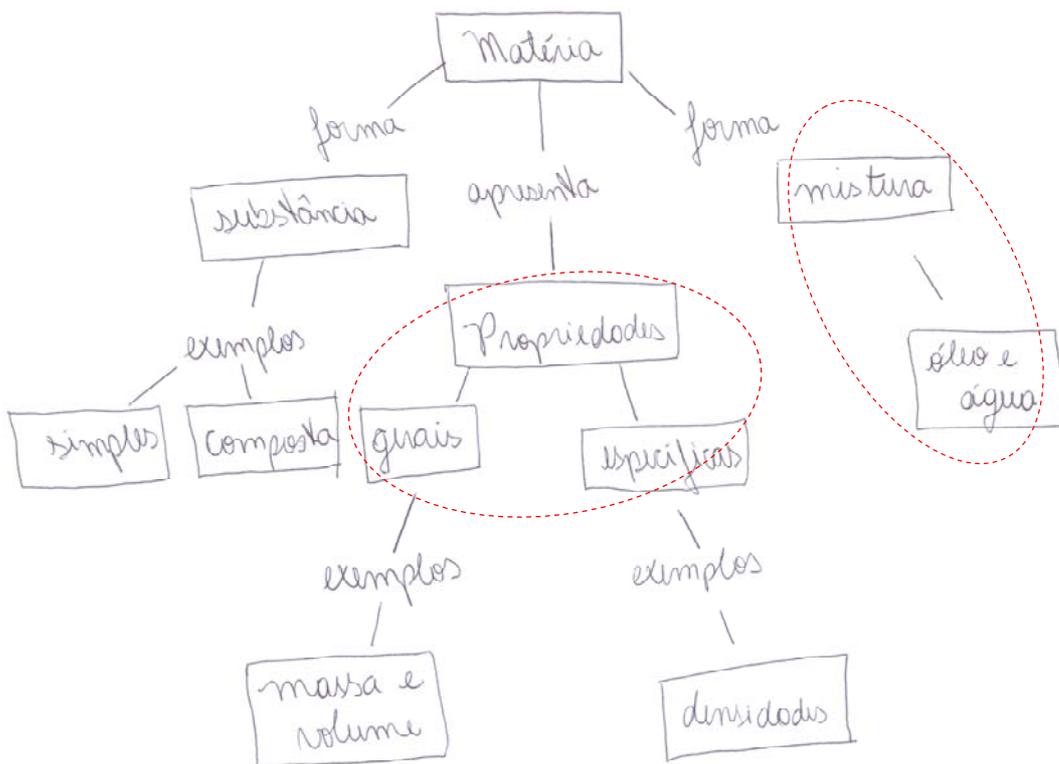


Figura 17: Mapa elaborado por Ja pertencente à categoria D, por não ter relacionado os conceitos mistura com “óleo e água”, e gerais e específicas com propriedades, e na categoria A2, por apresentar menos de dezesseis conceitos.

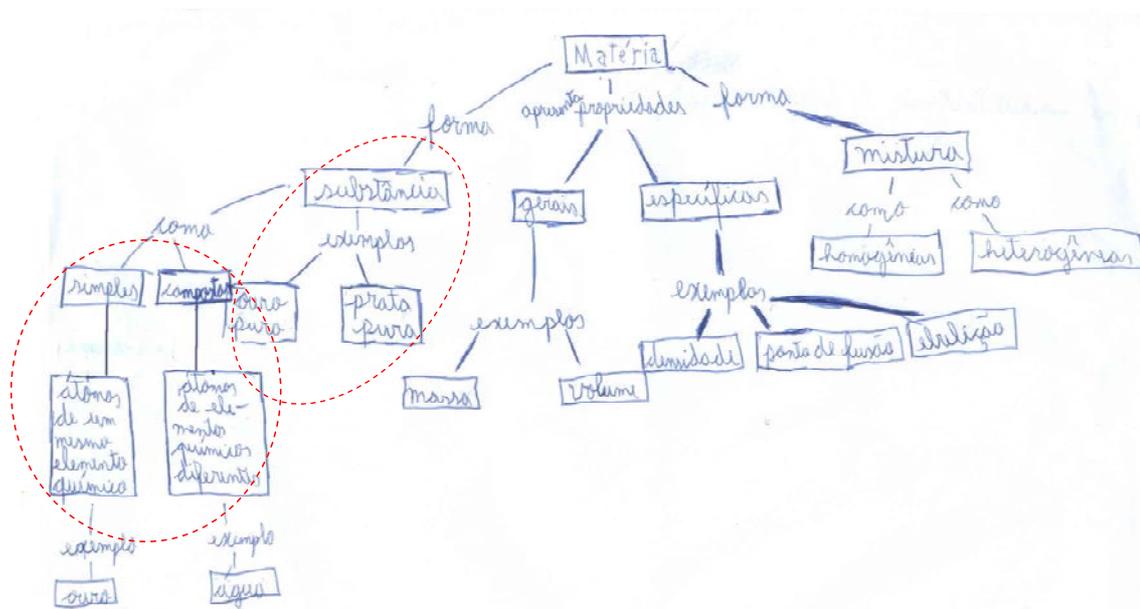


Figura 18: Mapa Conceitual elaborado por W1 pertencente à categoria D por não ter relacionado os conceitos simples com “átomos de um mesmo elemento químico” e composta com “átomos de elementos químicos diferentes”, na categoria C por ter exemplos, e em A1, por ter mais de dezesseis conceitos.

