UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE EDUCAÇÃO
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA INTERUNIDADES
EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**Reflexões sobre as interações entre Ciência,
Tecnologia e Sociedade (CTS) por meio do
mapeamento conceitual: um estudo de caso
sobre os ingressantes da Escola de Artes,
Ciências e Humanidades (EACH)**

Bruno Xavier do Valle

São Paulo
2012

BRUNO XAVIER DO VALLE

**Reflexões sobre as interações entre Ciência,
Tecnologia e Sociedade (CTS) por meio do
mapeamento conceitual: um estudo de caso
sobre os ingressantes da Escola de Artes,
Ciências e Humanidades (EACH)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de
Ciências, como requisito para a obtenção do título
de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Química

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Arroio

São Paulo
2012

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Valle, Bruno Xavier do

Reflexões sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) por meio do mapeamento conceitual: um estudo de caso sobre os ingressantes da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) - . São Paulo, 2012

(Dissertação de Mestrado) – Universidade de São Paulo.

Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Arroio

Área de Concentração: Educação

Unitermos: 1. Mapas conceituais 2. Educação 3. Ciência 4. Escola de Artes, Ciências e Humanidades EACH USP

USP/IF/SBI-022/2012

FOLHA DE APROVAÇÃO

Bruno Xavier do Valle

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Química

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Agnaldo Arroio_____

Instituição: FEUSP_____ Assinatura: _____

Prof. Dra. Stela Piconez_____

Instituição: FEUSP_____ Assinatura: _____

Prof. Dra. Jerusa Vilhena de Moraes_____

Instituição: UFFRJ_____ Assinatura: _____

*“Todo sujeito é livre
pra conjugar o verbo
que quiser...”*

*“...errado é aquele que
fala correto e não vive
o que diz...”*

(Fernando Anitelli)

Agradecimentos

Aos meus **pais e irmão**.

Simplicidade e honestidade exemplares.

Gratidão eterna ao Seu Sérgio, à Dona Marlene e ao Dudu.

Aos meus **familiares, amigos, padrinhos e afilhados**.

Àqueles que sempre me acolheram como filho, como irmão.

Sempre terão minha lealdade incondicional.

A honra é toda minha.

Aos meus **professores**.

Àqueles que me ensinaram muito mais do eles mesmos imaginam.

Roberto Forte, Fernando e Luís Catalano, Joilson Rodrigues, France de Assis, Cristiane Ribeiro, Cassiano Souza, Alessandro Nery, Melissa Dazzani, Mônica Bertoldo, Lourdes Cunha, Ronaldo Fogo, Eduardo Miranda, Maurício Mazzucco, Luiz Barros, Daily Oliveira, Eduardo Luchesi, Vera Antunes, Maria Luíza Guimarães, Antônio Salles, Sandra Ferrari, Ana Lúcia Deláscio, Odácio Anitelli, Marcelo Palma, Juliana Caldas, Pedro Antunes, Eduardo Mazziotti, Lucas Papp, Luiz Puglisi, Jerson Romano, Pedro Vitoriano, Juliana Naozuca, Cassiana Nomura, Mauro Bertotti, Bayardo Torres, Henrique Toma, Paulo Correia, Cristiano Mattos, Flávio Maximiano, Jerusa Vilhena, Stela Piconez e Agnaldo Arroio.

Aos meus **alunos**.

Àqueles que são o motivo.

Resumo

Reflexões sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) por meio do mapeamento conceitual: um estudo de caso sobre os ingressantes da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH).

A humanidade passa por um intenso momento de transformações sociais, na qual se valoriza a interpretação de fenômenos, a criatividade e o pensamento crítico. Neste sentido, o ensino das ciências da natureza pode contribuir na formação dos cidadãos. Entretanto, no cotidiano escolar prevalece a compartimentalização das disciplinas, o que pode prejudicar tanto no entendimento sistêmico dos fenômenos, quanto na percepção das relações de influências dos seus pormenores. A busca pela alfabetização científica através de ferramentas de visualização (mapas conceituais), pode ser uma alternativa para essa modificar este cenário educacional.

O objetivo desta pesquisa é analisar os conhecimentos e descrever os ingressantes da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), em relação ao tema “Ciência, Tecnologia e Sociedade” e suas relações de influência. Para tal, foi realizado um estudo de caso exploratório-descritivo, a partir de mapas conceituais semi-estruturados (MCs).

Os 53 MCs foram coletados na 5ª semana do Ciclo Básico da EACH, na disciplina do ACH 0011, ministrada no 1º semestre de 2009. Foram realizadas as seguintes análises: (1) “semântica”, na qual todas as proposições (n = 683) foram categorizadas pelo consenso entre três especialistas em ensino de ciências, com o objetivo entender as intenções de significado dos mapeadores, na tentativa de responder a questão focal do MC; (2) “estrutural”, na qual observou-se a complexidade da rede proposicional do MC, seguindo os parâmetros “Densidade Proposicional” (DP), “Conceitos Iniciais com Múltiplas proposições”(CIM) e “Conceitos Finais com Múltiplas proposições”(CFM), fundamental para agrupar os MCs para subseqüentes

comparações; (3) “frequência das categorias dos grupos de maior e menor complexidade estrutural”, com o intuito de verificar a influência da estrutura dos MCs na intenção semântica das proposições; (4) “conceitual das proposições da categoria ‘Natureza da ciência’ dos grupos de maior e menor complexidade estrutural”, a fim de averiguar os conceitos mais utilizados em ambos os grupos.

Os resultados indicaram o caráter multidisciplinar não transversal da educação básica brasileira ao evidenciar a preponderância da categoria “Natureza da ciência”. Mostraram, também, não haver relação imediata entre a complexidade da estrutura dos MCs e as intenções semânticas das suas proposições. Ressalta-se que os procedimentos utilizados configuram-se como interessantes estratégias para o uso cotidiano nas salas de aula. Esta dissertação permitirá aos docentes da EACH obter maiores informações sobre os conhecimentos prévios dos seus ingressantes.

Palavras-chave: Mapas Conceituais, CTS, Alfabetização científica, EACH

Abstract

Reflections on the interactions between Science, Technology and Society (STS) through conceptual mapping: a case study of the freshman of the Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH).

Humanity is passing through an intense momentum of social transformations, which are valued phenomenon's interpretation, creativity and critical thinking. At this sense, the teaching of Natural Sciences can contribute to citizens' formation. However, inside the academic quotidian the compartmentalization of subjects remains, which can affect both the systemic understanding of the phenomenon, and the perception of influences' relations and its details.

The goal of scientific literacy through visual tools (concept maps) can be an alternative to modify this backward educational pattern.

The objective of this research is to analyze the knowledge and describe the freshmen of Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), upon the theme "Science, Technology and Society" and its relations of influence. For that, there were performed an exploratory and descriptive case study from semi structured concept maps (CMs).

The 53 CMs had been collected at the 5th week of the Basic Cycle of the EACH, in the subject ACH 0011 given at the 1st semester of 2009. It has been realized according to the following analysis: (1) "semantic", in which all the proposals (n = 683) had been categorized according to a consensus among three specialists in the teaching of science, with the objective to understand the mappers intentions meanings, in an attempt to answer the main question of the CM; (2) "structural", in which has been observed the complexity of the propositional network from the CM, according to parameters such as "Propositional Density" (PD), "Initial Concepts with Multiple propositions"

(ICM) and “Final Concepts with Multiple propositions” (FCM), fundamental to cluster the CMs for subsequent comparisons; (3) “frequency of the categories of groups with more and less structural complexity”, with the intention of identifying the influence of the CMs structures in the semantic intention of the propositions; (4) “conceptual of the ‘Natural Sciences’ category propositions of the groups with more and less structural complexity”, with the intention of ascertaining the most used concepts in both groups.

The results indicated the multidisciplinary not crossed character of Brazilian basic education by pointing the preponderance of the category “Nature of science”. It has also showed no immediate relationship between the complexity of the structure of the CMs and the semantic intentions of its propositions. It should be noticed that the procedures used are configured as interesting strategies for the everyday use in classroom. This essay will allow the teachers of EACH to obtain more information upon prior knowledge of their freshmen.

Keywords: Concept Maps, STS, Scientific Literacy, EACH

Lista de abreviaturas e siglas

AC – Alfabetização Científica

ACH 0011 – Disciplina “Ciências da Natureza”

CIM – Conceitos Iniciais com Múltiplas proposições

CFM – Conceitos Finais com Múltiplas proposições

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

DesvPad – Desvio Padrão

DP – Densidade Proposicional

EACH - Escola de Artes, Ciências e Humanidades

GA – Gestão Ambiental

LCN – Licenciatura em Ciências da Natureza

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

MC – Mapa Conceptual

MCs – Mapas Conceituais

P1 – Prova 1

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

TM – Têxtil e Moda

Sumário

1. Introdução	13
1.1. Os novos valores da sociedade contemporânea e o papel da educação neste contexto	13
2. Objetivo	17
3. Referenciais teóricos	17
3.1. As relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Alfabetização Científica (AC)	17
3.2. A aprendizagem significativa e o mapeamento conceitual	22
4. A pesquisa	34
4.1 A coleta de dados e seu contexto	34
4.2. Análise dos dados	36
4.2.1 Análise semântica dos mapas conceituais	36
4.2.2 Análise estrutural dos mapas conceituais	38
4.2.3. Análise das freqüência das categorias das proposições dos MCs dos grupos A e B	41
4.2.4. Análise dos conceitos das proposições da categoria “Natureza da ciência” dos MCs dos grupos A e B	41
5. Resultados e discussão	41
5.1. Análise semântica dos mapas conceituais	42
5.2. Análise estrutural dos mapas conceituais	45
5.3. Análise das freqüência das categorias das proposições dos MCs dos grupos A e B	51
5.4. Análise dos conceitos das proposições da categoria “Natureza da ciência” dos MCs dos grupos A e B	53
6. Considerações finais	58
7. Referências Bibliográficas	61
8. Anexos	73

1. Introdução

1.1. Os novos valores da sociedade contemporânea e o papel da educação neste contexto

A humanidade passa por um momento de intensas e velozes transformações. Uma das mais evidentes é a evolução tecnológica, a qual nos surpreende diariamente com a sua dinamicidade. E isso gera impactos sociais, como a alteração do que se valoriza na sociedade contemporânea. De fato, estamos entrando em uma nova era, conhecida como a era pós-industrial, na qual se valoriza a criatividade e o conhecimento (De Masi, 2003). Nessa sociedade, os trabalhos meramente operacionais são cada vez mais executados pelas máquinas com alta eficiência e caberá ao homem, trabalhar a complexidade e a subjetividade, utilizando a criatividade para transformar informação em conhecimento em um mundo globalizado (De Masi, 2003). As peculiaridades e valores humanos passam a ser ativos valorizados no contexto da sociedade pós-industrial e devem ser o foco do desenvolvimento de uma pessoa ou organização (De Masi, 2003; Drucker, 1988; Santos *et al.*, 2009).

Em função dos novos paradigmas pós-industriais faz-se necessário a percepção e compreensão dos seus desdobramentos nas esferas individual e coletiva. Por exemplo, as novas configurações da relação homem-trabalho (De Masi, 2003) e o desafio da sustentabilidade ambiental em meio ao desenvolvimento econômico e social (Senge, 2005; Senge, 2009) são sinais de que essas idéias já permeiam a sociedade em que vivemos. As pessoas, que não se adequarem a esta nova realidade, terão grandes dificuldades para entenderem e se posicionarem perante esses novos paradigmas.

Existem alguns fatos recentes e marcantes que podem explicitar essas mudanças sociais. Por exemplo, tem-se parâmetros tradicionais utilizados para estimar o valor de uma organização, o qual poderia ser dado em função da sua participação de mercado ou pelo seu lucro. Sua função consistia em produzir serviços e bens de consumo, na medida em que estes atendiam a principal

exigência da sociedade industrial. A utilização de recursos (humanos ou naturais) ocorria de forma não planejada e as consequências de longo prazo dessa postura apareceram na forma de grandes desequilíbrios globais (Sachs, 2008; Santos *et al.*, 2009; Senge, 2009). Entretanto, nas últimas décadas do século XX, parte da sociedade civil, do setor produtivo, do setor público e dos órgãos de influência internacional começaram a voltar seus olhos para questões ambientais e sociais. Várias conferências com alcance internacional foram realizadas, produzindo importantes documentos. Talvez o mais importante deles, conhecido como “Relatório de Brundtland”, trouxe a definição mais aceita de desenvolvimento sustentável, em 1987: “*O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.*” (Unesco, 2005a; Unesco, 2005b).

