

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA
TECNOLOGIA-SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA): UTILIZAÇÃO DE
PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS COMO SUPORTE
METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS
EDUCACIONAIS EM QUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

JOSÉ PINHEIRO DA COSTA JÚNIOR

Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge de Campos Favas



Vila Real, Setembro de 2017

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA
TECNOLOGIA-SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA): UTILIZAÇÃO DE
PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS COMO SUPORTE
METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS
EDUCACIONAIS EM QUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

JOSÉ PINHEIRO DA COSTA JÚNIOR

Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge de Campos Favas

Composição do Júri:

Doutora Edna Carla Janeiro Cabecinha da Câmara Sampaio

Doutor Paulo Jorge de Campos Favas

Doutora Cristina Maria Correia Marques

Vila Real, Setembro de 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Júnior, José Pinheiro da Costa.

Educação ambiental segundo a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA): Utilização de problemáticas ambientais como suporte metodológico para a construção de cenários educacionais em Química.

Orientador: Professor Doutor Paulo Jorge de Campus Favas

Dissertação (Mestrado) Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental, preservação, aprendizagem, suportes educacionais.

“O autor declara que as ideias apresentadas nesta dissertação são da sua inteira
responsabilidade pessoal.”

Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de
Mestrado em Engenharia do Ambiente da
Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro –
UTAD – Portugal.

“A natureza deve ser obrigatoriamente utilizada com base nas suas características naturais para o bem estar da população, manejada e conservada com cuidado e com a responsabilidade de deixar um bom legado para as futuras gerações.”

(Carlowitz in Grober, 2002).

Aos meus estimados filhos José Vinícius e Ana Gabrielly pelo amor dispensado a mim e pela compreensão durante as minhas inúmeras ausências durante a execução das disciplinas do curso de mestrado e da pesquisa de campo para a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus trino, Pai, Filho e Espírito Santo, por ter me dado consolo nos momentos de grande tribulação, por ser a minha rocha, a minha fortaleza, a minha coluna forte, o meu baluarte, o meu criador e o meu salvador desde a eternidade através de Cristo Jesus.

Ao meu orientador, o Prof. Dr. Paulo Jorge de Campos Favas que sempre se mostrou prestativo, paciente e solucionador de dúvidas quando eu as tinha, demonstrando-se, portanto, um excelente artífice na arte de orientar.

A minha esposa Regiane Barreto da Costa, pedagoga, serva do Deus altíssimo, companheira fiel, mãe dos meus filhos, minha adjutora, minha incentivadora, sempre presente nos bons e arduos momentos do nosso maravilhoso relacionamento, minha crítica e ajudadora em questões pedagógicas e referenciais teóricos.

A minha amável e querida mãe Dona Maria Das Graças Bailão Costa, amor da minha vida, sempre presente, torcedora incessante pelo meu sucesso, doadora da vida e da sua vida por nós seus filhos amados, a maior empreendedora na minha formação intelectual.

Ao Instituto Federal do Pará por conceder os seus laboratórios para a realização de atividades experimentais e pela cedência da turma de alunos do 2º ano do Ensino Médio Integrado em que laborei como professor e pesquisador durante esta pesquisa.

Aos meus alunos do 2º ano do Ensino Médio Integrado por terem espontaneamente aceitado participar deste trabalho atuando ativamente durante os momentos em que estivemos juntos na construção das atividades experimentais, das leituras interdisciplinares, da construção dos mapas conceituais, das historinhas em quadrinhos, dos relatórios, das fotografias, e do tempo dispensado.

À aluna do 3º ano integrado de Informática, Valéria Vaz, pela contribuição no treinamento de meus alunos quando da utilização do site Pixton Comics para a construção das histórias em quadrinhos.

RESUMO

Tendo em vista a importância da temática meio ambiente e das suas profundas alterações nos últimos anos, é que o presente trabalho tem como foco norteador a **Educação Ambiental segundo a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade e Ambiente (CTSA) a partir da utilização de problemáticas ambientais como suporte metodológico para construção de cenários educacionais em Química**. A pesquisa se deu a partir do desenvolvimento de atividades educacionais que envolvessem assuntos lecionados em Química no ensino médio brasileiro, e que apresentassem ligação direta com Biologia, Geografia, Matemática, Física, Artes e etc, o que constitui a interdisciplinaridade, sendo que o lócus de sua execução constituiu-se em um campus do Instituto Federal do Pará, situado no município de Abaetetuba(PA), pertencente ao Brasil. A partir da pesquisa bibliográfica e documental, foi escolhido um grupo de quatro alunos(as) monitores(as) dentre a turma pertencente ao segundo ano do ensino técnico e tecnológico regularmente matriculados nas disciplinas de Química, do IFPA-Campus de Abaetetuba, a partir da observação dos mesmos e, que, portanto, estavam em pleno desenvolvimento de suas atividades relacionadas à Química com o professor-pesquisador, e que passariam a serem monitores em trabalhos envolvendo os seus colegas de turma nas experimentações, produção e/ou pesquisa de vídeos, simuladores, histórias em quadrinhos, oficinas e workshops que depois seriam socializados às demais escolas que passariam a serem envolvidas na pesquisa, abarcando diversos temas com chamamento ambiental e que servissem de suporte metodológico para construção de cenários educacionais em Química, e que encampassem o desenvolvimento de questões relevantes para o desenvolvimento do currículo educativo e pudessem despertar o educando para uma conscientização e preocupação com problemáticas ambientais. Nessa abordagem envolvendo a Educação Ambiental (EA), esta foi inserida, uma vez que se ocupa com a formação de cidadãos informados e esclarecidos e não apenas com a formação de conceitos, mas, de capacidades, comportamentos e atitudes necessários para envolver e apreciar as relações de interdependência entre o homem, o seu meio cultural e o ambiente. Como os alunos apresentam grande rejeição e dificuldades a muitos conceitos abstratos que surgem na disciplina Química, utilizou-se no presente trabalho a concepção de Aprendizagem Significativa conforme a teoria de David Ausubel. Fomentou-se a construção de Mapas Conceituais, que são diagramas bidimensionais que proporcionam a representação de relações entre conceitos por meio de proposições em um determinado tópico, e que serviram como uma das estratégias de ensino, avaliação, estudo e dentre outros a fim de se melhorar o ensino aprendizagem de Química, e também desenvolve-se considerações importantes no que tange à EA. Nos processos de avaliação de ensino e de aprendizagem, optou-se por corroborar a metodologia da avaliação continuada segundo autores renomados dessa literatura no Brasil.

Palavras-chave: Educação ambiental, preservação, aprendizagem, suportes educacionais.

ABSTRACT

Given the importance of the environment issue and their profound changes in recent years, the present paper is guided focus on the Environmental Education Science/Technology/Society and Environment approach (EESTS), from the utilization of environmental problems as a methodological support to build educational scenarios in Chemistry. The research was based on the development of educational activities involving subjects taught in Chemistry in Brazilian high schools, which presented a direct connection with Biology, Geography, Mathematics, Physics, Arts and etc, broadly defined as interdisciplinary studies. The locus of the project implementation was the campus of the Federal Institute of Pará, located in the city of Abaetetuba (PA), Brazil. Based on the bibliographical and documentary research, a group of four monitors was chosen, among students enrolled in Chemistry of the second year of technical and technological education of the IFPA-Campus Abaetetuba. It has been observed that these students were in full development of their activities related to Chemistry and their teacher/researcher, and that they would also be monitoring the work involving their classmates such as trials, production and/or video research, simulators, comic books, and workshops. These activities will then be extended to other schools which would also be involved in research, covering various topics with environmental emphasis, playing the role as the methodological support to build educational scenarios in Chemistry and encompassing the development of issues relevant to the development of an educational curriculum. It is expected that students be awakened to an awareness and concern in environmental issues. In this approach, the field Environmental Education (EE) was included, since it deals with the formation of educated citizens, not only with the formation of concepts, but also to the capacities, behaviors and attitudes necessary to engage and appreciate the interdependency between the human being and his cultural environment. Since students have a great rejection and hardship to many abstract concepts in the field of Chemistry, the David Ausubel's theory of Meaningful Learning Approach was used in this paper. It was emphasized the construction of two-dimensional diagrams concept maps, which provide the representation of concept relationships by proposing a particular topic serving as a teaching strategy, assessment, study, in order to improve the teaching and learning of Chemistry and also develop important considerations regarding environmental education. In the assessment of teaching and learning we have chosen to support the continued evaluation methodology about renowned authors of subject literature in Brazil.