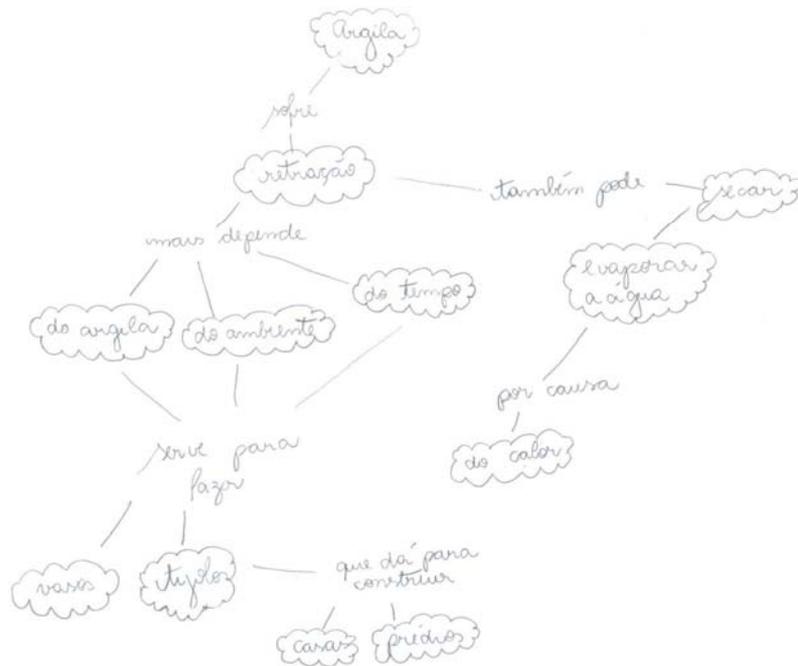


Figura 19: Mapa elaborado por An, em que o conceito de maior nível hierárquico é argila.

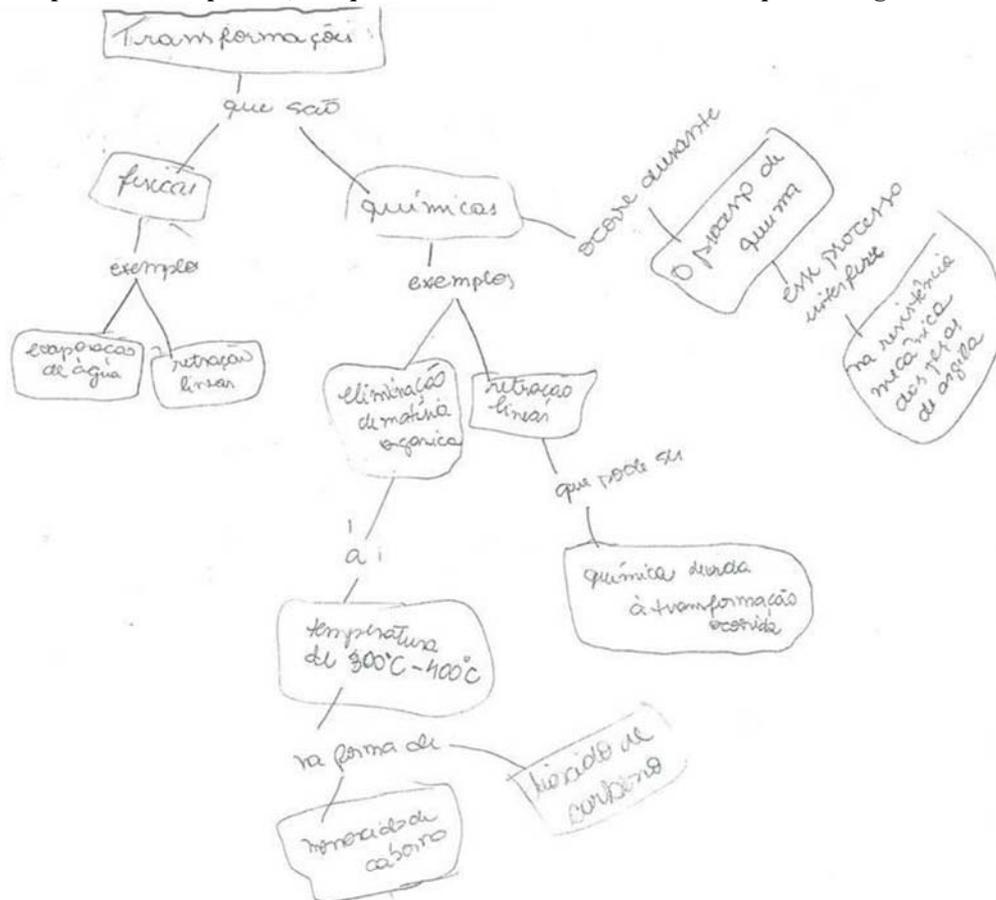


Figura 20: Mapa elaborado por Dn, em que o conceito de maior nível hierárquico é “transformações”.

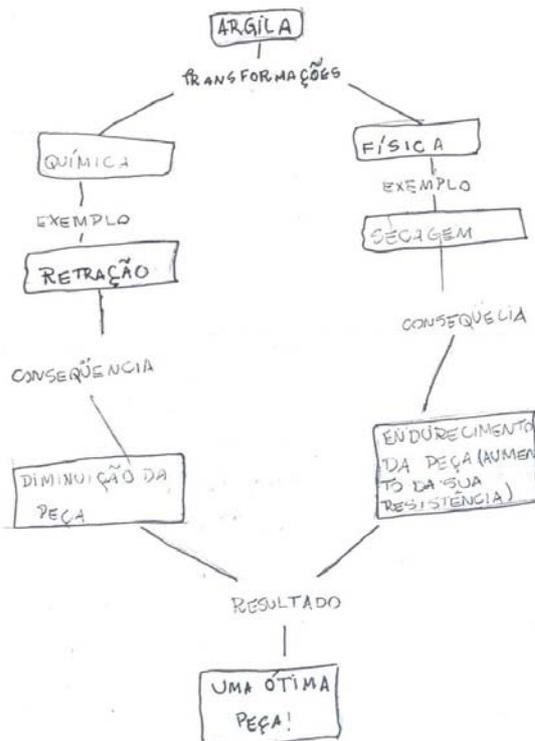


Figura 21: Mapa elaborado por Mm e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.