Toda a complexidade relacionada a este conceito pertinente à era pós-industrial só pode ser compreendida de maneira não ingênua e efetiva através de atitudes conscientes e de um pensamento sistêmico de todos os atores sociais (Senge, 2005). Pensar sistemicamente é o resultado final do desenvolvimento de habilidades individuais e colaborativas de um indivíduo ou organização e consiste em “perceber o todo” considerando ao máximo as interrelações dos fragmentos que o compõe (Senge, 2005). Pressupõe-se uma transformação de mentalidade dos cidadãos, pois estimula-se a visão holística dos processos em vez de fatos instantâneos isolados (Senge, 2005). Por exemplo, jamais se alcançará o real entendimento do termo “desenvolvimento sustentável” se os seus fatores (ambiental, econômico, social e etc.) forem entendidos sem a adequada correlação. Percebe-se que a atual mudança de valores da sociedade (valores pós-industriais) tende a prevalecer sobre os individuais, predatórios e operacionais (industriais).

Apesar de o ritmo das transformações na sociedade contemporânea ser alucinantemente rápido, não se observa uma uniformidade na velocidade dessas mudanças. Essa disparidade pode ser notada quando se pensa no aparecimento de novas profissões e áreas de trabalho, como a de especialistas

em tecnologias da informação (TI). Diante desse novo cenário, fica evidente o papel da educação e a importância de garantir o seu acesso em todos os seus níveis, preparando-os às novas exigências cotidianas, permitindo aos mesmos gozar de autonomia ao trabalhar e ao tomar decisões.

Este assunto tem sido recorrente nas pesquisas de inúmeros autores, os quais destacam o papel da educação na sociedade. Rocha Loures *et al.* (2008) destaca que:

“[...] a educação é frequentemente conceituada como o processo de desenvolvimento da capacidade física, intelectual e moral do ser humano, a fim de que possa atuar em sociedade. Recentemente o conceito de educação vem sendo redimensionado e enfatiza-se seu papel de promover mudanças desejáveis por meio do desenvolvimento integral do ser humano. Hoje, considera-se necessário que a educação atinja a vida de pessoas e da coletividade e contribua para o fortalecimento da participação crítica e reflexiva dos grupos nas decisões dos assuntos que lhes dizem respeito.”

Outros estudos, enfatizam a importância do mutualismo entre a sociedade e a educação (Freire, 2002):

“...não há seres educados e não educados, mas sim graus de educação, que não são absolutos. Educar é um ato social e, portanto, reflexo dos momentos históricos e da cultura das sociedades. As relações de ensino-aprendizagem são dinâmicas e se modificam de acordo com os valores de cada época.”

Idéias como as citadas acima (Rocha Loures *et al.* e Freire) não são consideradas na maioria das práticas educativas atuais e ainda estão baseadas nos paradigmas da sociedade industrial. Não é por acaso que grande parte das escolas de todo o mundo lembram a linha de produção de uma fábrica, pelo

fato das suas aulas serem idênticas, de os professores utilizarem os mesmos discursos padronizados, e de haver uma grande expectativa de que todos os alunos respondam às mesmas perguntas da mesma forma (Menezes, 2000).

Levando-se em conta os aspectos citados, fica evidente a necessidade da adequação da educação às novas tendências de valores sociais, os quais podem ser sintetizados, nos dias de hoje, no conceito de sociedade pós-industrial. Ou seja, se educar deve ser um reflexo da cultura das sociedades e estar de acordo com os valores de cada época, a escola deve adotar novas abordagens de modo que essas metas sejam alcançadas de fato. O sistema educacional deve ser revisto para atender às novas demandas do mercado de trabalho e para preparar os cidadãos para enfrentar a complexidade dos cenários que serão exigidos na nova era pós-industrial. Assim, a busca pelo conhecimento pode ser estimulada por contextos que diversifiquem o mais frequente padrão escolar, com o objetivo de reverter à sensação de falta de sentido ao se estudar. (Fourez, 2003). Isso também ocorre no ensino das “ciências da natureza” (Fourez, 2003), o qual muitas vezes é percebido como um amontoado de conceitos fragmentados e prontos, sem uma aplicação aparente, causando uma visão distorcida do que é a ciência (Krasilchik , 2000).

2. Objetivo

O objetivo desta pesquisa é analisar os conhecimentos e descrever os ingressantes da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), em relação ao tema “Ciência, Tecnologia e Sociedade” e suas relações de influência, através do mapeamento conceitual semi-estruturado.

Assim, este trabalho, ao mesmo tempo que deixará um dos primeiros registros sobre os alunos que ingressam na incipiente EACH, investigará se existe relação (ou influência) entre a estrutura de um mapa conceitual e o conteúdo semântico-conceitual da sua rede de proposições. Por consequência, disponibilizará subsídios e estratégias metodológicas a professores sobre o uso dos mapas conceituais em sala de aula.

3. Referenciais teóricos

3.1. As relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Alfabetização Científica (AC)

Como alternativa para esses problemas presentes na prática educativa abordada na seção 1.1, tem-se uma abordagem conhecida como alfabetização científica, a qual surge como ponto central em inúmeros planejamentos didáticos, pedagógicos e metodológicos voltados ao ensino de ciências (Bybee *et al.*, 1997; Chassot *et al.*, 2001; Fourez, 1997; Unesco, 2005c). Ela se coloca como uma linha emergente na didática das ciências naturais, que comportam um conhecimento dos fazeres cotidianos da ciência, da linguagem científica da decodificação das crenças aderidas a ela.

O termo “alfabetização científica” se tornou muito conhecido internacionalmente e figura como uma meta educacional contemporânea. (Laugksch *et al.*, 1999). Surgiu no final dos anos 50, quando foi utilizado pela primeira vez no trabalho de Paul Hurd *et al.* (1958), cujo título não traduzido é: “*Science Literacy: Its Meaning for American Schools*” (DeBoer *et al.*, 1991). A propagação da alfabetização científica ocorreu nos Estados Unidos, durante a

corrida espacial. Houve uma preocupação da comunidade científica americana com relação ao apoio popular aos grandes investimentos que eram realizados em ciência e tecnologia. A estratégia política adotada estava baseada na melhoria dos programas de educação em ciências visando uma maior familiarização popular sobre o assunto, para justificar os investimentos (Hurd *et al.*, 1958). Além disso, era necessária uma mudança educacional que preparasse as novas gerações para uma sociedade cada vez mais sofisticada do ponto de vista científico e tecnológico (Hurd *et al.*, 1958; Waterman *et al.*, 1960). Assim, a idéia era “alfabetizar” toda a população para essas novas demandas (Roberts *et al.*, 1983; Laugksch *et al.*, 1999).

Colucci-Gray *et al.* (2006) ressalta a necessidade do ensino de ciências preparar os cidadãos para atuar em um novo contexto global, levando-os a refletir sobre e a integrar aspectos que estão intimamente ligados entre si. Neste mesmo trabalho, o autor sugere que a alfabetização científica de um estudante deve levá-lo a refletir sobre a complexidade envolvida nas relações dos sistemas vivos considerando que também é parte dependente de um sistema natural (Colucci-Gray *et al.*, 2006).

Nas últimas duas décadas do séc. XX, as discussões epistemológicas sobre o ensino de ciências ganharam uma escala ainda maior, o que gerou desmembramentos conceituais do conceito “Alfabetização científica” (Mamede *et al.*, 2005). A expressão “Letramento científico”, oriundo da lingüística, e foi agregado às discussões sobre os objetivos e as práticas do ensino de ciências. (Mamede *et al.*, 2005). Na interpretação de Mamede *et al.* (2005), existem diferenças entre os termos “Alfabetização científica” e “Letramento científico”:

“Se mantivermos as diferenciações dos termos originais, poderíamos pensar em diferenciar a alfabetização científica, como sendo referente à aprendizagem dos conteúdos e da linguagem científica, do letramento científico, como sendo referente ao uso da ciência e do

conhecimento científico no cotidiano, no interior de um contexto sócio-histórico específico. Esta diferenciação não nos parece, contudo, estar sendo feita. Na verdade, no ensino de ciências, tem-se utilizado indiscriminadamente os termos alfabetização científica e letramento científico [...], ambos referindo-se à importância de preparar o indivíduo para a vida em uma sociedade científica e tecnológica, na qual o conhecimento assume um papel essencial, dentro de uma perspectiva crítica da ciência e da tecnologia.”

Referências internacionais sobre o assunto (Alfabetização científica, ensino de ciências e interações CTS), como Vázquez e Aikenhead trabalham com o termo inglês “*scientific literacy*”, o qual tem sido traduzido como alfabetização científica, como visto no artigo em português do próprio Vázquez *et al.* (2008). Neste trabalho de 2008, Vázquez faz uma revisão das suas próprias pesquisas, e indica que a incorporação significativa das relações CTS é o fator fundamental para o aumento da alfabetização científica do sujeito (Vázquez *et al.*, 1999; Vázquez *et al.*, 2006; Vázquez *et al.*, 2008). Isto fundamentou Vázquez, juntamente com Manassero e Acevedo, a criar uma metodologia de análise de um grande questionário denominado *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS) (Manassero *et al.*, 2003; Vázquez *et al.*, 1999; Vázquez *et al.*, 2006, Vázquez *et al.*, 2008).

Importante destacar que muitos dos referenciais teóricos utilizados na concepção e aplicação do VOSTS foram adaptados da disciplina ACH 0011, que está descrita na seção 4.1 deste trabalho de pesquisa (Acevedo *et al.*, 2005; Aikenhead *et al.*, 1992; Aikenhead *et al.*, 1994; Aikenhead *et al.*, 2003; Vázquez *et al.*, 1999; Vázquez *et al.*, 2006, Vázquez *et al.*, 2008). Desta forma, todas as discussões sobre alfabetização científica e interações CTS deste trabalho que envolvam o VOSTS ou à disciplina ACH 0011, devem ser extrapolada a ambos.

Neste sentido, a seguir discute-se um pouco mais sobre os fundamentos da disciplina ACH 0011. Na ementa desta disciplina preocupou-se com os processos de tomada de decisão. Como o nosso objeto de estudo envolve o mapeamento conceitual (apresentado na seção 3.3), o qual exige o momento de tomada de decisão dos alunos (escolha dos conceitos, das proposições e etc.), temos mais um fator de confluência no contexto desta pesquisa (Novak *et al.*, 1984; Novak *et al.*, 2002; Novak *et al.*, 2008). Acevedo *et al.* (2005) propõe 4 elementos que influenciam o processo de tomada de decisão quando o assunto é ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e são pressupostos da disciplina ACH 0011:

1. *conhecimento sobre o tema e a natureza da ciência*
2. *emoções e sentimentos*
3. *crenças culturais, sociais e políticas*
4. *discurso moral, valores e normas*

A avaliação quantificadora de alfabetização científica de uma pessoa deve incluir a compreensão do que são conceitos científicos, princípios e teorias, o conhecimento sobre as principais características da ciência e tecnologia (epistemologia), além das de como se estabelecem as influências mútuas entre sociedade e tecnologia, considerando-as como atividades humanas complexas. (Aikenhead *et al.*, 1994; Yager *et al.*, 1999). A Figura 3.1 demonstra a relação triádica básica entre ciência, tecnologia e sociedade discutida nesta seção:

Figura 3.1: Esquema que representa as relações mútuas entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade contempladas pela Alfabetização Científica.

A alfabetização científica favorece as estruturas argumentativas, o pensamento crítico e a tomada de decisão dos que são submetidos a esta proposta educacional (Acevedo *et al.*, 2005; Sadler *et al.*, 2004). Além disso, o dinamismo e a complexidade de organizar os conteúdos oriundos da alfabetização científica favorecem a interdisciplinaridade dos conteúdos (Vàzquez *et al.*, 2006). Ela permite um entendimento para os estudantes de como ciência, tecnologia e sociedade interagem, bem como ajudam na construção racional das suas próprias opiniões e atitudes (Zeidler *et al.*, 2003).