Keywords: environmental education, conservation, learning, educational media.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	XV
RESUMO.....	XVII
ABSTRACT.....	XIX
ÍNDICE GERAL.....	XXI
ÍNDICE DE TABELAS.....	XXVII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XXXI
ABREVIATURAS.....	XXXIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. JUSTIFICATIVA.....	5
1.2. PROBLEMÁTICA.....	8
1.3. OBJETIVOS.....	11
1.3.1. OBJETIVO GERAL.....	11
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	13
2.1. O MUNDO E AS POLÍTICAS AMBIENTAIS – OS GRANDES MARCOS HISTÓRICOS.....	15
2.1.1. A EVOLUÇÃO DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS NORTE- AMERICANAS.....	16
2.1.1.1. A PRIMEIRA GERAÇÃO DA LEGISLAÇÃO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL AMERICANA.....	17
2.1.1.2. A SEGUNDA GERAÇÃO DE LEIS AMBIENTAIS NORTE-	

AMERICANAS.....	17
2.1.1.3. A ADMINISTRAÇÃO REAGAN E AS RESTRIÇÕES À ADMINISTRAÇÃO E ÀS LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS.....	18
2.1.1.4. NOVAS RESTRIÇÕES ÀS LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS, PERMANÊNCIA DE CONTROVÉRSIAS E A EMERGÊNCIA DAS LEIS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS.....	19
2.1.2. AS POLÍTICAS AMBIENTAIS DA UNIÃO EUROPEIA.....	21
2.1.2.1. A EVOLUÇÃO DA POLÍTICA AMBIENTAL DA UNIÃO EUROPEIA.....	21
2.1.2.2. AVALIAÇÃO DA POLÍTICA AMBIENTAL EUROPEIA.....	24
2.1.3. O BRASIL, O MEIO AMBIENTE E SUA A POLÍTICA AMBIENTAL.....	25
2.1.3.1. TEMAS DA AGENDA AMBIENTAL BRASILEIRA.....	26
2.2. EA DAS ORIGENS AO MOMENTO ATUAL E SUA CONCEITUAÇÃO.....	33
2.3. A EA NO BRASIL.....	41
2.3.1. ALGUNS MANDAMENTOS DA EA BRASILEIRA.....	44
2.4. A EA NO ESTADO DO PARÁ.....	45
2.5. A EA E O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	46
2.6. AS ABORDAGENS CTS E CTSA.....	48
2.7. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL.....	50
2.7.1. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA X APRENDIZAGEM MECÂNICA.....	69
2.7.2. APRENDIZAGEM RECEPTIVA X APRENDIZAGEM POR DESCOBERTA.....	71

2.7.3. FORMAS E TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	73
2.7.4. ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS FACILITADORES.....	75
2.7.5. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	76
2.8. MAPAS CONCEITUAIS: ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA LIGAÇÕES ENTRE CONCEITOS QUÍMICOS E EA E MELHORIA DO ENSINO APRENDIZAGEM.....	77
2.9. A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM.....	82
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	87
3.1. DELIMITAÇÃO DO CAMPO DE TRABALHO.....	87
3.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA.....	87
3.1.2. CARACTERIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO ESCOLAR IFPA-CAMPUS DE ABAETETUBA.....	88
3.1.3. DEFINIÇÃO DA AMOSTRAGEM.....	91
3.1.4. PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DOS DADOS.....	91
3.1.5. MÉTODO DE ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS.....	97
3.1.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE A ELABORAÇÃO DOS MATERIAIS INSTRUCIONAIS.....	100
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	101
4.1. QUANTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES E MAPAS PRODUZIDOS POR CONTEÚDOS.....	103
4.2. ANÁLISE DAS ATIVIDADES DO CONTEÚDO SOLUÇÕES.....	104
4.3. ANÁLISE DAS ATIVIDADES DO CONTEÚDO FUNÇÕES INORGÂNICAS.....	107
4.4. ANÁLISE DAS ATIVIDADES DO CONTEÚDO CINÉTICA QUÍMICA.....	111

4.5. ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS.....	115
4.5.1. ANÁLISE DOS MAPAS SOBRE O CONTEÚDO SOLUÇÕES.....	115
4.5.2. ANÁLISE DOS MAPAS SOBRE O CONTEÚDO FUNÇÕES INORGÂNICAS.....	118
4.5.3. ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS DO CONTEÚDO CINÉTICA QUÍMICA.....	121
4.6. ANÁLISE GRÁFICA DO CRESCIMENTO DO ENSINO APRENDIZAGEM EM COMPARAÇÃO COM O VALOR MÁXIMO DE 42,85% EM FUNÇÃO DA MÉDIA 7,0.....	128
4.6. AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PELOS ESTUDANTES.....	130
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	131
5.1. CONCLUSÕES.....	133
5.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
5.3. IMPACTO DO TRABALHO DE PESQUISA NA INSTITUIÇÃO DE ENSINO.....	134
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
7. ANEXOS.....	149

ANEXO I: TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA CIENTÍFICA.

ANEXO II: MATERIAL INSTRUCIONAL APOSTILADO PARA SOLUÇÕES.

ANEXO III: PRIMEIRO MATERIAL INSTRUCIONAL APOSTILADO PARA CINÉTICA QUÍMICA.

ANEXO IV: SEGUNDO MATERIAL INSTRUCIONAL APOSTILADO PARA CINÉTICA QUÍMICA.

ANEXO V: MATERIAL INSTRUCIONAL APOSTILADO PARA FUNÇÕES INORGÂNICAS.

ANEXO VI: MATERIAL INSTRUCIONAL: TABELA PERIÓDICA CONSTRUÍDA PARA USO NAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.

ANEXO VII: MATERIAL INSTRUCIONAL APOSTILADO PARA CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS.

ANEXO VIII: MATERIAL AVALIATIVO: EA SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA)- AVALIAÇÃO SOBRE CONTAMINAÇÃO POR METAIS PESADOS, CHUVA ÁCIDA, DEGRADAÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO DISTRIBUÍDAS NOS CONTEÚDOS SOLUÇÕES, FUNÇÕES INORGÂNICAS E CINÉTICA QUÍMICA.

ANEXO IX: CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE Cu^{+2} NAS SOLUÇÕES; DAS RAÍZES DOS BULBOS E GRÁFICO DO DECRESCIMENTO DAS RAÍZES EM FUNÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE METAL PESADO.

ANEXO X: CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS DE UMA REAÇÃO CINÉTICA PARA DETERMINAÇÃO DAS ORDENS DE REAÇÃO DO TIOSSULFATO ($S_2O_3^{2-}$) E ÁCIDO (H^+).

ANEXO XI: FOTOGRAFIA PARA MONTAGEM DA APARELHAGEM PARA UMA REAÇÃO DE FORMAÇÃO DE CHUVA ÁCIDA.

ANEXO XII: CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS DE UMA REAÇÃO DE FORMAÇÃO DE CHUVA ÁCIDA AO AR LIVRE PARA UMA TURMA DO 2º ANO DE EDIFICAÇÕES E ALUNOS DO 3º ANO MÉDIO DA ESCOLA LEONARDO NEGRÃO NO BAIRRO DA FRANCILÂNDIA NO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA.

ANEXO XIII: FIGURA OBTIDA DO TRABALHO DA ALUNA A26 PELO TRATAMENTO MATEMÁTICO UTILIZANDO-SE DA TÉCNICA DE TRIÂNGULOS ABORDADA NO ARTIGO “ENTENDENDO ORDENS DE REAÇÃO A PARTIR DE SEMELHANÇA DE TRIÂNGULOS NA ABORDAGEM DA EA SUBSIDIADA PELA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL”.

ANEXO XIV: FIGURA OBTIDA DO TRABALHO DO ALUNO A04 PELO TRATAMENTO MATEMÁTICO UTILIZANDO-SE DA TÉCNICA DE TRIÂNGULOS ABORDADA NO ARTIGO “ENTENDENDO ORDENS DE REAÇÃO A PARTIR DE SEMELHANÇA DE TRIÂNGULOS NA ABORDAGEM DA EA SUBSIDIADA PELA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL”.