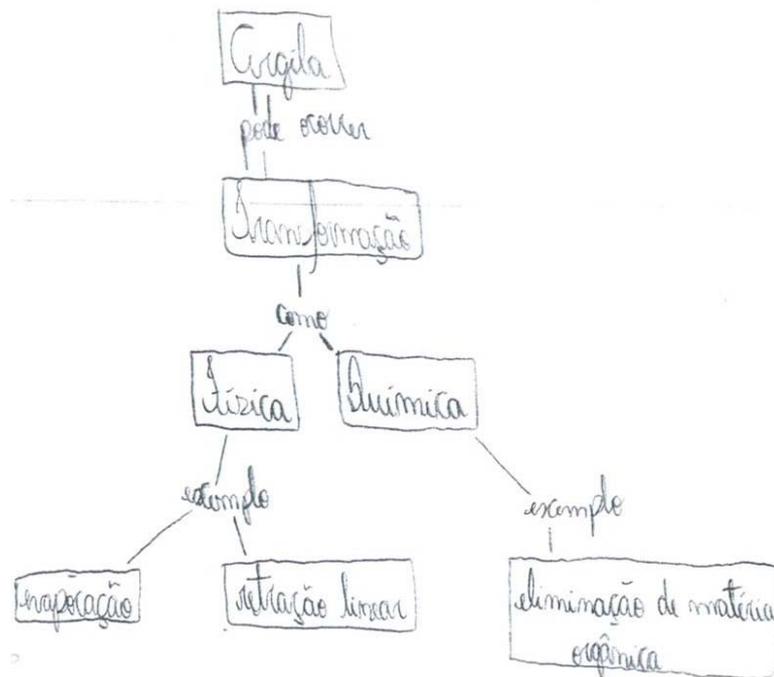


Figura 22: Mapa elaborado por Gb e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.

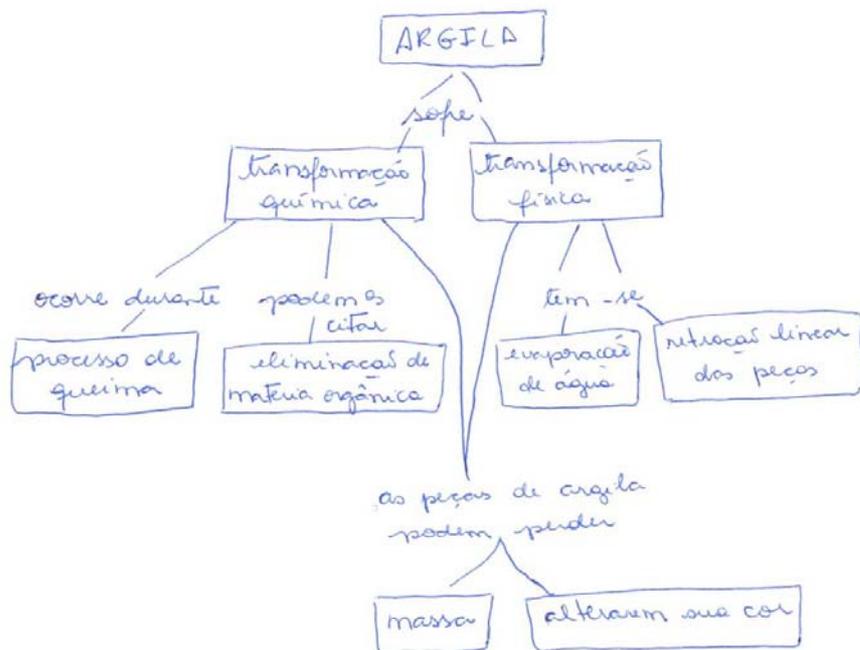


Figura 23: Mapa elaborado por AI e pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas.

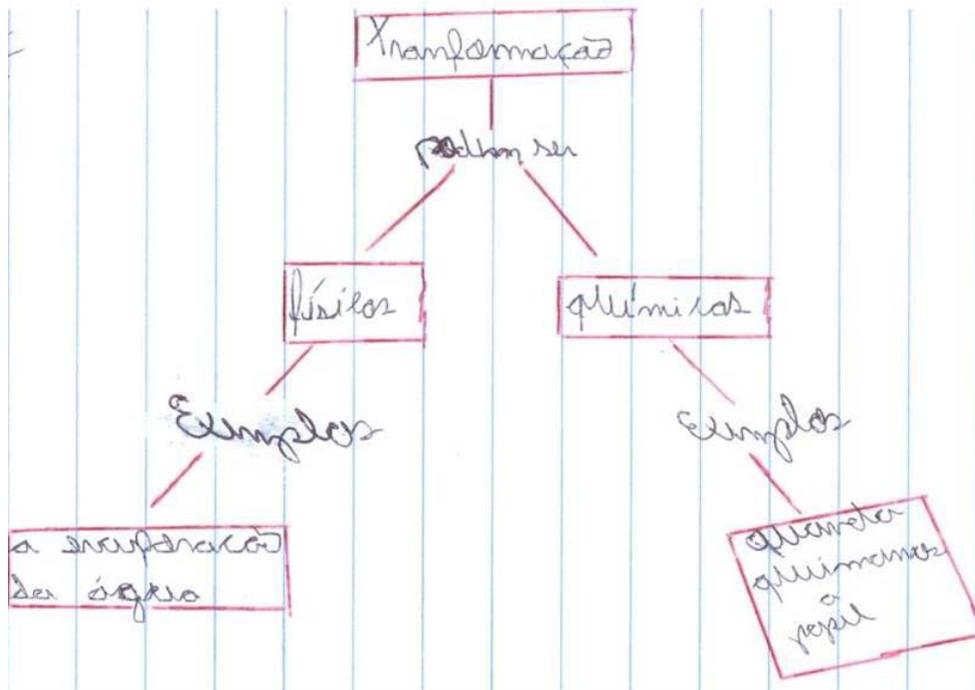


Figura 24: Mapa elaborado por As e pertencente a subcategoria A2 por ter menos de seis conceitos e todas as proposições corretas.