Em função da complexidade de fatores envolvidos, da ampla variedade de interpretações sobre alfabetização científica (interações CTS, letramento e etc.) apresentada nos referenciais mencionados é importante frisar que o conceito de alfabetização científica se mostra muito difuso e difícil de ser definido (Laugksch *et al.*, 1999; Colucci-Gray *et al.*, 2006; Chassot *et al.*, 2001; Mamede *et al.*, 2005). Ao mesmo tempo, ao realizar uma busca bibliográfica sobre esse tema, percebe-se a contemporaneidade e importância do tema nos contextos da educação e, principalmente, da sociedade do séc. XXI. Fica evidente que a alfabetização científica é uma alternativa para aumentar o interesse dos alunos para com o ensino de ciências da natureza, pois ela preza pelo entendimento integrado das relações e influências mútuas entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (CTS) (Aikenhead *et al.*, 1994; Aikenhead *et al.*, 2003; Chassot *et al.*, 2001). Não há dúvidas que a articulação coerente entre

conceitos de diferentes origens será um requisito indispensável para encarar a complexidade marcante do século em que vivemos e para exercer efetivamente a sua cidadania (Infante-Malachias *et al.*, 2007; De Masi, 2003).

A incorporação de práticas que busquem fomentar a alfabetização científica é uma alternativa para o processo de ensino-aprendizagem que ainda predomina nas salas de aula: a transmissão cultural. A transmissão cultural cumpre um importante papel nos processos de ensino-aprendizagem, mas apenas o seu uso, de forma irrestrita e invariável, pode minimizar o interesse discente pelas aulas e/ou pelo tema (Infante-Malachias *et al.*, 2007; De Masi, 2003). A transmissão cultural valoriza o professor como detentor do conhecimento e que, muitas vezes, desconhece os conhecimentos prévios dos estudantes, que cumprem o papel de receptores passivos de informação. A distorção da ciência nesse contexto é reforçada e, por esse motivo, a “ciência” escolar apresenta pouca relação com a “ciência” co-responsável pelos recentes avanços tecnológicos e sociais. Uma mudança do panorama encontrado na maioria das salas de aula é uma possibilidade para valorizar a ciência, apresentando-a como algo instigante e desafiadora. Em última análise, os objetivos informativos e formativos, a serem alcançados pelo ensino de ciências na sociedade contemporânea, tendem a ser mais facilmente alcançáveis utilizando-se outros formatos didático-pedagógico, que ofereçam abordagens diversificadas durante o processo de ensino-aprendizagem.

3.2. A aprendizagem significativa e o mapeamento conceitual

O processo de ensino-aprendizagem predominante nas escolas está baseado na transmissão cultural, estratégia onde os alunos apenas recebem informações provenientes do professor. Esta dinâmica favorece a memorização não articulada dos conteúdos lecionados (aprendizagem mecânica), dificultando a transformação destas informações em conhecimentos úteis à compreensão e resolução dos problemas cotidianos

complexos. Para que isso ocorra de forma efetiva e duradoura, a aprendizagem deve ser significativa (Dornelas, 2009).

A aprendizagem significativa (AS) é uma alternativa à aprendizagem mecânica que prevalece no âmbito da transmissão cultural (Mayer *et al.*, 2002). Foi proposta por David Ausubel na década de 1960 e formula uma explicação de como as novas informações ou os novos conhecimentos se relacionam com um aspecto relevante existente na estrutura de conhecimentos de cada indivíduo, subordinando o método de ensino à capacidade dos indivíduos em assimilar e armazenar as informações (Ausubel, 2000; Masini *et al.*, 2008; Moreira *et al.*, 2006, Rosa *et al.*, 1999). Sob esta perspectiva Ausubeliana, a aprendizagem somente é significativa quando o aluno consegue relacionar significativamente a nova informação a ser aprendida com a sua rede cognitiva. Uma metáfora para esse processo pode ser construída imaginando-se um processo de ancoragem: a rede cognitiva preexistente do aluno oferece ancoradouros (“subsunçores”) para interagir com novo conhecimento de forma estável, devido ao processo de significação. Como consequência, há modificações na estrutura cognitiva do aluno e sua reestruturação ocorre por meio da construção idiossincrática de significados (Ausubel, 2000, Moreira *et al.*, 1999). Quanto mais intenso for esse processo de ancoragem, mais significativa será a aprendizagem.

Ressalta-se que a aprendizagem ocorrerá desta forma se o novo conceito possuir alguma relação lógica com os conhecimentos pré-existentes do sujeito que aprende, de modo que esta relação não seja imposta por ninguém. Se o aprendiz não possuir uma estrutura cognitiva (modo como se organizam e relacionam os conhecimentos de um sujeito) que permita a ancoragem do novo conceito, será impossível haver aprendizagem significativa (Ausubel, 2000, Rosa *et al.*, 1999). Para ser significativa, a interação deve ser intensa suficiente para modificar em definitivo tanto a estrutura cognitiva modificada em relação à situação anterior a aprendizagem

(Moreira *et al.*, 1999). A Equação 3.1 representa esquematicamente como ocorre essa transformação, considerando “A” a estrutura cognitiva original, “a” a nova informação, “Aa” um estado intermediário representando o processo de formação de significado entre as partes e “A’ ” a nova estrutura cognitiva (Dornelas, 2009):

$$A + a \longrightarrow Aa \longrightarrow A' \quad [Equação 3.1]$$

É necessária, também, a incorporação da essência da nova informação de modo independente da forma pela qual foi adquirida, ou seja, se o aprendiz só conseguir assimilar conceitos por um único método, por exemplo “leitura em voz alta”, provavelmente ele não terá uma aprendizagem significativa. (Ausubel, 2000). Portanto, a aprendizagem significativa somente ocorrerá se durante o processo de ensino-aprendizagem forem consideradas(os) (Ausubel, 2000): (1) as concepções prévias dos alunos devem ser consideradas como ponto de partida para uma nova aprendizagem; (2) o material instrucional deve ser potencialmente significativo; (3) o aluno deve fazer uma opção pela aprendizagem significativa.

Segundo Novak *et al.* (2002), os conceitos podem ser aprendidos de duas formas distintas, as quais estão vinculadas, principalmente, ao desenvolvimento da estrutura cognitiva-conceitual do aprendiz. Essas maneiras são (Novak *et al.*, 2002):

1. Formação de conceitos-base

Ocorre na primeira infância, fase que o sujeito adquire seus primeiros conceitos por eventos sensoriais e diretos, nos quais a criança, mesmo que inconscientemente, faz suas primeiras hipóteses, as refuta ou não pelo que vivenciou, chegando mesmo a tecer suas primeiras generalizações. Pessoas com maior grau de desenvolvimento cognitivo podem direcionar este

processo chamando a atenção para objetos ou sensações que são mais familiares à criança, relacionando-os a símbolos de linguagem. A criança é capaz de perceber padrões visuais entre objetos e vinculá-los a um nome. Por exemplo, elas relacionam a palavra “carrinho” a um objeto com 4 rodas e seu formato característico. Quando ela estiver diante de um objeto com o mesmo padrão visual, saberá vinculá-lo a palavra “carrinho”, mesmo que este seja diferente do primeiro. Ou seja, ela foi capaz de generalizar o padrão (4 rodas e o formato da carroceria) a outros tipos de “carrinho”.

2. Assimilação de conceitos

Na medida que se dá o desenvolvimento cognitivo de um sujeito, juntamente com a quantidade de conceitos básicos adquiridos pela formação de conceitos, são requeridos novos critérios idiossincráticos para ocorrer aprendizado. O sujeito passa a interseccionar os seus conceitos básicos de diferentes formas. Essas combinações, conhecidas como proposições, podem gerar idéias mais amplas e completas do que se tinha com os mesmos conceitos isolados (Ausubel, 2000). A explosão dessas interligações conceituais formando proposições, que constitui a estrutura cognitiva do sujeito, permitirá a assimilação de novos conceitos, os quais podem se agregar àquela rede previamente disponível. Se o novo conhecimento puder estabelecer relações plausíveis e relevantes com a estrutura de conhecimentos do aprendiz, de uma forma não-arbitrária, haverá chance dele se articular significativamente na forma de novas proposições (Novak *et al.*, 2002).

A Figura 3.2 representa esquematicamente como um novo conhecimento é assimilado à estrutura cognitiva do aprendiz:

Figura 3.2 – Representação gráfica da estrutura cognitiva humana. As linhas cheias representam relações significativas prévias entre conceitos. As linhas tracejadas representam relações significativas em potencial.

Este processo de assimilação é ampliado na medida que um sujeito aumenta a sua rede de proposições, pois o número de aportes para novos conhecimentos também aumenta. O “Novo Conhecimento” da Figura 3.2 relacionou-se de maneira relevante (significativa) com a estrutura existente, assim tornou-se parte da rede de proposições e, portanto, um novo aporte para novas relações relevantes (Figura 3.3). No caso de um indivíduo incorporar algum conceito, o qual não possa se ligar a sua estrutura cognitiva prévia, pode-se dizer que, no máximo, ocorrerá aprendizagem mecânica. A Figura 3.4 representa este processo:

Figura 3.3 – Estrutura cognitiva com o novo subsunçor. As linhas cheias representam relações significativas prévias entre conceitos. As linhas tracejadas representam relações significativas em potencial.

Figura 3.4 – Estrutura cognitiva com o novo subsunçor. As linhas cheias representam relações significativas prévias entre conceitos. Neste caso, não há a assimilação significativa do “Novo Conhecimento”.

A aprendizagem mecânica favorece a memorização momentânea de conceitos, os quais tendem a se perder em função do tempo, não adquirem profundidade, impedindo a sua aplicação em situações distintas ou de maior grau de complexidade (Novak *et al.*, 2002).

Durante situações de aprendizagem significativa ocorrem dois processos (Moreira *et al.*, 1999):

1. Diferenciação progressiva

É a progressiva modificação do subsunçor por causa das novas relações relevantes (Moreira *et al.*, 1999). Àqueles que se apoiam na diferenciação progressiva, devem apresentar os conceitos mais gerais no início da instrução especificando-os e detalhando-os em função do tempo. Ausubel (2000) baseou-se nas hipóteses de que é mais fácil um aprendiz adquirir detalhes de um contexto mais amplo já estabelecido em sua estrutura cognitiva do que entender algo sistemicamente a partir de suas partes. Ausubel (2000) indica que os indivíduos organizam o conhecimento espontaneamente de aspectos gerais para os mais específicos.

2. Reconciliação integrativa

Considera que idéias estabelecidas da rede de proposições podem ser reorganizadas levando o indivíduo a perceber novas relações de significado. A reconciliação integrativa preza pela reflexão sobre novas possibilidades de correlação entre conceitos já estabelecidos e desencadeia novos processos de diferenciação progressiva, justamente por reestruturar a rede cognitiva do aprendiz.

Ausubel é a principal referência sobre a aprendizagem significativa. Em função do destaque e do respeito alcançado por seus trabalhos, Ausubel influenciou diversas pesquisas subseqüentes (Moreira *et al.*, 1999). Joseph Novak foi um pesquisador que colaborou por anos com Ausubel, sendo o

maior refinador da teoria da aprendizagem significativa. Moreira *et al.* (1999) considera que a “teoria de Ausubel” deveria ser denominada de “teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Novak”. As idéias de Novak, conhecidas também como “Teoria de Educação de Novak” extrapolam os limites da teoria da aprendizagem significativa, pois parte-se da idéia que a educação é uma grande mistura de experiências (afetivas, cognitivas e psicomotoras) que contribuem para o *empowerment* do aprendiz (Novak *et al.*, 1981). Para Novak, os seres humanos “*atuam, sentem e pensam*”. Assim, uma teoria de educação deve simplesmente explicar como se pode melhorar as maneiras pelas quais os humanos atuam, sentem e pensam, considerando as situações de aprendizagem como uma ação (*atuam*) para trocar significados (*pensam*) e sentimentos (*sentem*) entre o aprendiz e o professor (Moreira *et al.*, 1999).