ANEXO XV: FIGURA INERENTE AO SIMULADOR DE REAÇÕES QUÍMICAS CROCODILI CHEMISTRY COM A SIMULAÇÃO ACID RAIN.CXC OU CHUVA ÁCIDA.CXC.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.4.1 –	Estrutura do Capítulo 2	12
Tabela 3.1 –	Programas e arquivos e/ou vídeos sobre problemáticas Ambientais como subsunçores(conceitos) para o conteúdo Soluções.....	96
Tabela 3.2 –	Programas e arquivos e/ou vídeos sobre problemáticas Ambientais como subsunçores(conceitos) para o conteúdo Funções Inorgânicas.	96
Tabela 3.3 –	Programas e arquivos e/ou vídeos sobre problemáticas Ambientais como subsunçores(conceitos) para o conteúdo de Cinética Química.	97
Tabela 3.4 –	Categorias de análise dos MCs para se aferir conceito.....	99
Tabela 3.5 –	Critérios gerais de pontuação das categorias para se aferir conceito aos MCs.....	99
Tabela 4.2.1 –	Relação de alunos participantes das leituras e discussões de artigos e vídeos do conteúdo Soluções subsidiada pelo tema Contaminação por Metais Pesados e porcentagem de alunos participantes.....	104
Tabela 4.2.2 –	Relação de alunos participantes da atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios do conteúdo Soluções subsidiada pelo tema Contaminação por Metais Pesados e porcentagem de alunos participantes.....	104
Tabela 4.2.3 –	Relação de alunos participantes da elaboração de uma(01) história em quadrinhos ou charge sobre o tema Contaminação por Metais Pesados do conteúdo Soluções e porcentagem de alunos participantes.....	105
Tabela 4.2.4 –	Relação de alunos participantes do teste com questões subjetivas e de múltipla escolha sobre o tema Contaminação por Metais Pesados do conteúdo Soluções e porcentagem de alunos participantes.....	107

Tabela 4.3.1 –	Relação de alunos participantes das leituras e discussões de artigos e vídeos do conteúdo Funções Inorgânicas subsidiada pelo tema Chuva Ácida e porcentagem de alunos participantes.....	108
Tabela 4.3.2 –	Relação de alunos participantes da atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios do conteúdo Funções Inorgânicas subsidiada pelo tema Chuva Ácida e porcentagem de alunos participantes.....	108
Tabela 4.3.3 –	Relação de alunos participantes da elaboração de uma(01) história em quadrinhos ou charge sobre o tema Chuva Ácida do conteúdo Funções Inorgânicas e porcentagem de alunos participantes.....	108
Tabela 4.3.4 –	Relação de alunos participantes do teste com questões subjetivas e de múltipla escolha sobre o tema Funções Inorgânicas e Chuva Ácida e porcentagem de alunos participantes.....	111
Tabela 4.4.1 –	Relação de alunos participantes das leituras e discussões de artigos e vídeos do conteúdo Cinética Química subsidiada pelo tema Degradação da Camada de Ozônio e porcentagem de alunos participantes.....	111
Tabela 4.4.2 –	Relação de alunos participantes da atividade experimental sobre o tema Degradação da Camada de Ozônio com entrega de relatórios do conteúdo Cinética Química e porcentagem de alunos participantes.....	112
Tabela 4.4.3 –	Relação de alunos participantes da elaboração de uma(01) história em quadrinhos ou charge sobre o tema Degradação da Camada de Ozônio do conteúdo Cinética Química e porcentagem de alunos participantes.....	112
Tabela 4.4.4 –	Relação de alunos participantes do teste com questões subjetivas e de múltipla escolha sobre o tema Degradação da Camada de Ozônio do conteúdo Cinética Química e porcentagem de alunos participantes.....	114

Tabela 4.5.1.1 – Relação do número de MCs elaborados pelos grupos, número de alunos participantes, porcentagem de alunos participantes e pontuação no conteúdo Soluções.....	117
Tabela 4.5.1.2 – Tabela de avaliação dos MCs sobre o conteúdo Soluções	118
Tabela 4.5.2.1 – Relação do número de MCs elaborados pelos grupos, número de alunos participantes, porcentagem de alunos participantes e pontuação no conteúdo Funções Inorgânicas.....	120
Tabela 4.5.2.2 – Tabela de avaliação dos MCs sobre o conteúdo Funções Inorgânicas.....	121
Tabela 4.5.3.1 – Relação do número de MCs elaborados pelos grupos, número de alunos participantes, porcentagem de alunos participantes e pontuação no conteúdo Cinética Química.....	123
Tabela 4.5.3.2 – Tabela de avaliação dos MCs sobre o conteúdo Cinética Química.....	124
Tabela 4.5.4 – Relação de atividades contempladas, número de mapas confeccionados e alunos participantes, Pontuação Média dos Grupos e Crescimento e/ou decrescimento do Ensino Aprendizagem no conteúdo Soluções.....	125
Tabela 4.5.5 – Relação de atividades contempladas, número de mapas confeccionados e alunos participantes, Pontuação Média dos Grupos e Crescimento e/ou decrescimento do Ensino Aprendizagem no conteúdo Funções Inorgânicas.....	126
Tabela 4.5.6 – Relação de atividades contempladas, número de mapas confeccionados e alunos participantes, Pontuação Média dos Grupos e Crescimento e/ou decrescimento do Ensino Aprendizagem no conteúdo Cinética Química.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 – Uma visão esquemática do conteúdo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica.....	70
Figura 02 – Um hipotético sistema de coordenadas formado pelos eixos aprendizagem mecânica x aprendizagem significativa e aprendizagem receptiva x aprendizagem por descoberta.....	72
Figura 03 – Um modelo para mapeamento conceitual segundo a teoria de Ausubel.....	79
Figura 04 – Mapa do estado do Pará com a localização do município de Abaetetuba.....	87
Figura 05 – Rota de acesso ao IFPA-Campus de Abaetetuba.....	90
Figura 06 – Esquema de proposição construído com o programa CmapTools.....	94
Figura 07 – Mapa conceitual de Referência sobre o conteúdo Soluções.....	98
Figura 08 – História em quadrinhos do Grupo 01 feito no site Pixton Comics™....	105
Figura 09 – História em quadrinhos do Grupo 02 feito no site Pixton Comics™....	106
Figura 10 – História em quadrinhos do Grupo 03 feito no site Pixton Comics™....	106
Figura 11 – História em quadrinhos do Grupo 04 feito no site Pixton Comics™....	107
Figura 12 – História em quadrinhos do Grupo 01 feito no site Pixton Comics™....	109
Figura 13 – História em quadrinhos do Grupo 02 feito no site Pixton Comics™....	109
Figura 14 – História em quadrinhos do Grupo 03 feito no site Pixton Comics™....	110
Figura 15 – História em quadrinhos do Grupo 04 feito no site Pixton Comics™....	110
Figura 16 – História em quadrinhos do Grupo 01 feito no site Pixton Comics™....	112
Figura 17 – História em quadrinhos do Grupo 02 feito no site Pixton Comics™....	113

Figura 18 – História em quadrinhos do Grupo 03 feito no site Pixton Comics™....	113
Figura 19 – História em quadrinhos do Grupo 04 feito no site Pixton Comics™....	114
Figura 20 – Mapa Conceitual do Grupo 01.....	115
Figura 21 – Mapa conceitual do Grupo 02.....	116
Figura 22 – Mapa conceitual do Grupo 03.....	116
Figura 23 – Mapa conceitual do Grupo 04.....	117
Figura 24 – Mapa conceitual do Grupo 01.....	118
Figura 25 – Mapa conceitual do Grupo 02.....	119
Figura 26 – Mapa conceitual do Grupo 03.....	119
Figura 27 – Mapa conceitual do Grupo 04.....	120
Figura 28 – Mapa conceitual do Grupo 01.....	121
Figura 29 – Mapa conceitual do Grupo 02.....	122
Figura 30 – Mapa conceitual do Grupo 03.....	122
Figura 31 – Mapa conceitual do Grupo 04.....	123
Figura 32 – Gráfico de crescimento do ensino aprendizagem para Soluções.....	128
Figura 33 – Gráfico de crescimento do ensino aprendizagem para Funções Inorgânicas.....	129
Figura 34 – Gráfico de crescimento do ensino aprendizagem para Cinética Química.....	129
Figura 35 – Gráfico das médias gerais obtidas para cada conteúdo.....	130

ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional de Águas

CEE – Comunidade Econômica Europeia

CEFET-PA - Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará

CEI – Comunidade dos Estados Independentes

CERCLA - Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CFC's – Clorofluorcarbonos

CIEA - Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

DS - Desenvolvimento Sustentável

EA – Educação Ambiental

ECO-92 – Conference on Environment and Development -92

EEA - Agência Ambiental Europeia

ENEM- Exame Nacional do Ensino Médio

EPA - US Environmental Protection Agency

ETFES - ESCOLAS TÉCNICAS FEDERAIS

FCBN - Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

IFPA - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Pará

IUCN - União Internacional para a Conservação da Natureza

MEC – Ministério da Educação e Cultura

NEA - Núcleos de Educação Ambiental

NEPA - Environmental Policy Act

ONU – Organização das Nações Unidas

OCDE - Organisation de Coopération et de Développement Économiques

PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais

pH – Potencial hidrogeniônico

PNEA - Política Nacional de Educação Ambiental

PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PRISE – Programa de Ingresso Seriado da UEPA

PROCAMPO - Programa de Apoio à Formação Superior em Licenciatura em Educação do Campo

PROEJA – Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos

PRONATEC - Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego

PROSEL – Processo Seletivo

PRONAR – Programa nacional de controle da qualidade do ar

RCRA - Resource Conservation and Recovery Act

SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente

SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente

SNUC - Sistema Nacional de Unidades Conservação

SUDEPE - Superintendência do Desenvolvimento da Pesca

SUDHEVEA - Superintendência da Borracha

TSCA - Toxic Substances Control Act

UNCED - United Nations Conference on Environment and Develop

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura

INTRODUÇÃO

1

EDUCAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-
SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA): UTILIZAÇÃO DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS
COMO SUPORTE METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS EDUCACIONAIS
EM QUÍMICA

1. INTRODUÇÃO

A conscientização ambiental, que passou a ser desenvolvida nas últimas décadas do século XX, veio a promover uma crescente preocupação com a degradação ambiental em que o planeta perpassa e fez emergir várias questões relacionadas ao aparecimento de múltiplas alterações demográficas, alteração do padrão de uso dos recursos naturais, tudo isso associado a um desenvolvimento tecnológico muito rápido e por vezes desregrado. A escola sendo primordialmente um agente de transformação da sociedade constitui um canal privilegiado para promover esta conscientização e veicular os conhecimentos advindos de uma educação que contemple as questões ambientais, e, portanto, a preservação do meio ambiente. Partindo-se de camadas mais jovens que estejam inseridas num contexto de aprendizagem escolar podem-se transmitir valores e alertas sobre questões ambientais promovendo mudanças de mentalidade no que tange a preservação e contribuindo, desta feita, com a formação de cidadãos mais esclarecidos e responsáveis e resguardando um contingente populacional futuro mais preocupado com as causas e problemáticas ambientais a partir da Educação Ambiental (EA). Na óptica de Branco (1999),

“A modificação de mentalidades, na forma de encarar o meio ambiente, o respeito por todos os seres vivos, entre eles o Homem, e de atitudes na valorização dos recursos naturais como valores imprescindíveis à vida na Terra, é a EA”.

Portanto, é atual falar de EA, assim como é urgente e necessário inseri-la nos currículos educacionais das ciências naturais, pois, da sua aplicação prática, em especial aos jovens estudantes, dependerá o futuro de todos. Diversas alas da sociedade têm buscado se organizar para solucionar questões ambientais ou problemáticas ambientais, mas, o setor escolar é de suma importância, pois, nele podem-se desenvolver temáticas relacionadas a questões ambientais através da EA.

Segundo Reigota (2002: 88),

“A educação ambiental na escola ou fora dela continuará a ser uma concepção radical de educação, não porque prefere ser a tendência rebelde do pensamento educacional contemporâneo, mas sim porque nossa época e nossa herança histórica e ecológica exigem alternativas, radicais, justas e específicas”.

Atualmente, neste início de século XXI, existe uma profunda desarmonia entre o homem e o ambiente, causada por distorções de valores e estilos de vida que não privilegiam a conservação e, portanto, manutenção do ambiente, logo, a conservação da natureza e o desenvolvimento de valores que enalteçam o respeito ao meio-ambiente torna-se fundamental na sociedade do consumo. A EA em sentido lato, ou seja, amplo, está relacionada a todos os cidadãos, porém, em termos de aplicação, pode ser dirigida a grupos específicos e poderá ter um nível de abordagem mais simples ou mais elaborado, dependendo do grupo a que se destina. Como a escola é um agente de transformação e formação de princípios e valores, entende-se que a conscientização ambiental pode ser alavancada e mais precisamente pela ação do educador ambiental aos educandos em sala de aula, com atividades como experimentações, produção e/ou exibição de vídeos, uso de simuladores, charges ou histórias em quadrinhos, oficinas e workshops, visitas a comunidades ou locais degradados, produção de textos ou retirada dos mesmos de livros, artigos ou sites da web bem como utilização de exercícios que estimulem ao chamamento ambiental e outras mais que desenvolvam reflexões críticas que venham a contribuir para a compreensão das problemáticas que os afetam diretamente em suas comunidades e, portanto, alterações a nível local, regional ou planetário. Segundo Carvalho (2008: 12),

“conclui-se que “na complexa tarefa de aprimoramento da qualidade de vida do trabalho, os professores contribuem com seus saberes, seus valores e suas experiências”.

Partindo-se do princípio de que a escola é um espaço formador e disseminador de opiniões, a implementação de atividades envolvendo questões ambientais é de grande valia para a formação de cidadãos autônomos e conscientemente aptos a analisar e compreender situações reais que estejam relacionadas a problemáticas ambientais.

“É sabido que as escolas precisam passar por profundas transformações em suas práticas e culturas para enfrentarem os desafios do mundo contemporâneo” (Carvalho, 2008: 12).

Corrobora-se, então, a partir destes pressupostos que as propostas metodológicas aqui abarcadas no dueto Química - EA constituem poderosas estratégias no sentido da promoção de uma visão crítica das relações homem-ambiente, de desenvolver a interdisciplinaridade, de melhorar o desempenho escolar através de um currículo diversificado, envolvente, estimulante e prazeroso.

1.1. JUSTIFICATIVA

Sobre a questão ambiental, observa-se que esta não possui delimitadores e, portanto, não está restrita somente a um lócus pontual, mas abarca diferentes matizes dos contextos local, regional, continental e a nível planetário uma vez que problemáticas inerentes a alterações ambientais dificilmente se restringem e acabam por interferir na manutenção da vida e da sua qualidade.

Nesse contexto, torna-se necessário elevarmos nossa atenção para a responsabilidade que cada indivíduo possui para a manutenção deste bem comum, que é o meio ambiente. Isso está intimamente relacionado a uma mudança comportamental que leve a atitudes que gerem ações de impacto positivo no meio em que vivemos e desejamos para a manutenção da vida. A recomendação de que é necessário trabalhar a EA concomitante com outras disciplinas é foco desta abordagem em vista de que atua positivamente na diminuição e/ou eliminação de hábitos que desequilibram os ambientes e suas populações provocadas por fatores antropogênicos.

A carta de Belgrado, em 1975, ratifica uma aplicação para a EA que pode ser utilizada como ponto de partida:

“A finalidade da EA é desenvolver uma população mundial consciente e preocupada com o ambiente e os problemas com ele relacionados, e que tenha os conhecimentos, capacidades, atitudes, motivações e o sentido de compromisso que lhe permita trabalhar individual e coletivamente na procura de soluções dos problemas ambientais atuais e futuros” (Relatório final da Conferência de Belgrado, 1975, in Giordan & Souchon, 1996).

A Conferência de Tbilissi, em 1977, afirma que a finalidade fundamental e principal da EA é:

“O desenvolvimento de uma tomada de consciência em relação ao ambiente e à interdependência econômica, política e ecológica no mundo moderno de modo a estimular o sentido de responsabilidade e de solidariedade entre nações para que os problemas ambientais graves que se colocam a nível mundial possam ter resolução” (Relatório final da conferência de Tbilissi, 1977, in Giordan & Souchon, 1996).