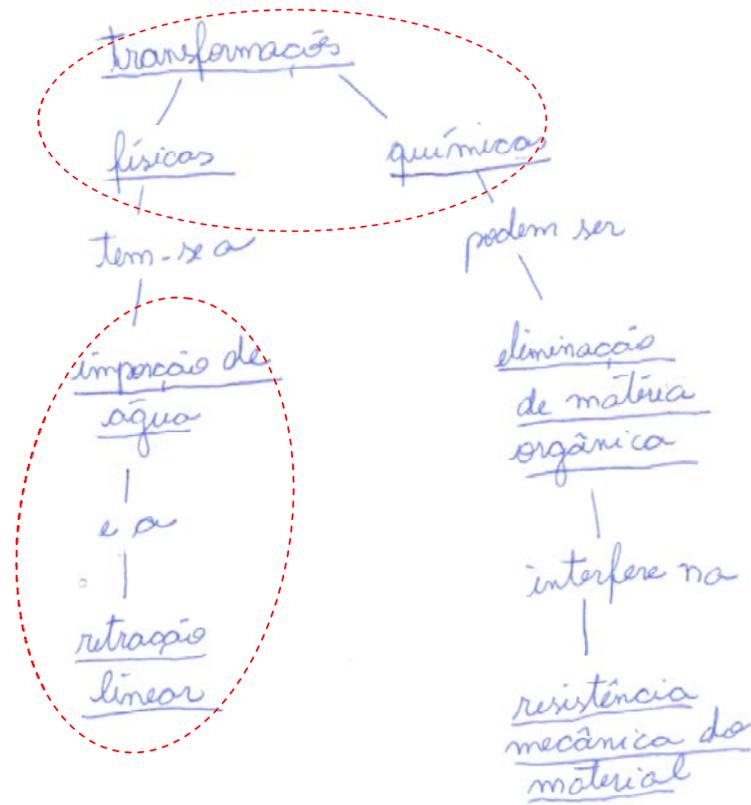


Figura 25: Mapa elaborado por Pm, pertencente a categoria B, pois apresenta relação errônea entre os conceitos “evaporação de água” e “retração linear” .

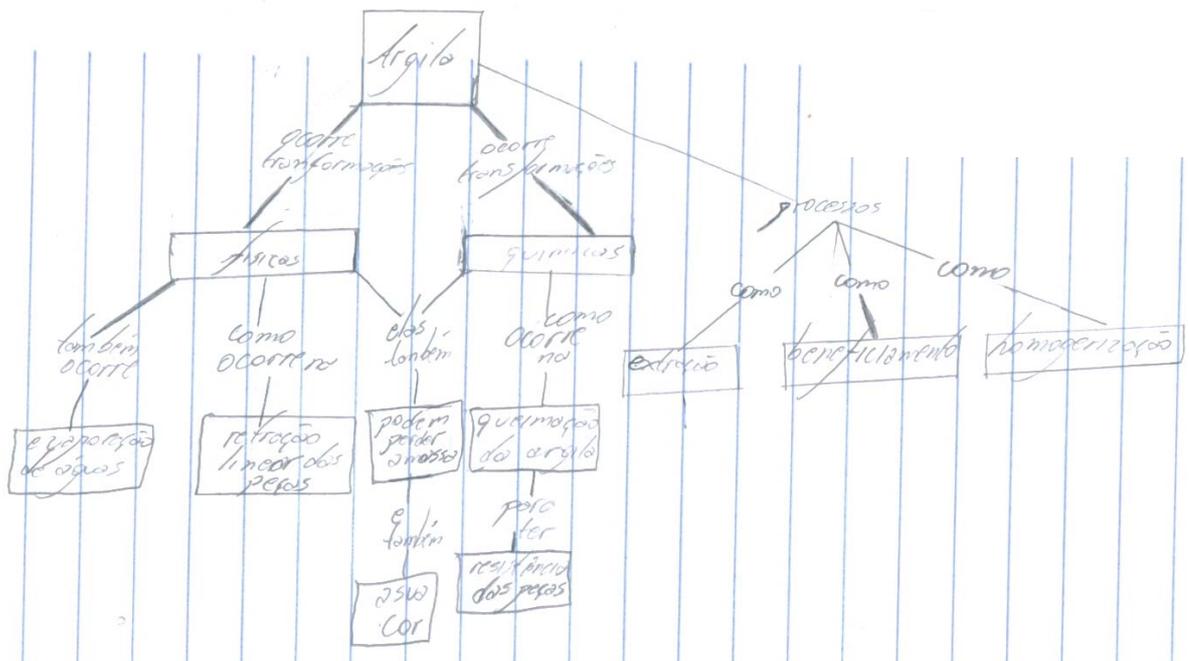


Figura 26: Mapa elaborado por Rf, pertencente a categoria B, pois apresenta relação errônea entre os conceitos “podem perder a massa” e “a sua cor”.