Apesar de consolidada no âmbito da psicologia cognitiva, a aprendizagem significativa não está incorporada às rotinas da prática docente, embora tenha sido desenvolvida especificamente para compreender situações das salas de aula. A necessidade de um sofisticado planejamento metodológico pode ser uma das causas que explica porque a dinâmica da sala de aula ainda é marcada pelos paradigmas industriais da padronização e da transmissão cultural (De Masi, 2003).

Novak concentrou esforços no desenvolvimento de ferramentas que favorecessem a aprendizagem significativa. Neste cenário, insere-se a técnica de mapeamento conceitual.

O mapeamento conceitual pode ser considerado uma estratégia metodológica inovadora que pode favorecer a aprendizagem significativa na sala de aula (Novak, *et al.* 1998; Novak *et al.*, 2002). Os mapas conceituais são ferramentas de visualização que representam graficamente da estrutura cognitiva idiossincrática de um indivíduo. Esta representação se dá pela formação de proposições a partir de conceitos pertinentes ao assunto em

questão. As proposições são as unidades fundamentais dos mapas conceituais (MCs), os quais tem sido utilizados tanto no âmbito educacional, quanto no âmbito corporativo, a fim de favorecer a aprendizagem organizacional (Novak *et al.*, 1998). Cada proposição de um mapa conceitual deve possuir, obrigatoriamente, os três elementos indicados na Equação 2.2, a seguir (Novak *et al.*, 2002):

$$\text{Proposição} = \text{Conceito inicial} \text{ — } \text{Termo de ligação} \longrightarrow \text{Conceito final} \text{ [Equação 2.2]}$$

A reflexão idiossincrática ou a negociação colaborativa para a escolha do melhor termo de ligação que correlacione da melhor forma os dois conceitos (inicial e final) é o diferencial que pode ser obtido pela utilização dos mapas conceituais. (Novak *et al.*, 2008; Fischer *et al.*, 2002). Este processo de reflexão e revisão, principalmente dos termos de ligação, permite ao mapeador um maior auto-conhecimento e entendimento sobre o assunto abordado.

O surgimento do mapeamento conceitual se deu pela necessidade de se organizar sinteticamente as gravações de áudio realizadas em entrevistas, evitando as tradicionais e extensas transcrições, quando estas não forem fundamentais (Novak *et al.*, 1984). Os mapas conceituais vem se destacando como um recurso para o desenvolvimento cognitivo de seus usuários e para o compartilhamento de idéias. Eles também permitem a transformação de informações latentes e estáticas em conhecimento, que pode ser utilizado para iniciar processos dinâmicos visando à geração de idéias (Cañas *et al.*, 2006a). O conhecimento não deve ser arquivado, nem esquecido; ele deve ser facilmente recuperável, exposto e compartilhado para criar condições favoráveis para a sua geração, transferência, multiplicação e aplicação. Dentre várias aplicações no âmbito educacional, os mapas conceituais são freqüentemente utilizados para (Masini *et al.*, 2008; Moreira *et al.*, 2006; Novak *et al.*, 2002; Peña *et al.*, 2006):

1. *identificar os conhecimentos prévios dos alunos;*
2. *para acompanhar o processo de mudança conceitual ao longo da instrução;*
3. *para verificar as relações conceituais dos alunos após a situação de aprendizagem;*
4. *para verificar a organização dos conceitos numa disciplina; e*
5. *para avaliar grades curriculares.*

Considerando as premissas da aprendizagem significativa, assim como os preceitos dos mapas conceituais, percebe-se um mutualismo *sine qua non* entre ambos. Os mapas conceituais permitem a representação gráfica do modelo mental idiossincrático de um indivíduo sobre determinado assunto, delimitado por uma “pergunta focal” (Moreira *et al.*, 1999; Santos *et al.*, 2009). Quando um sujeito organiza um conjunto de proposições sobre determinado assunto, ele explicita parte da sua estrutura cognitiva. O mapeador ativa segmentos específicos da sua rede cognitiva que são importantes para responder aquilo que se pede e a representa graficamente. A reflexão e revisão dos termos de ligação de uma proposição de um mapa conceitual é, justamente, o exercício cognitivo executado quando se tenta encontrar a melhor relação entre dois conceitos, ou mesmo, o esforço para estabelecer novas relações relevantes (significativas) entre os conceitos (Novak *et al.*, 2002). Não à toa, as ilustrações presentes nesta seção para representar as estruturas cognitivas citadas são mapas conceituais.

Apesar não se aplicar diretamente a esta dissertação, cabe destacar uma interessante tendência de utilizar os mapas conceituais de forma colaborativa, segundo trabalhos recentes publicados na literatura (Basque *et al.*, 2006; Cañas *et al.*, 2006a; Chiu *et al.*, 2004; Correia *et al.*, 2008; Fischer *et al.*, 2002). Além de criar condições favoráveis à aprendizagem significativa, quando elaborados colaborativamente os mapas conceituais estimulam a interação social e a negociação de significados entre alunos (Cañas *et al.*, 2006a; Novak *et al.*,

2008). Como consequência, o mapeamento conceitual colaborativo aproxima a aprendizagem significativa e o sócio-construtivismo, os quais se complementam de maneira muito interessante para promover uma profunda alteração nas ações didático-metodológicas a serem desenvolvidas na sala de aula. Esta complementação pode ser entendida, a partir do trabalho publicado por Fischer *et al.* (2002), no qual se explica como ocorre o processo de construção colaborativa do conhecimento. Primeiramente, deve haver a externalização e elicitación dos conhecimentos relevantes e coerentes com o assunto. *A posteriori*, os envolvidos devem buscar um consenso, o qual pode ser obtido por meio de conflitos ou integração de idéias (Fischer *et al.*, 2002). A partir disso, a negociação de significados pode ser conduzida com mais precisão, visto que todos os integrantes do grupo podem acessar com mais clareza os conhecimentos prévios dos demais participantes. Portanto, o mapeamento conceitual colaborativo também favorece a negociação de significados por meio da linguagem discursiva, impondo o permanente exercício de síntese e de revisão ao grupo durante os conflitos que orientam a construção do consenso.

Estendendo esta revisão da literatura voltada à pesquisa com MCs, percebe-se na comunidade científica envolvida uma extensiva tentativa de transpor os alicerces teóricos para a prática educacional, de ampliar as possibilidades do uso dos MCs e de transformá-lo numa ferramenta eficiente para os processos de ensino-aprendizagem. Destacam-se trabalhos que discutem como utilizar os MCs como instrumento de avaliação. Outros apontam diferentes critérios e métodos de análise dos MCs. Alguns dos trabalhos utilizados como referencial desta dissertação, que forneceram subsídios para os procedimentos de análise e discussão dos resultados, são mencionados a seguir.

Os processos de avaliação e análise dos MCs, possivelmente, são os maiores entraves para o uso da ferramenta de forma contínua (Cañas *et al.*,

2006a; Leake *et al.*, 2008). As dificuldades já se iniciam no momento de criterizar parâmetros que permitam, ao menos, realizar comparações entre dois exemplos de MCs. A liberdade que os mapeadores possuem para representar seu modelo mental através de MCs, possibilita surpresas ao avaliador do mesmo (número de conceitos muito discrepantes entre dois MCs, por exemplo). Verifica-se que algumas estratégias podem ser adotadas a fim de solucionar tais problemas. Uma delas é o uso de MCs semi-estruturados, os quais configuram-se como MCs com um número pré-determinado de conceitos que devem ser utilizados (Correia *et al.*, 2010; Derbentseva *et al.*, 2006; Derbentseva *et al.*, 2004). Esta estratégia exige do mapeador uma maior atenção para a seleção dos conceitos e das proposições (Correia *et al.*, 2010). Outra estratégia é o uso de critérios objetivos quantitativos. Isso pode agilizar o trabalho do avaliador e o resguardam de questionamentos dos avaliados (Correia *et al.*, 2009; Takeya *et al.*, 2004; Derbentseva *et al.*, 2004). Já o uso de estratégias qualitativas (McPhan *et al.*, 2008), como a categorização de proposições (Correia *et al.*, 2010) e a análise de conceitos (Ruiz-Moreno *et al.*, 2007) permitem a descrever a intenção, o significado e as possíveis interpretações das proposições dos MCs. Neste trabalho, foram mescladas algumas das estratégias supracitadas juntamente com os seus pressupostos teóricos, visando extrair resultados e discussões coerentes e robustos, dos dados experimentais.

4. A pesquisa

A pesquisa realizada pode ser considerada quantitativa. Para maior entendimento e percepção das informações levantadas, utilizou-se um manejo quantitativo-estatístico. Este trabalho é um estudo de caso exploratório-descritivo, por envolver um grupo restrito de alunos, sujeitos às condições da disciplina e de seu docente (Yin, 2003).

4.1 A coleta de dados e seu contexto

A coleta de dados empíricos ocorreu no âmbito das aulas da disciplina ACH 0011 Ciências da Natureza, na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH). Essa disciplina está inserida no Ciclo Básico (CB) que reúne um conjunto de atividades que são cumpridas por todos os 1020 ingressantes ao longo o 1º ano da graduação (Gomes, 2005).

O objetivo geral dessa disciplina é contribuir com o processo de alfabetização científica dos alunos que ingressam na EACH (Bybee *et al.*, 2006; Fourez, 2003; Santos, 2007; Unesco, 2005c, Aikenhead *et al.*, 2003). Mais especificamente, seus os objetivos são:

- 1. introduzir discussões relacionadas com as ciências naturais, visando apresentar seus mecanismos de funcionamento e suas relações com a tecnologia e a sociedade*
- 2. favorecer a compreensão do processo histórico do desenvolvimento do pensamento científico*
- 3. permitir que os alunos estabeleçam uma relação próxima com o conhecimento científico*
- 4. estimular a apropriação crítica desse conhecimento, valorizando a reflexão dos alunos com relação ao impacto da ciência e da tecnologia no contexto da sociedade do conhecimento.*

Os alunos ingressantes são distribuídos em classes com sessenta indivíduos e as aulas com duas horas de duração ocorrem semanalmente, durante quinze semanas.

Os dados deste trabalho foram coletados pelo Prof. Dr. Paulo Rogério Miranda Correia, na turma 22, durante o 1º semestre de 2009. A turma 22 possuía alunos das graduações “Licenciatura em Ciências da Natureza” (LCN), “Têxtil e Moda” (TM) e “Gestão Ambiental” (GA).

Inicialmente, os alunos foram apresentados à técnica de mapeamento e treinados durante as 4 primeiras aulas para elaborar mapas conceituais manuscritos e digitais usando o software CmapTools (Correia, 2008). Na 5ª aula da disciplina, foram coletados 53 MCs semi-estruturados individuais, os quais foram utilizados pelo docente como um dos instrumentos de avaliação da disciplina.

A Figura 4.1 apresenta a seqüência de 15 aulas conduzidas pelo docente:

Figura 4.1 – Seqüência de aulas da turma 22. A coleta dos Mapas Conceituais ocorreu na 5ª. aula da disciplina.

Os MCs semi-estruturados possuíam a posição e o número de conceitos ($n=9$) pré-definidos pelo docente. Para os MCs “P1”, a questão focal foi “Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o universo?” com o conceito “Mais tecnologia” obrigatório com posição definida. A Figura 4.2 ilustra exatamente o que foi disponibilizado para os alunos:

PERGUNTA FOCAL		
<i>Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o universo?</i>		
<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 20px; display: inline-block;">MAIS TECNOLOGIA</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 150px; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 150px; height: 30px;"></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 150px; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 150px; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 150px; height: 30px;"></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 150px; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 150px; height: 30px;"></div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 150px; height: 30px;"></div> </div>		

Figura 4.2 – MC “P1” apresentado aos alunos na aula de número 5.

4.2. Análise dos dados

4.2.1 Análise semântica dos mapas conceituais

A análise semântica é a avaliação de cada proposição de um mapa conceitual. Os procedimentos utilizados na categorização das proposições deste trabalho foram desenvolvidos pelo autor deste trabalho em conjunto com Correia *et. al.*, em 2010. No entanto, as categorias foram pré-definidas em função da questão focal ser uma tentativa explícita de estimular os mapeadores a estabelecerem relações CTS.