Presentemente, na opinião de Batista (1997), os “objetivos da EA incluem a necessidade de desenvolver atitudes de cuidado, curiosidade e preocupação para com o ambiente e, também, um sentido de responsabilidade em relação à casa, à escola e à comunidade: demonstrar aos alunos as interações complexas entre a humanidade e o ambiente dando-lhes capacidades necessárias”.

A tarefa principal da EA consiste no desenvolvimento do espírito crítico, bem como, da conscientização dos problemas ambientais, procurando transformar pessoas e comunidades passivas ante a estes problemas a agentes ativos, reflexivos sobre suas práticas e operacionais à solução dessas problemáticas.

Em função dos padrões de consumo tão marcantes do modelo capitalista, observam-se sinais de esgotamento de muitas fontes de recursos naturais e alterações climáticas bem evidentes. Nesse contexto, pode-se inferir que uma das maneiras de interferir em tal derrocada do ambiente e da sociedade é adequar os sistemas de ensino às novas realidades em que estamos inseridos.

Segundo Díaz (2002: 35),

“Se pretendermos que a escola forme indivíduos com capacidade de intervenção na realidade global e complexa, teremos de adequar a educação, em seu conjunto, aos princípios do paradigma da complexidade e, por conseguinte, às características de uma aproximação sistêmica. Temos de promover uma educação que corresponda precisamente a essa realidade global e complexa, e que dê uma resposta adequada a seus problemas, entre o da crise ambiental”.

Portanto, aplicando-se a EA diretamente ou indiretamente através de sua utilização em outros ramos da ciência, como a educação em química pode-se trazer reflexões, respostas e soluções que amenizem a crise ambiental. A este propósito, no dizer de Grüm (1996), é notório que,

“a degradação ambiental tem alcançado níveis jamais vistos; vivemos hoje uma crise ambiental sem precedentes. Faz-se necessária, portanto, uma reorientação da atuação humana em sua relação com o meio ambiente. Em tal contexto, a EA surge não como necessidade, mas, também como esperança”.

Sendo assim, a Constituição Brasileira (1988), em seu artigo 225 traz o seguinte texto:

“Todos tem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. (BRASIL. Art. 225, 1988).

A Constituição Brasileira (1988) ainda no art. 225, inciso VI, afirma que deve-se: “Promover a EA em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”.

Nessa mesma linha de pensamento, tomou-se por fazer uma investigação a partir de uma pesquisa-ação da prática docente que possibilite a inserção no currículo de Química de atividades em EA segundo a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade e Ambiente (CTSA) a partir da utilização de problemáticas ambientais como suporte metodológico para construção de cenários educacionais nesta disciplina que venham a alavancar diferenciais que acrescentem um melhor desenvolvimento qualitativo e quantitativo do ensino aprendizagem de Química com reflexos na qualidade e manutenção do ambiente e na divulgação da EA.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Abaetetuba, participou deste projeto de pesquisa, sendo o lócus das atividades onde foram desenvolvidas e executadas as etapas pertinentes a este trabalho e obtidos os resultados para a análise de dados, sendo o referido projeto de pesquisa relevante em vista de que estimula à comunidade discente e local a adoção de novos entendimentos sobre a disciplina Química, novas práticas e a adoção de posturas que valorizam o meio ambiente e seus recursos a partir de metodologias diferenciadas de ensino e de projetos educacionais permeados por uma abordagem sequenciada e didática nas diretrizes da EA.

No que tange ao campo em estudo, centrou-se numa pesquisa teórica, prática e metodológica bastante substancial nas áreas de EA, Ensino de Ciências e Avaliação para que os alunos envolvidos adquirissem boa técnica e compreensão dos temas abordados e principalmente aos monitores-líderes de cada equipe que estariam participando ativamente das discussões e das atividades práticas no intuito de promover a EA e melhorar o desempenho dos demais no que tange ao ensino aprendizagem.

1.2. PROBLEMÁTICA

A partir da Conferência Intergovernamental sobre EA realizada em Tbilisi (Geórgia), em 1977, inicia-se um amplo processo em nível global orientado para criar as condições que formem uma nova consciência sobre o valor da natureza e para reorientar a produção de conhecimento baseada nos métodos da interdisciplinaridade e nos princípios da complexidade. Libâneo (1991, 2005), em suas sínteses classificatórias das teorias pedagógicas que fundamentam as práticas docentes, elaborou uma nova classificação que sugere a superação do modo de pensar dicotômico das dualidades (sujeito-objeto, parte-todo, razão-emoção etc.) proveniente da visão disseminada por Descartes, estimulando um modo de pensar marcado pela articulação. Esse campo educativo tem sido fertilizado transversalmente, e isso tem possibilitado a realização de experiências concretas de EA de forma criativa e inovadora por diversos segmentos da população e em diversos níveis de formação. O documento da Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade, Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade, realizada em Tessalônica (Grécia), chama a atenção para a necessidade de se articularem ações de EA baseadas nos conceitos de ética e sustentabilidade, identidade cultural e diversidade, mobilização e participação e práticas interdisciplinares (Sorrentino, 1998). De acordo com Zakrzewski e Sato (2007: 126):

“(...) os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN’s) procuram dar resposta às contradições entre a necessidade de dar um espaço próprio ao estudo do meio ambiente e a natureza intrinsecamente interdisciplinar e transversal dos conhecimentos que esta propõe. A proposta de temas transversais, além de modificar a organização tradicional do conhecimento e o funcionamento das instituições escolares, deposita no professor a iniciativa de incorporar temas e desenvolver atividades de natureza local, assim como de proporcionar articulações com outras áreas do conhecimento e com a realidade onde vivem os estudantes”.

O educador dentre as suas múltiplas atividades, atua como mediador do conhecimento e também na construção de muitos referenciais, na qual as questões ambientais podem e devem ser relevantes.

No caso da disciplina Química que abarca uma gama de saberes que podem se tornar muito complexos e confusos aos educandos, se trabalhados a partir de uma metodologia e

referenciais totalmente desvinculados de uma prática estimuladora, consciente, dialógica, inicialmente não formalística e ambiental, poderá promover o esquecimento ou eventualmente pouco ou nenhum proveito no que se foi estudado, pois, não virá a apresentar-se como significativo, ou seja, importante nas vidas daqueles que estavam em processo de aprendizagem. Corrobora-se, então a tentativa de se mediar assuntos desta disciplina a partir de outras temáticas como as relacionadas à conservação do meio ambiente e, portanto à CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Para Chassot (1998: 135),

“Muito se lê sobre a importância do professor interagir mais e melhor com os alunos, com os colegas, com as realidades, utilizando para isso as ciências, devendo ainda organizar o ensino-aprendizagem, privilegiando ferramentas e estratégias estimuladoras, no sentido de levar o aluno à construção do conhecimento”.

Nesse contexto, segundo Reigota (1998), a EA aponta para propostas pedagógicas centradas na conscientização, mudança de comportamento, desenvolvimento de competências, capacidade de avaliação e participação dos educandos. Para Pádua e Tabanez (1998), a EA propicia o aumento de conhecimentos, mudança de valores e aperfeiçoamento de habilidades, condições básicas para estimular maior integração e harmonia dos indivíduos com o meio ambiente. A necessidade de uma educação progressista, inovadora e estimuladora nos impulsiona a pensar num relacionamento professor-aluno mais dinâmico e social no qual se podem levar em conta as experiências vividas e quando possível relacioná-las ao trabalho de sala de aula. É mediante o contexto das interações sociais que professor e aluno se relacionam, realizando assim o processo educativo. Nesse sentido, deve-se ver o aluno por intermédio de sua situação concreta atual. O aluno como ser concreto e histórico situado no tempo e no espaço, proveniente dos mais distintos meios socioculturais, com valores, expectativa, interesses e experiências decorrentes de suas condições concretas de vida e, muitas vezes, de trabalho, que não poderão ser ignoradas pelo professor; devendo, dessa maneira, ser encarado como coparticipante do processo educativo, ou seja, como sujeito do seu processo de aprender. Portanto, esse aluno, que tem uma configuração própria, deve ser visto, sob a ótica de uma proposta progressista de educação. Ainda é notório que a maior parte dos professores de química no Brasil, desenvolve esta disciplina aplicando os mesmos métodos de ensino e as mesmas técnicas em sala de aula que há décadas atrás, ou seja, as mesmas aulas expositivas de quadro e giz e com o simples repasse do conhecimento nas quais o professor atua como o único agente transmissor da matéria (vetor) e o aluno como um

simples ouvinte o que caracteriza uma educação bancária. Freire (1987) afirma no seu livro “Pedagogia do Oprimido” que,

“Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se refere aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los”.