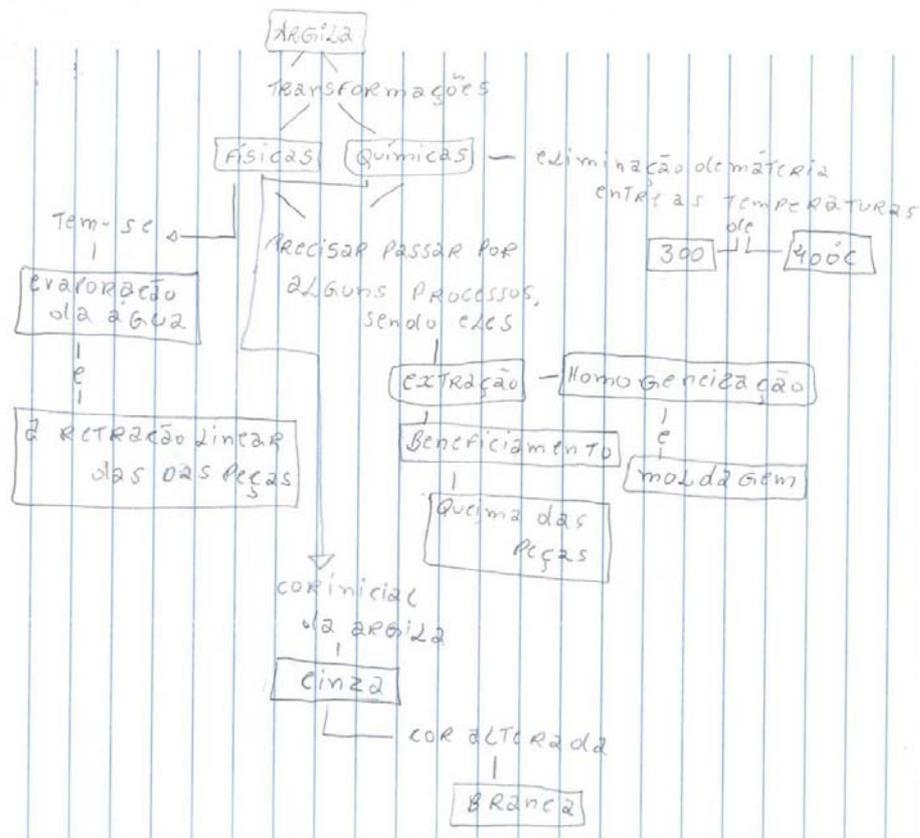


Figura 27: Mapa elaborado por Av, pertencente nas categorias B por apresentar relação errônea entre os conceitos “evaporação de água” e “a retração linear das peças” e entre os conceitos “homogeneização” e “moldagem”, e na categoria D por ter ausência de relação entre conceitos.

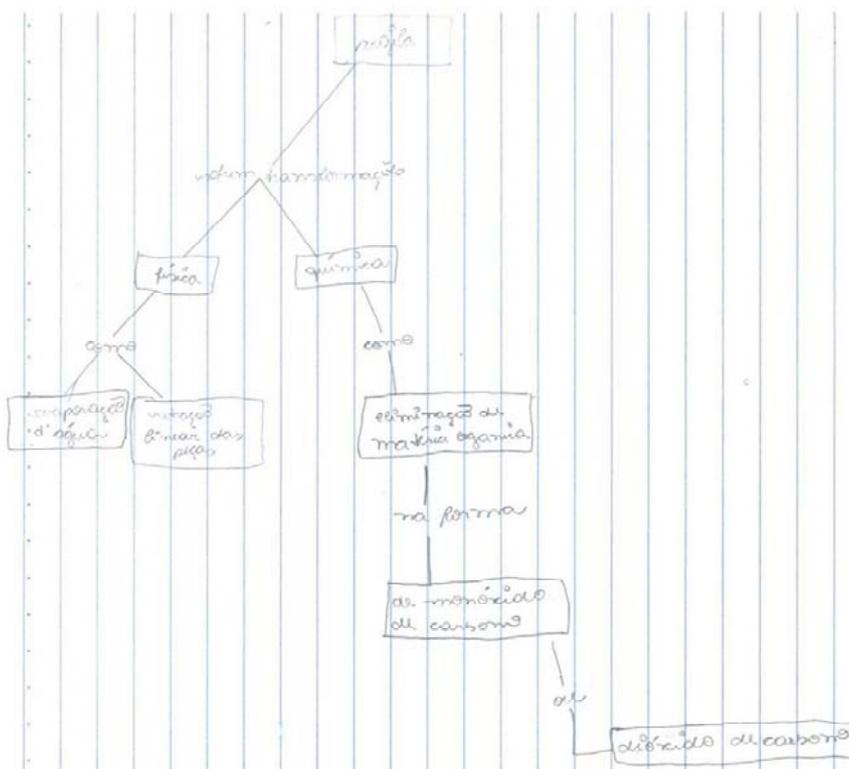


Figura 28: Mapa elaborado por Rn, pertencente a categoria B por apresentar relação errônea entre os conceitos “de monóxido de carbono” e “dióxido de carbono”.

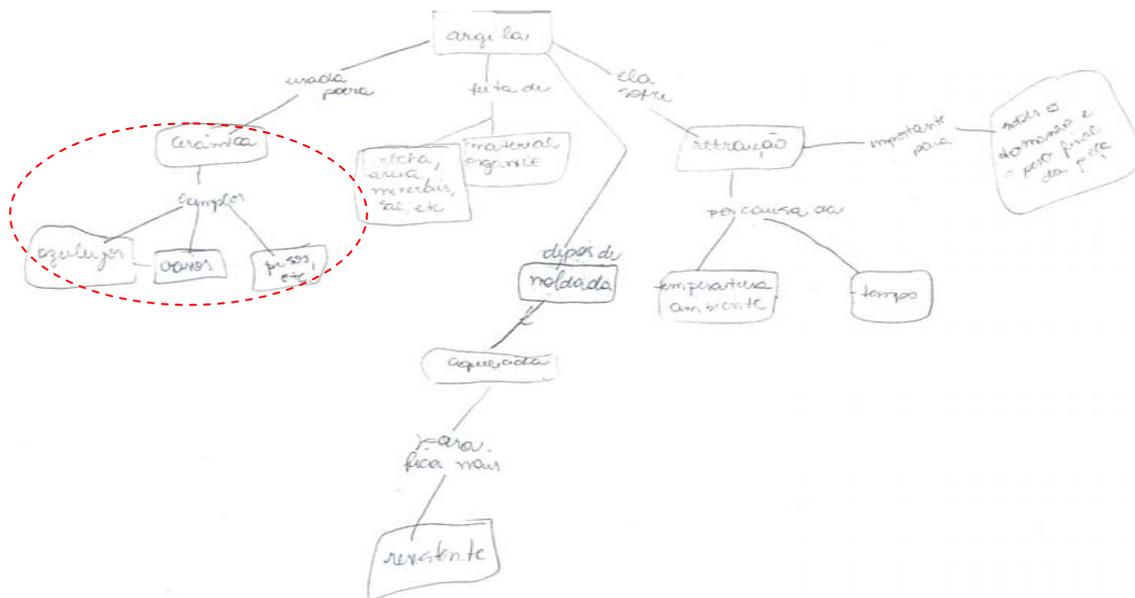


Figura 29: Mapa elaborado por Tz, pertencente nas subcategoria A1 por apresentar mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria C por ter exemplos de conceitos.