Todas as proposições foram transcritas em uma planilha eletrônica e analisadas por 3 especialistas (BXV – autor deste trabalho, JGRJr. – mestrando em ensino de ciências no Programa Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (PIEC), e CGBS – mestre em ensino

de ciências pelo mesmo PIEC) em ensino de ciências, segundo as seguintes etapas (Correia *et al.*, 2010):

1. *Categorização individual de cada proposição;*
2. *Clarificação e discussão das categorias;*
3. *Recategorização das proposições sem consenso;*
4. *Negociação e obtenção de consenso sobre as categorias de todas as proposições.*

A seguir, tem-se exemplos de proposições de cada categoria, os quais foram extraídos dos MCs amostrais. A separação dos termos por traços e flechas segue o modelo da equação 1:

Proposição = Conceito inicial — Termo de ligação → Conceito final [Equação 4.1]

1. Natureza da ciência (N. ciência);

Ex.: “*Ciência — está sujeita à —→ Interpretações.*”

2. Natureza da tecnologia (N. tecnologia);

Ex.: “*Mais tecnologia — gera —→ Mais ferramentas.*”

3. Natureza da sociedade (N. sociedade);

Ex.: “*Religião — se baseia em —→ Dogmas.*”

4. Influência da ciência sobre a tecnologia (C —→ T);

Ex.: “*Ciência — possibilita a criação de —→ Mais Tecnologia.*”

5. Influência da tecnologia sobre a sociedade (T —→ S);

Ex.: “*Mais tecnologia — facilita a vida da —→ Sociedade.*”

6. Influência da sociedade sobre a ciência ($S \rightarrow C$);

Ex.: “*Sociedade —investe em —>Ciência.*”

7. Influência da ciência sobre a sociedade ($C \rightarrow S$);

Ex.: “*Ciência —pode derrubar algumas —>Crenças.*”

8. Influência da sociedade sobre a tecnologia ($S \rightarrow T$);

Ex.: “*Questionamentos —geram o aprimoramento de —>Mais Tecnologia.*”

9. Influência da tecnologia sobre a ciência ($T \rightarrow C$);

Ex.: “*Telescópio —fundamentou a teoria do —>Big Bang.*”

Além disso, foi necessário considerar uma categoria excedente denominada “Sem sentido” para as proposições sem sentido lógico ou que não fosse completa (na ausência de algum elemento fundamental da proposição, como o termo de ligação).

Ex.: “*Ciências —que permite —>Origem do Universo.*”

Com base nessas categorias, foram elaborados gráficos que mostram a quantidade de proposições das categorias para cada MC, para toda a sala (53 MCs).

4.2.2 Análise estrutural dos mapas conceituais

Segundo SilvaJr *et al.*, a estrutura de mapas conceituais semi-estruturados pode ser analisada seguindo 8 parâmetros objetivos (SilvaJr *et al.*, 2010). Estes 8 parâmetros estão baseados nas caixas “J”, “K” e “L” apresentadas na Figura 4.3 (SilvaJr *et al.*, 2010):

Figura 4.3 – Caixas “J”, “K” e “L” consideradas para a análise estrutural.

Os itens abaixo descrevem a notação da Figura 4.3:

1. Caixa J: estrutura de conceito inicial, caracterizada por um conceito com uma ou mais proposições apontando para outros conceitos.
2. Caixa K: estrutura de conceito final, caracterizada por um conceito que recebe uma ou mais proposições oriunda de outros conceitos.
3. Caixa L: estrutura de conceito inicial e final, caracterizada por um conceito que possui uma ou mais proposições apontando para outros conceitos e, simultaneamente, que recebe uma ou mais proposições oriundas de outros conceitos.
4. (p): número de proposições formadas a partir daquele conceito inicial.
5. (q): número de proposições que terminam naquele conceito.

A Tabela 4.1 abaixo apresenta como se calcula os 8 parâmetros que compõem a análise estrutural:

Tabela 4.1 – Parâmetros para a análise estrutural quantitativa de mapas conceituais.

Parâmetros para a análise estrutural		Correspondência com		Equação
Descrição	Notação	a “Caixa” (J, K, L)		
Conceitos	C	-	-	-
Proposições	P	-	-	-
1 Densidade Proposicional	DP	-	-	DP=C/P
2 Somente Conceitos Iniciais	SCI	J	-	SCI = J/C
3 Somente Conceitos Finais	SCF	K	-	SCF=K/C
4 Conceitos Inicial/Final	CI/CF	L	-	CI/CF=L/C
5 Conceitos Iniciais	CI	J+K	-	CI=(J+K)/C
6 Conc. Iniciais com Múltiplas proposições CIM	CIM	J _m +L _m =J+K, quando (p≥2)	-	CIM=(J _m +L _m)/C
7 Conceitos Finais	CF	K+L	-	CF=(K+L)/C
8 Conc. Finais com Múltiplas proposições CFM	CFM	K _m +L _m =K+L, quando (p≥2)	-	CFM=(K _m +L _m)

No entanto, o mesmo trabalho de Silva Jr *et al.* (2010) destaca-se que apenas os parâmetros DP, CIM e CFM permitem diferenciar mapeadores com relação à proficiência na confecção dos MCs. Desta forma, a análise foi realizada utilizando-se, apenas, esses três parâmetros (DP, CIM e CFM).

A partir dos índices individuais dos MCs, foram calculadas as médias, com os respectivos desvios-padrão, para cada um dos três parâmetros acima mencionados, com o intuito de agrupá-los em quatro grupos:

- Grupo A: MCs com todos os parâmetros DP, CIM e CFM acima da média.
- Grupo A': MCs com 2 parâmetros acima da média.
- Grupo B': MCs com 2 parâmetros abaixo da média.
- Grupo B: MCs com todos os parâmetros DP, CIM e CFM abaixo da média.

Tabelas foram construídas para expressar os índices obtidos para cada MC e compará-los à média, além de gráficos de frequência que ilustram a distribuição dos MCs em cada uma dessas categorias (A, A', B, B').

4.2.3. Análise das freqüência das categorias das proposições dos MCs dos grupos A e B

Com o conjunto das proposições dos grupos A e B, foi contabilizado o número de proposições em cada uma das 10 categorias. Um gráfico de freqüência foi elaborado para comparação dos resultados.

Além disso, comparou-se a média das quantidades de categorias dos MCs dos grupos A e B, a fim de verificar possíveis diferenças na abrangência no uso das categorias.

4.2.4. Análise dos conceitos das proposições da categoria “Natureza da ciência” dos MCs dos grupos A e B

Nas proposições da categoria “Natureza da ciência” dos grupos A e B foi realizada uma análise de freqüência da utilização dos conceitos iniciais e finais para cada proposição. Por exemplo:

O conceito “ciência” foi utilizado no mapa “P1 MC 2201” tanto como conceito inicial (i) quanto como conceito final (ii):

- Ciência — está sujeita a —> Interpretações (i)
- Universo — pode ser explicado através da —> Ciência (ii)

Assim, o conceito ciência foi contabilizado duas vezes, justamente por estarem em proposições distintas.

Gráficos foram elaborados com os 10 conceitos mais freqüentes para cada um dos grupos A e B. Além dos gráficos, utilizou-se o aplicativo “*Wordle*”, na função “ponderada”. Nesta função, ele organiza uma figura com os conceitos listados (os mesmos utilizados nos gráficos supracitados), na qual o tamanho da fonte associada a cada palavra é diretamente proporcional à sua freqüência.

5. Resultados e discussão

A seguir, são apresentados e discutidos os resultados obtidos nesta pesquisa.

5.1. Análise semântica dos mapas conceituais

A categorização das proposições permitiu gerar o Gráfico 5.1, a seguir, que registra a frequência absoluta e percentual das proposições dos 53 MCs:

Gráfico 5.1 – Frequência das categorias das proposições dos 53 MCs..

Percebe-se claramente a maior incidência das proposições relacionadas à “Natureza da ciência” (33,38%), seguida, pela ordem, das proposições classificadas como “Influência da tecnologia sobre a ciência” (18,30%), “Influência da ciência sobre a sociedade” (12,15%), “Natureza da Sociedade” (11,57%). Juntas, as proposições dessas 4 categorias representam 75,40% do total. A seguir, nota-se a categoria “Sem sentido”(6,30%) como a 5ª categoria com o maior número de proposições, seguida de “Influência da sociedade sobre a ciência”(6,00%), “Influência da ciência sobre a tecnologia”(4,69%), “Natureza da tecnologia”(3,37%), “Influência da Tecnologia sobre a sociedade”(3,22%). A categoria com o menor número de relações foi “Influência da sociedade sobre a tecnologia” com apenas 5 proposições em um universo de 683, o que representa 0,73%.

A discrepante prevalência da categoria “Natureza da ciência” permite-nos discutir sobre o formato do ensino de ciências na educação básica do Brasil. Infelizmente, é sabido que o cotidiano escolar da grande maioria da população brasileira está vinculado à compartimentalização das disciplinas, indo de encontro aos princípios e fundamentos previstos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1998). Destaca-se nos PCN o discurso de prover aos estudantes uma prática educativa adequada às necessidades sociais, políticas, econômicas e culturais da sociedade dinâmica na qual vivemos, de que a educação possa garantir a formação de cidadãos críticos, participativos e autônomos para a prática das suas funções (Brasil, 1998). Como alcançar tais nobres objetivos, sem permitir que os alunos, ainda no ensino básico, reflitam e pratiquem as relações de influência entre conceitos distintos? Afinal, a falta de interlocução das disciplinas compartimentalizadas é um empecilho para os estudantes. Pelo fato de os MCs terem sido coletados na 5ª semana de aula dos ingressantes do ensino superior, pressupõe-se que os mesmos representem muito mais os conhecimentos prévios adquiridos na educação básica, do que os conhecimentos da própria disciplina ACH 0011. Assim, os dados explicitam o atrasado modelo vigente da educação brasileira (Toti *et al.*, 2009).

Esta constatação é mais um argumento favorável aos defensores dos ciclos básicos e/ou da flexibilização curricular dos cursos de graduação, principalmente no contexto brasileiro discutido no parágrafo anterior (Catani *et al.*, 2001; von Linsingen *et al.*, 2003). Disciplinas como a ACH 0011 acabam cumprindo, tardiamente, o papel de suplementar aquilo que não foi contemplado pelo ensino básico.

Algo que não pode deixar de ser vinculado aos dados deste gráfico é a pergunta focal do MC: “*Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o universo?*”. Claramente, a intenção do docente era estimular ao máximo as relações CTS, visto que o seu sentido era evidente e o assunto,

amplo. A expectativa de resposta deveria centrar-se na preponderância das proposições das categorias “Influência da ciência sobre a sociedade” e “Influência da tecnologia sobre a sociedade”. No entanto, a verificação de que aproximadamente 1/3 das proposições são da categoria “Natureza da ciência”, evidencia argumentação insuficiente dos mapeadores, em média, para respondê-la plenamente.

Houve outro estímulo ao estabelecimento de relações CTS, representado pelo uso obrigatório do conceito “Mais Tecnologia”. No trabalho de Romano Jr. *et al.* (2010) discute-se a diferença entre proposições estáticas e dinâmicas no estabelecimento das relações de causa/efeito numa proposição de um MC (Cañas *et al.*, 2006a). As proposições estáticas caracterizam-se por conter conceitos sem termos quantificadores. A seguir, tem-se um exemplo de proposição estática fornecido por Romano Jr. *et al.* (2010):

“Vida — é cheia de —→complexidade”.

As proposições dinâmicas caracterizam-se por conter conceitos com termos quantificadores. A seguir, tem-se um exemplo de proposição dinâmica, também fornecido por Romano Jr. *et al.* (2010):

“Mais Tecnologia — propicia —→mais desenvolvimento científico”.

Portanto, o uso do conceito “Mais tecnologia” tinha o objetivo estimular relações CTS nas proposições do MC. Nota-se que a categoria “Influência da tecnologia sobre a ciência” foi a segunda mais freqüente em função deste conceito. Comparando a freqüência desta categoria (18,30%) com a freqüência da “Influência da tecnologia sobre a sociedade” (3,22%), nota-se a tendência dos alunos em direcionar-se ao assunto “Natureza da ciência”, sobre o qual possuem mais argumentos. Esta comparação também corrobora a discussão acima realizada, de que as respostas dos alunos não contemplaram, em média, um dos objetivos da questão focal, visto que estabeleceram pouquíssimas relações $T \rightarrow S$.