“(…) na visão “bancária” da educação, o “saber” é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber”.

O ensino de Química deve ser um agente de transformação e capacitação do indivíduo orientando-o para uma melhor convivência e compreensão das realidades atuais e das modificações ocorridas em nosso meio físico.

“O estudo da Química deve-se principalmente ao fato de possibilitar ao homem o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuem para a deterioração de sua qualidade de vida. Cabe assinalar que o entendimento das razões e objetivos que justificam e motivam o ensino desta disciplina, poderá ser alcançado abandonando-se as aulas baseadas na simples memorização de nomes de fórmulas, tornando-as vinculadas aos conhecimentos e conceitos do dia-a-dia do alunado”. (Cardoso & Colinvaux, 2000).

Nesse contexto torna-se muito importante o papel da diversidade de técnicas aplicadas ao ensino e uma boa teoria aliada à demonstração ajuda a buscar explicações para os mais diversos problemas levantados em nosso cotidiano. Esse conjunto teoria e prática associado à EA propiciam a vivência, a reflexão sobre o que fazem e sobre o meio em que vivem levando-os à sistematização dos conteúdos tecnológicos e científicos, favorecendo até a incorporação das experiências às atividades educacionais, tornando-as, portanto mais significativas.

Segundo Veiga (1991: 141),

“A teoria deve ser como um guia de ação à prática e a prática como a própria ação guiada e mediada pela teoria. A demonstração propriamente dita exige do professor uma série de incumbências como: explicitar os

objetivos da demonstração; apresentar o roteiro da demonstração para que o aluno tenha uma visão global da atividade, favorecendo a compreensão lógica do conteúdo; explicar os mecanismos básicos da demonstração que vai realizar, salientando os pormenores mais importantes a serem observados ou reforçando certas informações tecnológicas, científicas, essenciais para se compreender a demonstração e aprender novas operações, e insistir na observância das normas de segurança. Em seguida, inicia a demonstração em ritmo que permita aos alunos acompanhá-lo, ilustrando com os recursos disponíveis, interrogando-os, explicando o que está fazendo, reforçando a explicação sobre a parte que não ficou clara e relacionando-a com o objeto de estudo como um todo, confirmando explicações, tornando-as mais reais e concretas, estimulando a criticidade e criatividade. Enfim, clareia conceitos, princípios, utilizando exemplificações, resultados de pesquisa e estudos, estabelecendo relação entre causa e efeito, fazendo analogias, reconhecendo e valorizando a originalidade”.

Portanto, a relevância desta pesquisa está focada na necessidade de se produzir alternativas que venham a somar com as inúmeras estratégias para a conservação do ambiente e diversificar os processos de ensino e de aprendizagem de Química no ensino médio num contexto que venha a promover a EA e diminua as grandes distorções existentes no entendimento das Ciências na Natureza e Matemática e também Ciências Biológicas, uma vez que a metodologia pode ser indiferentemente utilizada em várias das disciplinas componentes destas áreas descritas pelos PCN's. Todas as propostas desenvolvidas neste trabalho terão um lugar privilegiado no âmbito de se produzirem projetos educacionais e, voltados para EA, não perdendo o foco de que se busca também a melhoria na qualidade do ensino na disciplina Química.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver ou apresentar materiais, suportes pedagógicos, histórias em quadrinho, atividades, reflexões, mapas conceituais, validação de algumas atividades ou comparativos diretamente nas aulas da disciplina Química, como ponto de partida. Assim, aspira-se a promover mudanças de competências, de valores, de atitudes e comportamentos, promover o

incremento de conhecimento científico sobre química e a preservação do ambiente aplicando-se a EA.

1.3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetiva-se num contexto da EA a aplicação de temas como ponto de partida para a abordagem posterior de conteúdos de Química a nível básico promovendo a interdisciplinaridade, a EA e a melhoria do ensino aprendizagem utilizando-se da teoria da Aprendizagem Signicativa de Ausubel.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa, em sua estruturação está organizada da seguinte forma: O primeiro capítulo, introdutório, expõe o tema e a problemática da pesquisa, bem como os objetivos gerais e específicos desta dissertação. O segundo capítulo apresenta os referenciais teóricos que está seguímentado da seguinte forma:

Tabela 1.4.1 – Estrutura do Capítulo 2

1ª Parte	O mundo e as políticas ambientais – Os grandes marcos históricos
2ª Parte	EA das origens ao momento atual e sua conceituação.
3ª Parte	A EA no Brasil
4ª Parte	A EA no estado do Pará
5ª Parte	A EA e o ensino de ciências
6ª Parte	As abordagens CTS e CTSA
7ª Parte	A aprendizagem Significativa de Ausubel
8ª Parte	Mapas Conceituais: Estratégia pedagógica para ligações entre conceitos químicos e EA e melhoria do ensino aprendizagem
9ª Parte	A avaliação da Aprendizagem

No terceiro capítulo desenvolveu-se os materiais e a metodologia de trabalho objetivando a credibilidade e a legitimidade do presente estudo e os delineamentos da coleta de dados, suas caracterizações, procedimentos e processos de análise. No quarto capítulo a apresentação dos resultados e discussão. No capítulo final apresentam-se as conclusões e impactos da pesquisa e orientações para trabalhos futuros.

REFERENCIAIS TEÓRICOS

2

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-
SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA): UTILIZAÇÃO DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS
COMO SUPORTE METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS EDUCACIONAIS
EM QUÍMICA**

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

Neste capítulo, far-se-á uma abordagem preliminar sobre a historicidade das políticas ambientais, os principais acontecimentos que levaram ao surgimento destas políticas com foco nas políticas ambientais dos EUA, da União Europeia e do Brasil e também o desenvolvimento da EA das suas origens aos dias atuais, a sua atuação a nível global, no Brasil e no estado do Pará e o seu relacionamento com o ensino de ciências e as suas tecnologias, bem como, o estudo da CTS e CTSA. Far-se-á uma apresentação da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e outras pertinentes. Será exposta a estratégia dos Mapas Conceituais como alternativa somativa de avaliação na construção de conceitos químicos e de EA.

2.1. O MUNDO E AS POLÍTICAS AMBIENTAIS – OS GRANDES MARCOS HISTÓRICOS

A compreensão das políticas ambientais a nível mundial perpassa principalmente pelos EUA e a União Europeia. Também, far-se-á uma análise de tal evolução no que tange às políticas efetuadas pelo Brasil.

O estudo das políticas ambientais nos EUA justifica-se pelo caráter pioneiro da sua política ambiental e pela hegemonia norte-americana no mundo atual que torna a difusão de suas políticas ambientais matéria de legisladores e técnicos em todo o mundo.

Com a criação da União Europeia e os sucessivos programas ambientais adotados para a construção de procedimentos, padrões e valores ambientais europeus remetem às discussões da construção de políticas ambientais em blocos econômicos.

A formação desses blocos parece ser característica dos procedimentos de articulação de interesses econômicos, sociais e políticos do mundo globalizado. Apresentar-se-á uma revisão da política ambiental brasileira que permitirá a consolidação de alguns conceitos que comparativamente às experiências norte – americanas e europeias fazem da experiência nacional um caso a ser refletido na sua especificidade, mas também, naquilo que representa enquanto resultado da difusão de políticas ambientais em sociedades em processos acelerados de globalização e modernização.

2.1.1. A EVOLUÇÃO DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS NORTE – AMERICANAS

A evolução das políticas ambientais norte – americanas apresentadas no decorrer deste tópico baseiam-se nas reflexões do trabalho do pesquisador Richard J. Lazarus (Lazarus, 2000).

No dia 01 de janeiro do ano de 1970 foi editada a lei da Política Nacional de Meio Ambiente Norte – Americana ou National Environmental Policy Act (NEPA).

Durante toda a década de 60 nos EUA, diversos acontecimentos vieram a serem acompanhados por parcelas crescentes da sociedade e terminaram por acrescentar questões ambientais na pauta política. No ano de 1962, a publicação do livro “Silent Spring”, de Rachel Carson, que tratava dos efeitos danosos dos pesticidas sobre a saúde e o meio ambiente tiveram repercussão nacional.