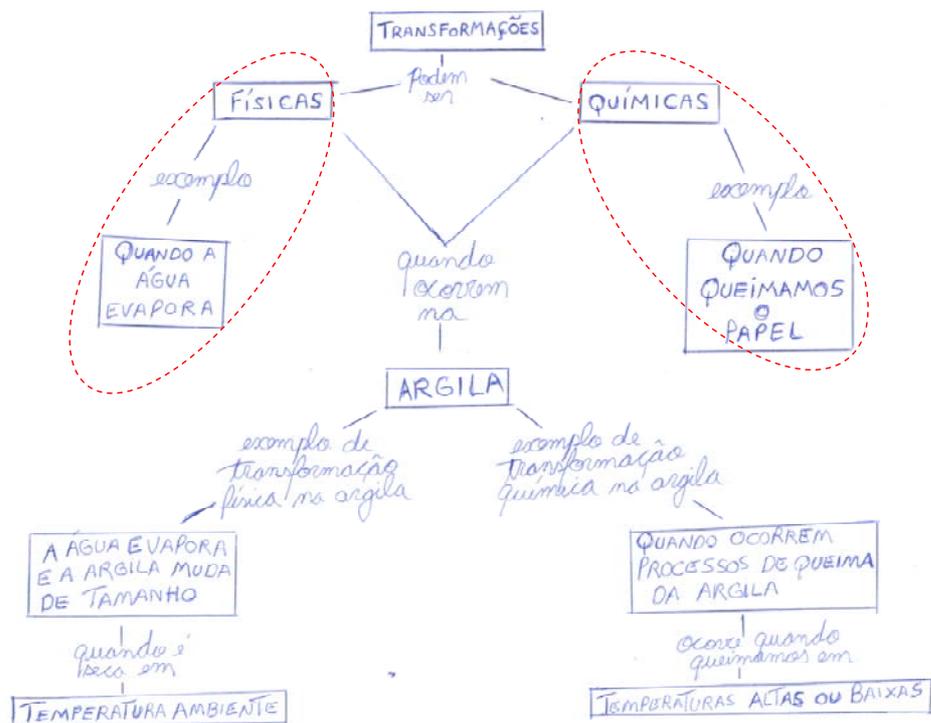


Figura 30: Mapa elaborado por Mh, pertencente o na subcategoria A1 por apresentar mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria C por ter exemplos de conceitos.

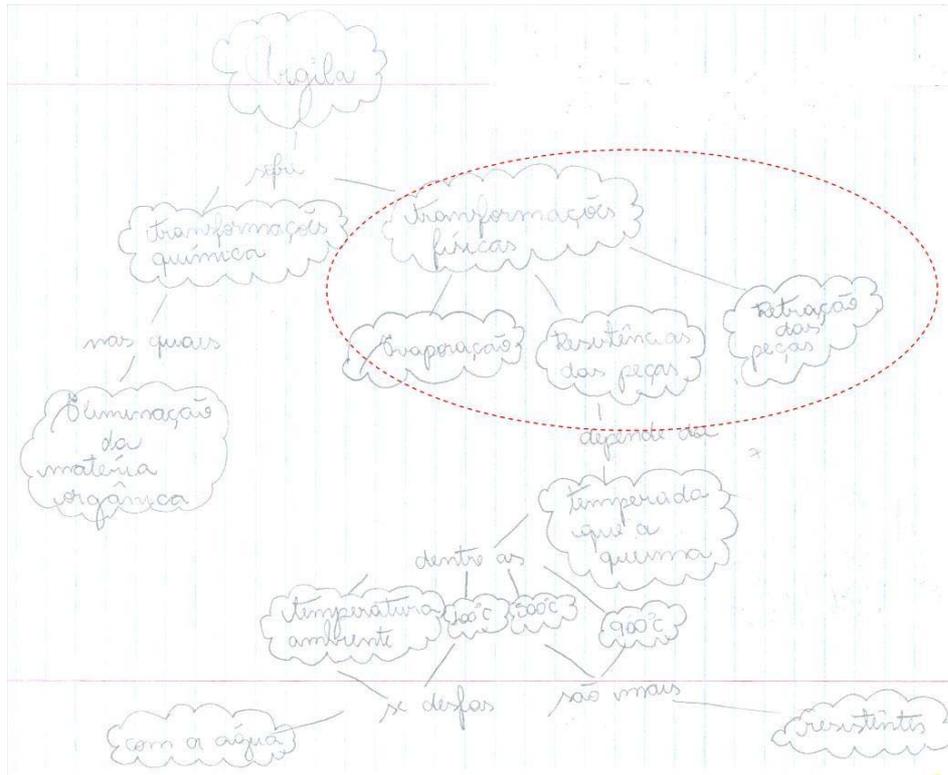


Figura 31: Mapa elaborado por Br, pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria D por ter ausência de relação entre os conceitos.

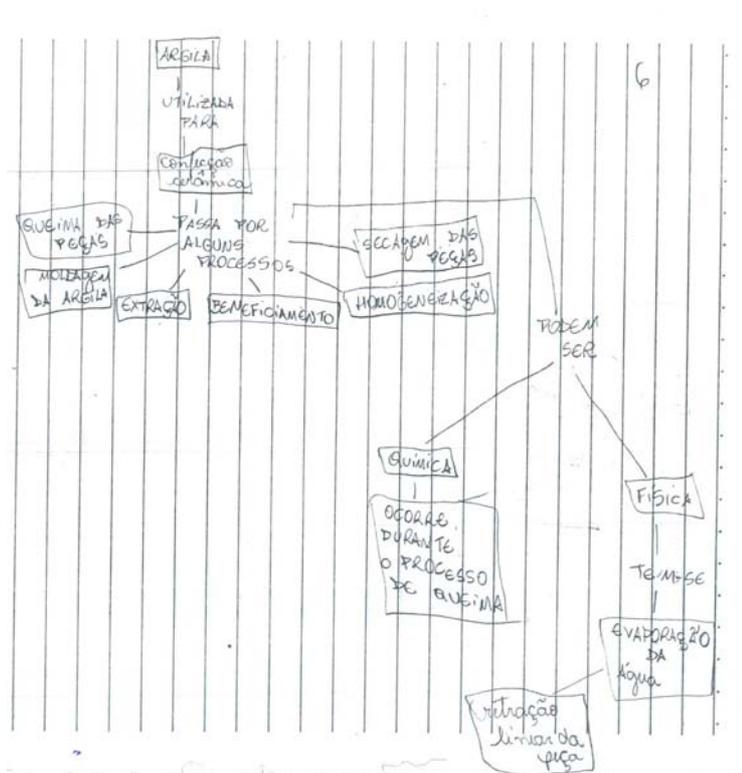


Figura 32: Mapa elaborado por Mq, pertencente a subcategoria A1 por ter mais de seis conceitos e todas as proposições corretas, e na categoria D por ter ausência de palavras de ligação entre alguns conceitos.