Na mesma linha de discussão, pode-se considerar que a categoria “Influência da ciência sobre a sociedade”, terceira mais freqüente (12,15%), foi favorecida por estar relacionada à ciência. As proposições desta categoria contemplam os objetivos da questão focal.

5.2. Análise estrutural dos mapas conceituais

Os valores médios com os respectivos desvios-padrão (DesvPad) dos parâmetros DP, CIM e CFM dos 53 MCs amostrais são apresentados a seguir, na Tabela 5.2:

Tabela 5.2 – Valores médios dos parâmetros DP, CIM e CFM dos 53 MCs.

	DP	CIM	CFM
Média $\pm$ DesvPad	1,42 $\pm$ 0,33	0,36 $\pm$ 0,14	0,37 $\pm$ 0,17
Valor máximo	2,22	0,67	0,67
Valor mínimo	0,56	0,11	0,00

Os resultados da análise estrutural de cada MC são apresentados na Tabela 5.3, a seguir:

Tabela 5.3 – Parâmetros da análise estrutural.

P1	DP	CIM	CFM	Acima da média	Abaixo da média
MC 2201	2,00	0,44	0,67	3	0
MC 2202	1,56	0,33	0,33	1	2
MC 2203	1,00	0,11	0,22	0	3
MC 2204	1,22	0,33	0,22	0	3
MC 2205	1,44	0,44	0,44	3	0
MC 2206	1,67	0,44	0,44	3	0
MC 2207	1,67	0,22	0,44	2	1
MC 2208	1,56	0,44	0,44	3	0
MC 2209	1,78	0,56	0,44	3	0
MC 2210	1,67	0,67	0,44	3	0
MC 2211	1,20	0,30	0,30	0	3
MC 2212	1,00	0,18	0,18	0	3
MC 2213	1,56	0,56	0,44	3	0
MC 2214	2,11	0,33	0,78	2	1
MC 2215	2,22	0,67	0,67	3	0
MC 2216	0,56	0,11	0,00	0	3
MC 2217	1,44	0,44	0,56	3	0
MC 2218	1,22	0,22	0,22	0	3
MC 2219	1,56	0,33	0,22	1	2
MC 2220	1,89	0,33	0,56	2	1
MC 2221	1,00	0,22	0,11	0	3
MC 2222	1,78	0,67	0,67	3	0
MC 2223	1,33	0,44	0,56	2	1
MC 2224	1,67	0,44	0,56	3	0
MC 2225	1,67	0,44	0,56	3	0
MC 2226	1,00	0,11	0,11	0	3
MC 2227	1,44	0,44	0,44	3	0
MC 2228	1,00	0,22	0,22	1	2
MC 2229	1,00	0,33	0,11	0	3
MC 2230	1,44	0,56	0,22	2	1
MC 2231	1,43	0,29	0,29	1	2
MC 2232	1,67	0,44	0,33	2	1
MC 2233	1,44	0,22	0,44	2	1
MC 2234	1,00	0,22	0,11	0	3
MC 2235	1,56	0,44	0,22	2	1
MC 2236	1,78	0,56	0,67	3	0
MC 2237	1,33	0,33	0,22	0	3
MC 2238	1,78	0,56	0,33	1	2
MC 2239	1,22	0,44	0,22	0	3
MC 2240	1,22	0,33	0,33	0	3
MC 2241	1,22	0,22	0,22	0	3
MC 2242	0,89	0,22	0,33	0	3
MC 2243	1,67	0,33	0,44	2	1
MC 2244	1,56	0,33	0,44	2	1
MC 2245	1,33	0,44	0,44	2	1
MC 2246	1,11	0,22	0,22	0	3
MC 2247	1,38	0,31	0,31	0	3
MC 2248	1,11	0,33	0,22	0	3
MC 2249	1,33	0,33	0,33	0	3
MC 2250	1,67	0,44	0,56	3	0
MC 2251	1,22	0,33	0,22	0	3
MC 2252	1,44	0,33	0,44	2	1
MC 2253	1,22	0,22	0,44	1	2

Na tabela 5.3, nota-se, além dos índices calculados dos parâmetros DP, CIM e CFM, nas duas colunas mais à direita a indicação do número de parâmetros acima e abaixo em relação aos valores médios, os quais como descrito na seção 4.2.2., permitiram classificar os 53 MCs em nos grupos A, A', B' e B. Investigar os MCs dos grupos mais discrepantes (A x B) justifica-se em função da teoria da aprendizagem significativa vinculada aos MCs, apresentada na seção 2.2 deste trabalho. Afinal, se os mapas conceituais permitem a representação gráfica do modelo mental idiossincrático de um indivíduo sobre determinado assunto (Moreira, 1999; Santos *et al.*, 2009, Novak *et al.*, 2002), grandes diferenças na sua estrutura podem indicar sujeitos com diferentes modelos mentais sobre o assunto abordado pela pergunta focal. O Gráfico 5.2, a seguir, apresenta a distribuição dos MCs nos 4 grupos acima citados:

Gráfico 5.2 – Distribuição dos MCs alocados nos grupos A, A', B' e B em função da análise estrutural.

Nota-se que os grupos com as maiores quantidades de MCs são, justamente, os grupos que serão comparados (A x B). Juntos, eles totalizam 35 (66,04%) dos 53 MCs amostrais.

A figura 5.1. apresenta dois MCs que representam, respectivamente, os grupos “A”(MC 2215) e “B”(MC 2226):

MC 2215 – “Grupo A”

MC 2226 – “Grupo B”

Figura 5.1 – MCs 2215 (Grupo A) e 2226 (Grupo B).

A visualização de ambos os MCs permite diferenciá-los quanto a sua discrepante estrutura, a qual se percebe quantitativamente nos parâmetros DP, CIM e CFM.

A Tabela 5.4, a seguir, lista os MCs pertencentes aos grupos A e B com os respectivos índices para os parâmetros DP, CIM e CFM:

Tabela 5.4 – Lista de MCs dos grupos A e B.

GRUPO A				GRUPO B			
MC	DP	CIM	CFM	MC	DP	CIM	CFM
MC 2201	2,00	0,44	0,67	MC 2203	1,00	0,11	0,22
MC 2205	1,44	0,44	0,44	MC 2204	1,22	0,33	0,22
MC 2206	1,67	0,44	0,44	MC 2211	1,20	0,30	0,30
MC 2208	1,56	0,44	0,44	MC 2212	1,00	0,18	0,18
MC 2209	1,78	0,56	0,44	MC 2216	0,56	0,11	0,00
MC 2210	1,67	0,67	0,44	MC 2218	1,22	0,22	0,22
MC 2213	1,56	0,56	0,44	MC 2221	1,00	0,22	0,11
MC 2215	2,22	0,67	0,67	MC 2226	1,00	0,11	0,11
MC 2217	1,44	0,44	0,56	MC 2229	1,00	0,33	0,11
MC 2222	1,78	0,67	0,67	MC 2234	1,00	0,22	0,11
MC 2224	1,67	0,44	0,56	MC 2237	1,33	0,33	0,22
MC 2225	1,67	0,44	0,56	MC 2239	1,22	0,44	0,22
MC 2227	1,44	0,44	0,44	MC 2240	1,22	0,33	0,33
MC 2236	1,78	0,56	0,67	MC 2241	1,22	0,22	0,22
MÉDIA	1,69	0,52	0,53	MC 2242	0,89	0,22	0,33
DESVPAD	0,22	0,09	0,10	MC 2246	1,11	0,22	0,22
-	-	-	-	MC 2247	1,38	0,31	0,31
-	-	-	-	MC 2248	1,11	0,33	0,22
-	-	-	-	MC 2249	1,33	0,33	0,33
-	-	-	-	MC 2251	1,22	0,33	0,22
-	-	-	-	MÉDIA	1,11	0,26	0,21
-	-	-	-	DESVPAD	0,19	0,09	0,09

*Todos os MCs encontram-se na seção “Anexos”.

Nota-se pelas médias e os desvios-padrão dos três parâmetros, que os dois grupos são estatisticamente distintos. Utilizando os índices da tabela acima como referência, pode-se discutir, com base nos referenciais teóricos apresentados, o que esses 3 parâmetros (DP, CIM e CFM) representam em um MC.

A densidade proposicional (DP), que de acordo com a Tabela 4.1 da seção 4.2.2 é calculada pela razão entre o número total de proposições do MC

e o número total de conceitos do MC (Silva Jr *et al.*, 2010), pode ser interpretada como a quantidade (relativa) de informação que o mapeador consegue explicitar sobre o assunto requerido pela questão focal. Se, de acordo com aquilo que fora apresentado na seção 3.2., a forma com que aprendemos e relacionamos diferentes conceitos ocorre a partir da formação de conceitos-base e da assimilação de conceitos (Novak *et al.*, 2002), pode-se inferir que o valor de DP indica a extensão deste processo.

O parâmetro “Conceitos Iniciais com Múltiplas proposições” (CIM) é calculado pela razão entre o número de conceitos, dos quais se iniciam 2 ou mais proposições, pelo número total de conceitos do MC. Ele pode ser interpretado como indicador do processo de diferenciação progressiva, necessário para haver aprendizagem significativa (Moreira, 1999). Afinal, se a diferenciação progressiva é definida como a modificação do subsunçor pelo estabelecimento de novas relações conceituais relevantes, pode-se inferir que, ao verificar múltiplas proposições partindo do mesmo conceito, este processo foi realizado (Moreira, 1999). Pressupondo-se que a incorporação significativa dos novos conceitos (conceito final da proposição) modificam permanentemente o conceito inicial (Equação 1), configurando uma nova rede cognitiva, a presença dos CIM indica onde houve as maiores diferenciações (Ausubel, 2000; Moreira, 1999).

O parâmetro “Conceitos Finais com Múltiplas proposições” (CFM) é calculado pela razão entre o número de conceitos, nos quais terminam 2 ou mais proposições, pelo número total de conceitos do MC. Ele pode ser interpretado como indicador do processo de reconciliação integrativa, também necessário para haver aprendizagem significativa (Moreira, 1999). A reconciliação integrativa pode ser entendida como o processo de modificação de um conceito pré-existente na estrutura cognitiva do indivíduo, a partir da confluência de outras relações (Moreira, 1999). Pressupondo-se que a confluência de relações significativas modificam permanentemente o conceito

final (Equação 1), configurando uma nova rede cognitiva, a presença dos CFM indica onde houve as maiores integrações (Ausubel, 2000; Moreira, 1999).

Portanto, a análise estrutural, seguindo esses 3 parâmetros, pode ser um indicador interessante para estimar quais os mapeadores que apresentam maior tendência ao estabelecimento de relações significativas para aquele assunto evocado pela questão focal.

5.3. Análise das freqüência das categorias das proposições dos MCs dos grupos A e B

A categorização das proposições discutidas na seção 7.1, associada ao agrupamento discutido na seção 7.2, permite comparar a semântica das proposições dos MCs dos grupos A e B. Assim, gerou-se um Gráfico 5.3 que registra a freqüência percentual das proposições dos MCs dos grupos A e B, como se segue:

Gráfico 5.3 – Frequência das proposições nas categorias do Grupo A, Grupo B e da média geral.

A análise comparativa da frequência das categorias das proposições dos grupos A e B não apresenta, em média, grandes discrepâncias. O perfil das barras do gráfico seguiu o mesmo padrão de distribuição para ambos os grupos, indicando que os mesmos, em média, tiveram as mesmas intenções semânticas ao compor suas proposições.

Entretanto, quando se observam as variações percentuais por categoria, pode-se verificar diferenças interessantes. Para esta discussão, faz-se necessário retomar a questão focal do MC: *“Como a ciência e a tecnologia influenciaram a sociedade na compreensão do universo?”*. Pois, como discutido na seção 5.1, as categorias “Influência da ciência sobre a sociedade” e “Influência da tecnologia sobre a sociedade” seriam fundamentais para existir a resposta ser satisfatória.

Na comparação dos dados da primeira categoria, nota-se uma queda relativa de 15,28% (Grupo A) para 9,68% (Grupo B). Observa-se que a média geral (12,15%) encontra-se entre esses dois valores, indicando que, nesta categoria de proposições, os alunos com MCs de melhor estrutura estabeleceram mais relações deste tipo, em média.