O descobrimento de compostos de mercúrio na fauna marinha e os vazamentos de óleo do petroleiro Santa Bárbara, na costa da Califórnia, em 1969, foram noticiados em larga escala nos meios televisivos. Nesse momento propício, muitos políticos começaram a fazer das questões ambientais os temas das suas atuações e na primavera de 1970 acontece o primeiro Dia da Terra denominado em Inglês “Earth Day” que passou a envolver milhões de norte – americanos em eventos com palestras e workshops em todo o país.

Em 1969, no apogeu da corrida aeroespacial as questões ambientais não fizeram parte da campanha presidencial, mas, nesse mesmo ano e em 1970, os políticos participantes do partido dos democratas e dos republicanos na Casa Branca apareciam como árduos defensores do meio ambiente e de sua causa levando, portanto, a diversas discussões sobre essa temática da conservação ambiental.

A emergência das organizações nacionais ambientalistas também contribuiu para o contexto de elaboração das primeiras leis ambientais nesse país. Nesse período em que várias problemáticas ambientais vieram à tona e muitos juízes passaram a ser favoráveis às questões ambientais e em diversos casos, tomando decisões judiciais pela aplicação de leis antigas como, por exemplo, a Lei do Serviço Florestal, de 1897.

2.1.1.1. A PRIMEIRA GERAÇÃO DA LEGISLAÇÃO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL AMERICANA

No início da década de 1970 muitas leis iniciaram o que muitos autores cognominaram como a primeira geração da moderna legislação ambiental norte-americana.

Assim, em 01 de janeiro do ano de 1970, foi promulgada a Lei da Política Nacional de Meio Ambiente. Foram promulgadas ainda as leis do Ar Limpo, da Água Limpa e emendas à lei de Espécies Ameaçadas que inovaram a legislação de proteção ambiental e mudaram a paisagem legal norte – americana a partir daquele ano.

2.1.1.2. A SEGUNDA GERAÇÃO DE LEIS AMBIENTAIS NORTE-AMERICANAS

No que tange as leis da primeira geração, estas apresentavam padrões rígidos e metas irrealistas as quais eram frequentemente criticadas pela indústria e por muitos estados. As cortes americanas ficaram entupidas de processos judiciais que acabaram gerando decisões negociadas entre o órgão ambiental federal (EPA) e os poluidores. O Congresso americano passou a ser sensível a essas ponderações e emendou praticamente todas as legislações fundamentais da 1ª geração. Entretanto manteve a rigidez e o conceito de que melhores padrões ambientais poderiam ser alcançados por meio de regulamentações governamentais que obrigassem a mudanças de caráter tecnológico. Já a 2ª geração de leis apresentou-se como emendas às legislações anteriores e por novos diplomas legais. Nessas novas legislações mudou-se a abordagem do meio (ar, água, solo) que se buscou proteger da poluição para uma investida centrada nos poluentes e na responsabilização dos poluidores.

Assim, a Lei de Controle de Substâncias Tóxicas (TSCA), a Lei da Conservação e Recuperação de Recursos ou Resource Conservation and Recovery Act (RCRA), abraçadas em 1976 e a Lei da Responsabilidade, Indenização e Resposta Ambiental ou Lei do Super Fundo (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability – CERCLA), de 1980, enfocaram nos poluentes e substâncias tóxicas ou perigosas independentemente do meio em que estes se encontravam.

A TSCA e a RCRA foram leis amplas, prospectivas e que reafirmaram as diretrizes de regulamentação de elaboração de normas e padrões para atingir melhorias ambientais significantes.

A CERCLA apresentou-se distinta das outras leis. Foi uma lei retrospectiva, de responsabilização por fatos passados e não uma lei prospectiva como as outras. Foi concebida para limpar os ambientes de resíduos perigosos abandonados ou inativos e para apontar as partes envolvidas pelo custo da limpeza. Isso era totalmente sem precedentes na legislação norte-americana. A responsabilização atingia os proprietários e operadores, os geradores de substâncias perigosas bem como os transportadores. Vale ressaltar que tanto na 1ª como na 2ª geração de leis não foi abarcada pelas determinações legais ambientais o setor da agricultura.

2.1.1.3. A ADMINISTRAÇÃO REAGAN E AS RESTRIÇÕES À ADMINISTRAÇÃO E ÀS LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS

No que se refere à década de 80, esta foi marcada pela gestão Reagan (primeiro mandato de 1981 a 1984 e o segundo mandato de 1984 a 1988).

Durante a sua campanha presidencial, Reagan, enfatizou suas falas contra o “o grande governo”; contra as agências federais que diminuam o poder dos governos estaduais, contra a regulamentação governamental sobre o mercado e desenvolveu sua plataforma como uma ampla defesa do livre mercado.

Em relação às leis ambientais falou que eram extremadas, usurpavam a soberania dos Estados, custavam muito e sufocavam o desenvolvimento econômico, refletiam a franja radical da América e não o pensamento da maioria dos americanos. Em sua gestão, Reagan, pois em marcha suas teorias de desregulamentação. No campo ambiental nomeia Anne M. Gorsuch para “colocar a EPA de joelhos” e cortar de maneira drástica o orçamento da agência e de programas ambientais. Mas essa ira anti - ambiental acabou gerando forte reação do Congresso e das entidades ambientalistas. Reagan acaba mudando a administradora da EPA por William Ruckelshaus com mais desenvoltura no que tange à questões ambientais. O Congresso retificou as leis ambientais de maneira a torná-las mais fortes e menos sujeitas à discricionariedade do executivo e decidiu competências e meios para a EPA poder cumprir as leis promulgadas.

De 1981 a 1990 o Congresso emendou a maioria das leis de proteção ambientais:

- **1982** – emendas à Lei das Espécies Ameaçadas
- **1984** - emendas à RCRA
- **1986** - emendas à Lei da Responsabilidade – Super fundo (CERCLA)

- **1987** - emendas à Lei da Água Limpa
- **1990** - emendas à Lei do Ar Limpo

Desse modo, essas emendas ampararam-se em instrumentos de “comando e controle” baseados em tecnologia e considerações de risco à saúde humana. Como exemplo, a Lei do Ar Limpo, pela 1ª vez, incluiu um programa baseado em mecanismos de mercado (direitos comercializáveis de emissão para controlar a acomodação ácida). Os anos 80 ocorreu também uma ambientalização de outras leis nos EUA, tais como, leis administrativas, de propriedade, da falência, dos direitos civis e etc., que adicionaram artigos com preocupações ambientais. Devido, principalmente à CERCLA, houve um aumento de escritórios advocatícios com especialização no direito ambiental. No fim de 1988 os dois candidatos, George Bush(pai) e Michael Dukakis disputavam credenciais ambientais onde, Bush identificava-se como o “Presidente Ambiental”.

2.1.1.4. NOVAS RESTRIÇÕES ÀS LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS, PERMANÊNCIA DE CONTROVÉRSIAS E A EMERGÊNCIA DAS LEIS AMBIENTAIS INTERNACIONAIS

Logo que foi eleito, Bush permite que o seu vice faça da regulamentação ambiental o alvo principal de críticas e reivindicações por desregulamentação, mudando assim, o seu discurso eleitoral.

No ano de 1994 os republicanos eram a maioria na Câmara e no Senado com a defesa de um programa político denominado “Contrato com a América” que propunha uma ampla desregulamentação das leis para o pleno funcionamento dos mecanismos de mercado. Esse “contrato” visava atacar os programas ambientais mais do que quaisquer outros. Com a maioria na câmara e no senado, os republicanos começaram a propor leis de acordo com o “Contrato com a América”. Sugeriram trocar os padrões ambientais baseados em considerações de limites à saúde humana e em atualizações tecnológicas por padrões alicerçados em análises de custo/benefício, em avaliações comparativas de riscos e em critérios de eficiência econômica. Reivindicaram o banimento dos chamados “mandatos sem fundos” (legislações que obrigavam os Estados a agir, mas, que não proviam fundos para isso) que eram predominantes na legislação ambiental. Previram o “alívio regulatório” com a eliminação de diplomas legais que impunham custos econômicos à indústria (ex.

requerimentos ambientais). Desejaram compensar os proprietários privados por perdas econômicas devido às legislações federais (ex. restrições de uso do solo por conta da Lei de Água Limpa e da Lei de Espécies Ameaçadas). Além dessas, os republicanos impuseram fortes reduções e desincentivos às agências federais (a EPA teve redução orçamentária de 40%). Apesar dos cortes financeiros, essas diversas mudanças de legislação não conseguiram ser aprovadas.