APÊNDICE I



Figura 1: Massa de Argila branca utilizada na preparação dos tijolos.



Figura 2: Massa sendo prensada manualmente.



Figura 3: Tampa sendo prensada



Figura 4: Massa de argila no molde após a prensagem da tampa.

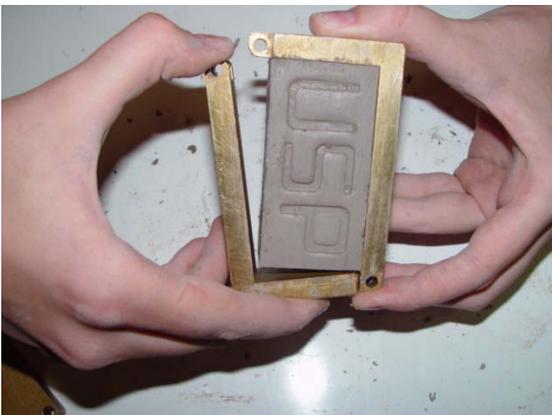


Figura 5: Borda do molde sendo retirada.



Figura 6: Tijolo sendo retirado do molde.

APÊNDICE II

QUESTIONÁRIO

1. Explique o que você entende pelas palavras a seguir e monte uma frase para cada uma delas.

- Matéria
- Massa
- Volume
- Densidade
- Porosidade
- Retração
- Cerâmica
- Argila

2. O que é uma transformação física? E uma transformação química? Forneça alguns exemplos para cada caso.

3. O que significa para você a palavra substância e a palavra mistura? Forneça exemplos.

4. Explique o que você entende por mistura homogênea e mistura heterogênea. Forneça exemplos.

5. Explique o que você entende por:

- temperatura de fusão e ebulição

APÊNDICE III

Os Vertebrados

O grupo dos vertebrados é bastante diversificado, sendo conhecido cerca de 40 mil espécies, dentre elas, peixes, anfíbios, répteis e mamíferos. Dentre os vertebrados falaremos dos Mamíferos. Os mamíferos são vertebrados que possuem o corpo coberto por pêlos (pelo menos em alguma fase da vida) e respiram por pulmões. A locomoção dos mamíferos é muito variada. Há os adaptados para andar, como o ser humano; para voar, como o morcego; para saltar, como o canguru; e para nadar, como o golfinho e a baleia.

APÊNDICE IV

A matéria

Conforme estudamos anteriormente a matéria possui várias propriedades, as quais são classificadas em gerais ou específicas. Somente com as propriedades gerais não é possível identificar nenhum tipo de matéria, enquanto com as específicas a identificação é possível. A propriedade massa e volume encaixa-se nas propriedades gerais e podem ter qualquer valor. Por exemplo, podemos ter os valores da massa e do volume do cobre (material utilizado nos fios elétricos) correspondente entre um poste e outro, entre uma cidade e outra ou ainda o valor em um centímetro de fio. Estas informações não são suficientes para identificarmos que o material utilizado nos fios é o cobre. Entretanto, se dividirmos a massa do material, no caso o cobre, pelo respectivo volume, obteremos a sua densidade, que é igual a $8,96 \text{ g/cm}^3$. Este valor é encontrado nos três casos para qualquer quantidade de cobre a 25°C .

Semelhantemente, podemos ter qualquer massa e volume de água, porém, dividindo-se a massa pelo respectivo volume, obteremos sempre o mesmo valor de densidade, isto é, $1,0 \text{ g/cm}^3$ a 20°C . Assim, podemos dizer que a densidade é uma propriedade específica, pois com ela é possível identificar cada tipo de material. Em resumo, massa e volume são propriedades gerais enquanto densidade, ponto de fusão e ebulição são propriedades específicas.

A matéria pode apresentar-se na forma de substância ou mistura. O primeiro caso ocorre quando temos um só tipo de matéria e o segundo quando temos dois ou mais tipos de matéria misturada. Por exemplo, quando dizemos ouro puro e prata pura, a palavra puro ou pura significa que a matéria ouro ou prata não contém nenhuma impureza, ou seja, esse tipo de matéria é constituída somente do elemento ouro ou prata e nada mais. Desse modo dizemos substância ouro e substância prata.

A substância pode ser simples ou composta: ela é simples quando constituída por átomos de um mesmo elemento químico e composta quando constituída por átomos de elementos químicos diferentes. Vejamos dois exemplos: o ouro é constituído somente por átomos de ouro sendo, portanto classificado como substância simples, já a água é constituída por diferentes tipos de átomos, sendo eles o hidrogênio (H) e oxigênio (O), sendo, portanto uma substância composta.

Quando juntamos duas ou mais substâncias em qualquer quantidade, obtemos como resultado uma mistura que pode ser homogênea (também chamado de solução) ou

heterogênea. As misturas homogêneas têm aspectos uniformes em toda a sua extensão enquanto as heterogêneas não. Por exemplo, quando temos o açúcar ou sal dissolvido em água a mistura é homogênea e quando temos óleo e água a mistura é heterogênea.

Uma mistura homogênea é constituída por soluto e solvente. O soluto é a substância dissolvida e o solvente é a substância que dissolve o soluto. No caso da mistura de água e açúcar, a água é considerada o solvente e o açúcar, o soluto. A mistura homogênea pode ser saturada, quando não conseguimos mais dissolver o soluto, e insaturada, quando o soluto ainda pode ser dissolvido.