Na comparação dos dados da segunda categoria (“Influência da tecnologia sobre a ciência”), observa-se uma queda relativa de 4,37% (Grupo A) para 2,30% (Grupo B). Nota-se que, mais uma vez, o índice da média geral (3,22%) encontra-se entre os valores dos grupos A e B, indicando que, nesta categoria de proposições, os alunos com MCs de melhor estrutura estabeleceram mais relações deste tipo, sempre em média.

Na seção 5.1 discutiu-se sobre a categoria “Natureza da ciência” e os porquês da sua prevalência sobre as demais. Comparando-se os índices dos grupos A (35,37%) e B (37,79%) com a média global (33,38%), percebe-se que os dois grupos tiveram um percentual maior, nesta categoria, do que a média geral. Apesar de pequena a diferença, os MCs do grupo B continham proporcionalmente mais proposições sobre “Natureza da ciência” do que os

do grupo A. Comportamento também observado com a categoria “Influência da tecnologia sobre a ciência”, na qual os MCs do grupo B (21,20%) superaram os do grupo A (16,16%). Neste caso, a média global (18,30%), novamente, apontou um índice intermediário aos grupos.

5.4. Análise dos conceitos das proposições da categoria

“Natureza da ciência” dos MCs dos grupos A e B

A predominância da categoria “Natureza da ciência” despertou a curiosidade de saber aquilo que era dito pelos alunos. Analisar as concepções de natureza da ciência, com as suas possíveis deformações e as implicações seria algo assaz interessante, seria suficientemente grande para gerar outras dissertações ou teses. No contexto deste trabalho de pesquisa, a análise dos conceitos utilizados pelos mapeadores dos grupo A e B é suficiente para agregar informações qualitativas aos mesmos. Esta análise também complementa a comparação da frequência das categorias semânticas dos MCs dos grupos A e B, pois permitirá verificar se dentro de uma mesma categoria, existem diferenças nos conceitos utilizados e, conseqüentemente, no assunto abordado nessas proposições.

A análise de frequência dos conceitos permite ao avaliador estimar os assuntos mais abordados por um grupo de MCs, mas ela não esclarece a detalhes da intenção semântica ou a percepção de concepções alternativas (Ruiz-Moreno *et al.*, 2007).

Os Gráficos 5.4 e 5.5 apresentam a frequência dos 10 conceitos mais utilizados, respectivamente, para os grupos A e B:

Gráfico 5.4 - Frequência dos 10 conceitos mais utilizados nos MCs do grupo A.

Gráfico 5.5 - Frequência dos 10 conceitos mais utilizados nos MCs do grupo B.

Observa-se que 7 dos 10 conceitos são comuns aos grupos A e B. São eles: “evidências”, “ciência”, “universo”, “descobertas”, “teorias”, “experimentação” e “big bang”. Não houve manutenção de posição de nenhum dos conceitos comuns.

O fato de a maioria dos conceitos serem comuns a ambos os grupos, evidencia que os assuntos selecionados para formar proposições de “Natureza da ciência” pelos alunos, com o intuito de responder a pergunta focal, foi

similar (Ruiz-Moreno *et al.*, 2007). Isso não significa que foram feitas proposições melhores ou piores, corretas ou erradas ou que, semanticamente, tenham tido a mesma intencionalidade. A análise dos conceitos não permite tais conclusões, até porque ela não considera os termos de ligação, estrutura que, geralmente através de um verbo, regula o vínculo entre os conceitos. A análise conceitual realizada, também, corrobora a percepção de que a diferença na complexidade estrutural do MC não permite relacionar os mapeadores com as categorias das suas proposições, afinal ambos os grupos utilizaram, praticamente, os mesmos conceitos nas suas proposições (7 em 10 eram comuns).

Evidentemente, houve a diferença entre 3 conceitos para cada grupo. Para o grupo A, os conceitos foram “observação”, “pesquisas” e “científica”. Para o grupo B, os conceitos foram “galáxias”, “experimentação” e “cientistas”. Observa-se que os conceitos “evidências”, “descobertas”, “teorias”, “experimentação”, “observação”, “pesquisas”, “científicas” e “cientistas” estão ligados ao aspecto “fazer pesquisa”. Os conceitos “universo”, “Big Bang” e “galáxias” possuem significado mais específico, vinculado aos “conhecimentos científicos”. Esta percepção qualitativa pode indicar ao avaliador dos MCs um rápido panorama de a sua sala de aula, em média, conduziu a confecção do MC (Ruiz-Moreno *et al.*, 2007).

As figuras 5.2 e 5.3, a seguir, resumem a utilização dos conceitos nos grupos A e B de uma forma lúdica e intuitiva. Foram feitos a partir dos gráficos 5.4 e 5.5 e, portanto, representam respectivamente os grupos A e B:

Figura 5.2 – Wordle dos 10 conceitos mais utilizados nos MCs do grupo A.

Figura 5.3 – Wordle dos 10 conceitos mais utilizados nos MCs do grupo B.

Esta ferramenta pode ser utilizada em sala de aula pelo professor para discutir com os seus alunos se os conceitos mais frequentes são suficientes para contemplar explicações ou justificativas sobre um determinado tema. Na nossa pesquisa, foi apenas uma categoria (“Natureza da ciência”), mas poderia representar todos os conceitos dos dois grupos (A e B), ou mesmo representar

todos os conceitos dos 53 MCs. Ainda em sala de aula, o professor pode conduzir uma interação dialógica com os alunos, a fim de consolidar conceitos para, *a posteriori*, realizar um mapa conceitual representativo da atividade (Cavalcanti *et al.*, 2010).

6. Considerações finais

O objetivo desta pesquisa foi analisar os conhecimentos e descrever os ingressantes da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), em relação ao tema “Ciência, Tecnologia e Sociedade” através do mapeamento conceitual semi-estruturado.

Assim, este trabalho, ao mesmo tempo que deixará um dos primeiros registros sobre os alunos que ingressam na incipiente EACH, investigará se existe relação (ou influência) entre a estrutura de um mapa conceitual e o conteúdo semântico-conceitual da sua rede de proposições. Por consequência, disponibilizará subsídios e estratégias metodológicas a professores sobre o uso dos mapas conceituais em sala de aula.

Os dados obtidos pela presente pesquisa apontam que os alunos ingressantes tendem a abordar aspectos relativos à “Natureza da ciência”, mesmo quando induzidos a estabelecerem outras relações (CTS). Isso é reflexo do modelo recorrente da educação básica brasileira, a qual apresenta grandes dificuldades de implementar, de fato, aquilo que se prevê em documentos oficiais (LDB e PCN), como os temas transversais, por exemplo. O cotidiano escolar é refém da crônica compartimentalização das disciplinas, dando a impressão que as ciências da natureza se apresentam como um cenário de fenômenos isolados, cuja explicação é dada pela química, ou pela biologia, ou pela física e etc.. A opção curricular adotada pela EACH, que inclui um ciclo básico de disciplinas para todos os ingressantes, *a priori*, parece ter sido acertada. Ao menos, a disciplina ACH 0011, cujo objetivo é aumentar o nível de alfabetização científica dos ingressantes, é mais uma oportunidade que para minimizar as defasagens do ensino básico.

Os dados apontam que não houve uma relação aparente entre a complexidade estrutural do mapa e uma mudança de padrão nas intencionalidades semântica das proposições. Mesmo quando comparados os dois grupos com maior discrepância na complexidade estrutural, percebeu-se

que a frequência relativa das categorias foi muito similar. Ou seja, a categoria “Natureza da ciência” foi a primeira para os dois grupos; “Influência da tecnologia sobre a ciência” a segunda e assim por diante. Porém, verificou-se que o grupo com pior estrutura possuía um percentual menor de proposições nas duas categorias fundamentais para responder a questão focal, que são “Influência da ciência sobre a sociedade” e “Influência da tecnologia sobre a sociedade”. Portanto, houve mais MCs com proposições adequadas para responder a questão focal no grupo A (melhor estrutura) do que no grupo B (pior estrutura).

Cabe ressaltar, que as metodologias de “categorização das proposições” e “análise estrutural” utilizadas neste trabalho, foram desenvolvidas e publicadas a partir de outros dados coletados nesta mesma turma 22. Nada mais justo, retribuir à EACH com pesquisas que ajudem os seus docentes a conhecer melhor os seus alunos. Ou seja, beneficiá-la (EACH) com pesquisas produzidas dentro dos seus próprios domínios.

A análise conceitual se mostrou uma alternativa mais ágil para um professor que pretende identificar os conceitos prévios ou descobrir os assuntos mais abordados por um grupo de alunos. Isso pode facilitar o trabalho do professor no estabelecimento de critérios para uma avaliação, ou mesmo pode preveni-lo, quando este se propõe a realizá-lo previamente, de problemas e/ou dificuldades que os alunos terão. Ela evidenciou que a mudança na complexidade estrutural dos MCs não modificou a maioria dos conceitos selecionados pelos grupos A e B, nas proposições da categoria “Natureza da ciência”.

Além disso, o uso do *Wordle* pode ainda propiciar novas interações dialógicas durante as situações de aprendizagem, no momento que o professor expõe o retrato dos conceitos para os alunos na sala de aula. Esta ferramenta, ainda, se mostra amigável em relação aos custos (o aplicativo é “livre”) e ao tempo de manejo na sua produção (com um clique). É muito intuitiva e

simples de ser entendida por aqueles que a visualizam a figura de representar informações sobre a sua amostra.

7. Referências Bibliográficas

ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A., MARTIN-GORDILLO, M., OLIVA, J. M., ACEVEDO, P., PAIXÃO, M. F., & MANASSERO, M. A. **Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica.** Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, v. 2, n. 2, 121– 140, 2005.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G., FLEMING, R. W. **Views on Science-Technology Society (VOSTS).** Department of Curriculum Studies, College of Education, University of Saskatchewan, 1989.

AIKENHEAD, G. S. **The development of a new instrument: “Views of Science-Technology-Society” (VOSTS).** Science Education, v. 76, n. 5, 477-491, 1992.

_____. **What is STS science teaching?** In J. Solomon & G. S. Aikenhead (Eds.), STS education: International perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 169 – 186, 1994.

_____. **Review of research on humanistic perspectives in science curricula.** 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA) on the Research and the Quality of Science Education, Noordwijkerhout, The Netherlands, 2003.

AUSUBEL, D.P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view.** Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BASQUE, J., LAVOIE, M. C. **Collaborative concept mapping in education: major research trends.** In: A. J. Cañas & J.D. Novak (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*, v. 1, 192-199. San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2006.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: temas transversais.**

Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1998.

BYBEE, R.W. (1997). **Towards an understanding of scientific literacy.** In: Graeber, W.; Bolte, C. Scientific literacy – An international Symposium. Kiel: IPN p. 48-54, 1997.

BYBEE, R.W.; FUCHS, B. **Preparing the 21st century workforce: A new reform in science and technology education.** *Journal of Research in Science Teaching*, v. 43, n. 4, 349-352, 2006.

CAÑAS, A.J., & NOVAK J.D. **Re-examining the foundations for effective use of concept maps.** In: A. J. Cañas & J.D. Novak (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*, v. 1, 247-255. San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2006a.

CAÑAS, A. J., NOVAK, J. D.; MILLER, M. L.; COLLADO, C.; RODRÍGUEZ, M.; CONCEPCIÓN, M.; SANTANTA,C. & PEÑA, L. **Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales.** In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*, v. 1, 153-161. San Jose: Universidad de Costa Rica, 2006b.

CATANI, A.M., OLIVEIRA, J.F., DOURADO, L.F. **Política educacional, mudanças no mundo do trabalho e reforma curricular dos cursos de graduação no Brasil.** In: Educação & Sociedade. Campinas: UNICAMP, v. 22, n. 75, 2001.

CAVALCANTI, R.R.G., MAXIMIANO, F.A. **Aprimorando la técnica de análisis estructural de mapas conceptuales con el objetivo de obtener un mapa representativo de un grupo de estudiantes.** In: Fourth International Conference on Concept Mapping, 2010, Viña del Mar. Concept Maps: Making Learning Meaningful; Concept Maps: Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping. Santiago de Chile : Lom Ediciones S. A., v. 2, 11-14. 2010.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** 2º ed. Ijuí: Unijuí, 2001.

CHIU, C. H. **Evaluating system-based strategies for managing conflict in collaborative concept mapping.** Journal of Computer Assisted Learning, n. 20, 124-132, 2004.

COLUCCI-GRAY, L., CAMINO, E., BARBIERO, G. & GRAY, D. **From scientific literacy to sustainability literacy: an ecological framework for education.** Science Education, n. 90, 227-252, 2006.

CORREIA, P. R. M., INFANTE-MALACHIAS, M. E; GODOY, C. E. C. **From theory to practice: the foundations for training students to make collaborative concept maps.** In A. J. Cañas; Novak J. D., Reiska, P.; Ahlberg, M. K. (Eds.), Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping, v. 2, 414-421. Tallin, Estonia; Helsinki, Finlândia: OÜ Vali Press, 2008.

CORREIA, P.R.M, SILVA Jr, A.C., ROMANO Jr, J.G. Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 4402, 2010.

CORREIA, P. R. M., VALLE, B.X., ROMANO JR., J. G. SILVA, A.C. **Mapas Conceituais como ferramenta de avaliação: desafios e possibilidades de mudanças na sala de aula.** Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências (ENPEC), 2009.

CORREIA, P. R. M., VALLE, B.X., DAZZANI, M., INFANTE-MALACHIAS, M. E. **The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: Theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience.** Journal of Cleaner Production, n. 18, 678–685, 2010.

DeBOER, G. E. **A history of ideas in science education.** New York: Teachers College Press, 1991.

DERBENTSEVA, N., SAFAYENI, F. **Experiments on the effects of map structure and concept quantification during concept map construction.** In A. J. Cañas; Novak J. D., Reiska, P.; González, F.M. (Eds.). Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, Pamplona, Spain, 2004.

DERBENTSEVA, N., SAFAYENI, F. **Two strategies for encouraging functional relationships in concept maps.** In A. J. Cañas; Novak J. D., Reiska, P.; Ahlberg, M. K. (Eds.), Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping, vol. 2. San José, Costa Rica, 2006.

De MEIS, L. **Ciência, educação e o conflito humano-tecnológico**. 2º ed. São Paulo: Senac, 2002.

De MASI, D. **A sociedade Pós-Industrial**. – 4ª ed. – São Paulo : Editora Senac São Paulo, 2003

DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F.; CANAS, A. J. **Concept Maps: Experiments on Dynamic Thinking**. Journal of Research in Science Teaching, n. 44, 448-465, 2007.

DRUCKER, P.F. **The coming of the new organization**. Harvard Business Review on Knowledge Management, 12, 45-53, 1988.

DORNELAS, R.B.F. **Educação ambiental no ensino médio: integração de conhecimentos a partir das aulas de química**. Dissertação, Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FISCHER, F., BRUHN, J., GRÄZEL, C., & MANDL, H. **Fostering collaborative knowledge construction with visualization tools**. Learning and Instruction, n. 12, 213-232, 2002.

FOUREZ, G. **Scientific and Tecnological Literacy as a Social Practice**. Social Studies of Science, n. 27, 903-936, 1997.

FOUREZ, G. **Crise no ensino de ciências?** Investigações em Ensino de Ciências, n. 8, 109 – 123, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 34ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 1. ed, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

GOMES, C. B. **USP Leste: a expansão da universidade do oeste para leste**. 1. ed, São Paulo: Edusp, 2005.

HURD, P.DeH. **Science literacy: Its meaning for American schools**. Educational Leadership, n. 16, 13–16, 1958.

INFANTE-MALACHIAS, M.E., CORREIA, P.R.M. **Problemas complexos em el mundo post-industrial**. Novedades Educativas, v. 203, 29-33, 2007.

KRASILCHIK, M. **Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências**. São Paulo em Perspectiva, v.14, 85-93, 2000.

LAUGKSCH, R.C. **Scientific Literacy: A Conceptual Overview**. Science Education, 84, 71–94, 1999.

LEAKE, D.B., CAÑAS, A.J., **Automatic classification of concept maps based on a topological taxonomy and its application to studying features of human-built maps**. In A. J. Cañas; Novak J. D., Reiska, P.; Ahlberg, M. K. (Eds.), Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping. Tallin, Estonia; Helsinki, Finlândia: OÜ Vali Press, 2008.

MANASSERO, M.A, VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J.A. **Questionário de opiniões sobre ciência, Tecnologia e Sociedade (QOCTS)**. Princeton, NJ: Educational Testing Service. Información, 2003. Disponível em <http://www.ets.org/testcoll/> . Acesso dia 7 dez/2009.

MAMEDE, M. A., ZIMMERMANN, E. **Letramento Científico e CTS na formação de professores para o Ensino de Física.** In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro. Anais do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrências e lacunas que levam a comprometimentos.** São Paulo: Vetor, 2008.

MAYER, R.E. **Rote versus meaningful learning.** Theory into practice, n. 41, v. 4, 226-232, 2002.

McPHAN, G. **A Developmental framework for assessing concept maps.** In A. J. Cañas; Novak J. D., Reiska, P.; Ahlberg, M. K. (Eds.), Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping. Tallin, Estonia; Helsinki, Finlândia: OÜ Vali Press, 2008.

MENEZES, L.C. **Ensinar ciências no próximo século.** In: Hamburger, E. W.; Matos, C.; O desafio de ensinar ciências no século XXI. São Paulo: Edusp. p. 48-54, 2000.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: UnB, 2006.

NEVES, J.L. **Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades.** Caderno de pesquisas em administração, v. 1, n. 3, São Paulo, 1996.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira. Tradução de M. A. Moreira do original *A theory of education*, Cornell University Press, 1981.

_____. **Learning, creating and using knowledge: concept maps as facilitative tools I schools and corporations**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1998.

_____. **Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners**. *Science Education*, n. 86, 548-571, 2002.

NOVAK, J.D., GOWIN, D.B. **Learning how to learn**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

NOVAK, J.D., Cañas, A.J., **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them**. Technical Report IHMC 2006-01Rev 01-2008. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition, 2008.

PEÑA, A.O., BALLESTEROS, A., CUEVAS, C., GIRALDO, L., MARTÍN, I., MOLINA, A., RODRIGUEZ, A., VÉLEZ, U. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Loyola, 2006.

ROBERTS, D.A. (1983). **Scientific literacy. Towards a balance for setting goals for school science programs**. Ottawa, ON, Canada: Minister of Supply and Services, 1983.

ROCHA LOURES, R.C. **Educar e Inovar na Sustentabilidade**. 1. ed, Curitiba: UNINDUS, 2008.

ROMANOJR, J.G., CORREIA, P. R. M. **A taxonomic scheme for propositional analysis.** In: Fourth International Conference on Concept Mapping, 2010, Viña del Mar. Concept Maps: Making Learning Meaningful - Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping. Santiago do Chile : Universidad de Chile, 2010. v. 1. p. 49-57, 2010.

ROSA, P.R.S. **A teoria cognitivista de David Ausubel.** Porto Alegre, 1999.

RUIZ-MORENO, L., SONZOGNO, M.C., BATISTA, S.H.S., BATISTA, N.A. **Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise.** Ciência & Educação, v. 13, n. 3, 453-463, 2007.

SACHS, J. D. **Common Wealth: Economics for a Crowded Planet.** New York, NY: The Penguin Press, 2008.

SADLER, T.D. **Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research.** Journal of Research in Science Teaching, n. 41, 513– 536, 2004.

SANTOS, A.P.C, VALLE, B.X., CORREIA, P.R.M. **Pensamento sistêmico, mapas conceituais e as organizações que aprendem: o papel da colaboração no desenvolvimento de ações corporativas sustentáveis.** Anais do Global Forum da América Latina (GFAL), 2009. Disponível em http://www.congresso.globalforum.com.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00082_PCN42103.pdf . Acesso dia 15 fev/2010.

SANTOS, W.L.P. **Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education.** Science Education, v. 93, n. 2, p. 361-382, 2007.

SENGE, P. M. **A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende.** 20^a Ed. Rio de Janeiro: Best Seller, 2005

_____. **A revolução decisiva: como indivíduo e organizações trabalham em parceria para criar um mundo sustentável.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SILVAJR, S.N., ROMANO JR., J.G., CORREIA, P.R.M.C. **Structural analysis of concept maps to evaluate the students' proficiency as mappers.** In A. J. Cañas; Novak J. D., Reiska, P.; Ahlberg, M. K. (Eds.), *Proceedings of the 4th International Conference on Concept Mapping*, 2010.

TAKEYA, M., SASAKI, H., NAGAOKA, K., YONEZAWA, N. **A performance scoring method based on quantitative comparison of concept maps by a teacher and students.** In A. J. Cañas; Novak J. D., Reiska, P.; González, F.M. (Eds.), *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*, Pamplona, Spain, 2004.

TOTI, F.A., PIERSON, A.H.C., SILVA, L.F. **Diferentes perspectivas de cidadania presentes nas discussões atuais em defesa da abordagem CTS na educação científica.** Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências (ENPEC), 2009.

UNESCO. **Unesco and Sustainable Development.** Paris, França: UNESCO, 2005a.

_____. **Towards Knowledge Societies: Unesco World Report.** Paris, França: UNESCO, 2005b.

_____. **¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años.** Santiago do Chile: OREACL/UNESCO Santiago, 2005c.

VALLE, B.X., SANTOS, A.P.C, CORREIA, P.R.M.C. **Concept Mapping as a Tool to Improve Collaboration during Problem-Based Learning Activities** . Congresso Internacional PBL 2010, Aprendizagem Baseada em Problemas e Metodologias Ativas de Aprendizagem. Pan-American Network of Problem Based Learning – PANPBL, 2010.

VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. **New response and scoring models for the “Views on Science-Technology-Society” instrument (VOSTS).** International Science Education, n. 21, 231-247, 1999.

VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A., ACEVEDO, J.A. **An analysis of complex multiple-choice-science-technology-society items: methodological development and preliminary results.** Science education, n. 90, v. 4, 681-706, 2006.

_____. **Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência, a Tecnologia na Sociedade.** In. Química Nova na Escola, n. 27, 34-50, 2008.

Von LINSINGEN, I. **A educação tecnológica numa perspectiva CTS: convergências curriculares.** In: Revista de Ensino de Engenharia, Brasília, v. 22, n. 2, 21-30, 2003.

WATERMAN, A.T. **National Science Foundation: A ten-year resumé.** Science, v. 3410, n. 131, 1341–1354, 1960.

YAGER, R.E., WELD, J.D. **Scope, sequence and co-ordination: The Iowa project, a national reform effort in the USA.** International Journal of Science Education, n. 21, 169–194, 1999.

YIN, ROBERT K. **Case study research: desing and methods.** 3rd ed. California, USA, 2003.

ZEIDLER, D.L. **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education.** Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press, 2003.

8. Anexos

8.1. Os MCs e seus respectivos gráficos de frequência das categorias.

MC 2201

MC 2202

Pergunta focal: Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?

MC 2203

MC 2204

MC 2205

P1 MC 2205

Pergunta focal: Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?

MC 2205

MC 2206

MC 2207

MC 2208

MC 2209

MC 2210

MC 2211

MC 2212

MC 2213

MC 2216

MC 2217

MC 2220

MC 2221

MC 2222

P1 MC 2222

Pergunta focal: Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?

MC 2223

MC 2224

MC 2225

MC 2226

MC 2227

MC 2228

P1 MC 2228

Pergunta focal: Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?

MC 2229

MC 2230

MC 2231

P1 MC 2231

Pergunta focal: Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?

MC 2232

P1 MC 2232

Pergunta focal: Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?

MC 2233

P1 MC 2233

Pergunta focal: Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?

MC 2233

MC 2234

MC P1 2234

Pergunta focal: Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?

MC 2235

MC 2236

MC 2237

MC 2238

MC 2239

MC 2240

MC 2241

MC 2242

P1 MC 2242

Pergunta focal: Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?

MC 2243

MC 2244

MC 2245

P1 MC 2245

Pergunta focal: Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?

MC 2246

MC 2247

MC 2247

MC 2248

MC 2249

MC 2250

MC 2251

MC 2252

MC 2252