Toda a matéria pode sofrer transformação. Mas o que é transformar? Segundo o dicionário Aurélio transformar é dar nova forma, mudar, modificar e transfigurar. As transformações que ocorrem na matéria podem ser de ordem física ou química. Na transformação física a natureza da substância não se altera, ou seja, antes e após a transformação temos a mesma substância. Contrariamente, na transformação química a natureza de uma ou mais substâncias é alterada, isto é, antes e após essa transformação temos diferentes substâncias.

Vejamos inicialmente algumas transformações físicas e depois algumas transformações químicas. Conforme sabemos a matéria pode apresentar-se em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. As diferentes passagens de um estado físico para outro recebem nomes especiais. Quando o gelo derrete (funde) ocorre à passagem do estado sólido para o líquido, ocorrendo a fusão do material. Se a água no estado líquido for colocada no congelador por algum tempo, devido a diminuição da temperatura, ela irá novamente atingir o estado sólido, transformando-se em gelo: a esta passagem do estado líquido para sólido damos o nome de solidificação. Nos dois casos, a matéria água continua sendo água, mudando apenas de estado físico. Uma outra mudança que pode ocorrer é a vaporização, nela há a passagem do material do estado líquido para vapor. A vaporização pode ocorrer, por exemplo, quando colocamos água para ferver em uma chaleira ou quando colocamos roupas no varal para secar.

Alguns tipos de matéria podem passar direto do estado sólido para o gasoso: a esta transformação damos o nome de sublimação. Um exemplo de sublimação ocorre com as bolinhas de naftalina (colocadas em guarda roupas para evitar que as traças ataquem as roupas), com o passar do tempo elas vão diminuindo de tamanho, pois passam diretamente do estado sólido para o gasoso. Todas estas mudanças são transformações físicas, pois a natureza da matéria não foi alterada. Essas mudanças estão relacionadas com o aumento ou diminuição da temperatura, e em muitos casos depende também da pressão exercida no material.

Na transformação química ocorre mudanças na natureza da matéria, ou seja, antes da transformação, existe um tipo de matéria e depois da transformação temos outro tipo. Como exemplos deste tipo de transformação temos a combustão e decomposição. Na combustão, ocorre a queima dos materiais como a de uma vela, de papel e álcool: após a queima todos estes materiais se transformam em materiais diferentes. Na decomposição certos compostos são submetidos a algum tipo de energia, como eletricidade e calor, o que ocasiona a sua decomposição, ou seja, separam-se em substâncias mais simples.

APÊNDICE V

Transformações físicas e químicas que ocorrem no processo de produção de peças cerâmicas feitas de argila

Para a confecção de cerâmica a argila precisa passar por alguns processos, sendo eles: extração, beneficiamento, homogeneização e moldagem da argila, secagem das peças a temperatura ambiente e queima das peças. Durante algumas destas etapas a argila sofre transformações que podem ser químicas ou físicas. Como transformação física tem-se a evaporação de água e a retração linear das peças. Esta última pode ocorrer também devido a transformações químicas ocorridas nas peças.

Como transformações químicas podemos citar a eliminação de matéria orgânica entre as temperaturas de 300 - 400°C, na forma de monóxido de carbono e/ou dióxido de carbono. As transformações químicas ocorrem durante o processo de queima. Este processo interfere na resistência mecânica das peças de argila, pois se a peça for queimada em temperaturas baixas, elas podem apresentar uma quantidade elevada de poros, o que diminui a resistência mecânica do material.

Em decorrência de algumas transformações químicas e físicas as peças de argila podem perder massa e alterarem sua cor. Por exemplo, no mostruário dos tijolos da argila branca a cor inicial da argila era cinza e conforme a temperatura de queima a cor foi alterando até chegar à coloração branca.

APÊNDICE VI

Roteiro do Experimento: Retração das peças de argila

Objetivos

Verificar a retração das peças de argila em relação ao tempo de secagem à temperatura ambiente.

Materiais

- Argila
- Molde
- Vaselina
- Água
- Régua

Procedimentos experimentais

Retire uma quantidade de argila suficiente para a moldagem da peça, amasse bem a massa. Passe vaselina no molde prenda-o com os pinos e acomode a massa procurando preencher todos os espaços do molde, retire o excesso com uma régua e prenda a tampa sobre o molde. Retire a tampa, abra o molde com cuidado, se necessário retire as rebarbas passando um pouco de água sobre a superfície da peça. Em seguida, meça o comprimento, a largura, e altura da peça e calcule o volume e deixe-a secar em temperatura ambiente. Repita o procedimento a cada 24 horas até completar 96 horas e anote na tabela abaixo.

Tempo	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Volume (cm ³)
Logo após a moldagem				
24 horas				
48 horas				

Discuta as questões abaixo com seus colegas, redija um relatório com os resultados do experimento e com as respostas das questões, e depois elabore um mapa conceitual.

Questões

- 1) Houve alguma alteração no tamanho das peças de argila? Se sim qual a razão?
- 2) Qual a importância em se saber o quanto uma peça de argila retrai depois de moldada?

APÊNDICE VII

Roteiro do Experimento: Verificação da interação da água com peças de argila

Objetivos

Determinar o que acontece quando peças de argila secas em temperatura ambiente e queimadas nas temperaturas de 100, 500 e 900°C, são imersas em água.

Material

- Quatro copos descartáveis.
- Quatro amostras de peças de argila, uma seca somente em temperatura ambiente, uma queimada a 100°C, uma a 500°C e outra a 900°C.
- água
- caneta para marcar os copos

Procedimentos experimentais

Anote em cada copo uma temperatura de queima da argila e um a temperatura ambiente. Coloque cada peça de argila em seu respectivo recipiente. Em seguida coloque água nos copos e observe se há alguma mudança nas peças. Espere por um período de 20 minutos e anote o aspecto final de cada peça. Discuta as questões abaixo com seus colegas e redija um relatório contendo os resultados do experimento e as respostas das questões.

Faça um mapa conceitual sobre o experimento.

Questões

- 1) O que aconteceu com cada amostra de argila? Explique?
- 2) Qual a importância em se saber como a água interage com as peças de argila? Como esta informação pode ter influência em nossas vidas?