Registre-se que, de 1980 à 1990, o poder judiciário federal também mudou de postura. Durante a década de 70 o judiciário foi um dos motores para aplicação e o avanço das leis ambientais; na década de 80, os juízes assumiram posições mais céticas quando não hostis às causas ambientais. Na década de 90 e no momento atual as decisões judiciais tornaram-se mais difíceis e controversas.

Assim, ao primeiro enfoque baseado em questões de proteção à saúde humana e no desenvolvimento de tecnologias adequadas têm sido levantadas dúvidas quanto à sua rigidez e ao seu custo econômico. Fala-se muito em flexibilização, acordos voluntários, incentivos de mercado, avaliação de risco e em uma “próxima geração de leis”. Lazarus (2000), no entanto, considera que essas mudanças não serão adotadas de modo abrupto, pois a legislação ambiental norte-americana, apesar de seus críticos, não tem tido uma aplicação tão monolítica e que os procedimentos atuais já seriam um misto de “comando e controle” com “acordos de convencimento” e que já passaram por mais de uma geração de legisladores e aplicadores, nos órgãos governamentais e nos setores regulados, que, de certa forma, incorporaram um modo de fazer e de cumprir as leis que já tem uma história e que não suportariam mudanças radicais de desregulamentação.

- **Questões emergentes:** Alguns temas, nos últimos anos, têm sido muito discutidos nos EUA. O primeiro deles é a questão de equidade na aplicação das leis ambientais trazida por movimentos com orientações ideológicas distintas:
 - 1º) O movimento pelo direito da propriedade reivindica que os donos de algumas áreas têm sido mais prejudicados por determinadas legislações ambientais do que outros proprietários.
 - 2º) O movimento por justiça ambiental denuncia que as legislações ambientais têm contribuído com discriminações sociais levando as comunidades de baixa renda e as comunidades de cor a serem desproporcionalmente expostas à poluição. Essa questão

da equidade tem gerado muitas discussões e tentativas de tratamento legislativo mas ainda não foram adequadamente equacionadas.

- **A internacionalização da lei ambiental norte-americana:** Mais e mais as leis ambientais nacionais são influenciadas por legislações internacionais (Tratados, convenções, protocolos...). Os EUA têm resistido em assinar tratados e convenções internacionais, mas, mesmo assim as legislações americanas relacionadas às normas internacionais aumentaram de 52 para 173 de 1970 para 1994. O Protocolo de Montreal para Substâncias que destroem a camada de ozônio modificou a legislação americana. A Lei de Espécies Ameaçadas, de 1973, era a implementação doméstica da Convenção Internacional de Comércio de Espécies ameaçadas de Fauna e Flora Selvagens. Outras legislações internacionais oriundas de articulações internacionais como as ISO 14000 têm também impactado e estimulado padrões ambientais de gestão nos EUA. A não assinatura do Protocolo de Kyoto por George Bush (filho), tem provocado uma série de pressões internacionais e acabou gerando um programa específico de governo para dar uma resposta aos críticos da atitude do Governo norte-americano. Lazarus (2000) comenta que apesar de relativamente nova a legislação já tem 30 anos de aplicação e que diversos esforços de dismantelá-la falharam. Com a idade essa legislação tornou-se, todavia, sem cor, sem paixão, mais cinza, mais matizada. Hoje as discussões não são mais entre o bem e o mal mas baseadas em avaliações mais sofisticadas. Diversas reformas incrementais têm sido realizadas e parecem apontar para uma gestão de acomodação de interesses. Segundo o autor as questões de equidade, mencionadas anteriormente, e as de maior participação dos EUA na manutenção dos ecossistemas comuns globais são os temas para a nova geração de leis ambientais nos EUA.

2.1.2. AS POLÍTICAS AMBIENTAIS DA UNIÃO EUROPEIA

2.1.2.1. A EVOLUÇÃO DA POLÍTICA AMBIENTAL DA UNIÃO EUROPEIA

A Comunidade Econômica Europeia foi criada em 1957 - CEE, por meio do Tratado de Roma e as questões ambientais não foram sequer aludidas. O aumento da consciência ambiental, nos anos de 1960, culminou com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, em 1972, e provocou o aparecimento das questões ambientais na pauta da CEE. Esse princípio foi marcado por discussões dominadas por

especialistas e técnicos no âmbito do assessoramento do Conselho de Ministros. Os “maximalistas” reconheciam a lacuna existente no Tratado de Roma, mas, evitavam tratar a questão ambiental de maneira mais incisiva, pois, nesse momento, priorizavam as questões de integração econômica.

O período compreendido entre os anos 60 e início dos 70 foi marcado pelo estabelecimento de alguns padrões ambientais, baseados em especialistas e técnicos, sugeridos aos Estados – Membros. Em 22 de novembro de 1973 foi lançado o Primeiro Programa de Ação Ambiental (1973- 1977), posteriormente seguido pelos Segundo (1977-1981) e Terceiro (1982-1986). Os primeiros programas de ação formularam políticas ambientais em bases setoriais e deram muito pouca atenção às questões de implementação das políticas ambientais europeias. O incrementalismo com ações tímidas tomadas em espaços dilatados de tempo parece ser a regra dos procedimentos de implementação desse período. Os anos 80 foram de rápidas e profundas transformações nas políticas ambientais da União Europeia. Até 1987, mais de 200 peças de legislação ambiental haviam sido produzidas. As discussões para o Quarto Programa da Ação Ambiental (1987 – 1992) adquiriram complexidade e ampliação de escopo. As medidas de classificação, rotulagem, embalagem e destinação de substâncias perigosas começaram a ser discutidas e justificadas como necessárias ao estabelecimento do mercado comum. As emendas ao Tratado de Roma feitas pelo Ato Único Europeu, em 1987, e pelo Tratado de Maastricht (formalmente, Tratado da União Europeia), em 1993, procuraram sanar a lacuna sobre o meio ambiente que vinha desde 1957. Durante 1992 a 2000 entra em vigor o Quinto Programa em Matéria de Meio Ambiente intitulado “Para um Desenvolvimento Sustentável”. Era de caráter preventivo.

- **O Ato Único Europeu (1987):** Adicionou uma nova seção ao Tratado de Roma (artigos 130r, 130s e 130t): o artigo 130r, previu ações comunitárias para desenvolver a qualidade do ambiente; o 130s previu que o Conselho possa decidir quais matérias ambientais possam ser deliberadas por “maioria qualificada”, isto é, sem necessidade de unanimidade entre os Estados-Membros e o artigo 130t esclarece que as medidas tomadas pela Comunidade não impedem que os Estados-Membros mantenham ou introduzam medidas de proteção mais restritas, contanto que elas sejam compatíveis com o Tratado. Considerou a proteção ambiental como componente das outras políticas europeias. Introduziu o princípio do poluidor – pagador e facilitou a adoção de padrões ambientais ao prever a maioria qualificada (e não o consenso como era

- prática do Conselho de Ministros) para a aprovação de medidas ambientais ligadas ao mercado único.
- **O Tratado da União Europeia (1992)**: Estendeu para quase todas as áreas da política ambiental o princípio de maioria qualificada. Fez do desenvolvimento sustentável um dos objetivos da União Europeia e reivindicou que todas as políticas ambientais deveriam basear-se no princípio da precaução. Introduziu o procedimento de cooperação e co-decisão que fortaleceu o papel do Comitê de Meio Ambiente do Parlamento Europeu.

De 1989 a 1991 o Conselho de Ministros de Meio Ambiente adotou mais políticas do que nos 20 anos anteriores. Criou a Agência Europeia de Meio Ambiente (1990).

A União Europeia assinou convenções ambientais internacionais. Essas diversas ações começaram a criar uma estrutura de governança ambiental realmente multi e supranacional que os analistas chamam de “estrutura de governança multinível” (Jordan, 1998). Implanta-se, no momento, o Sexto Programa de Ação Ambiental (2002 – 2010) e discute-se a Constituição Europeia com o alargamento da União Europeia para 25 países.

O sétimo plano de ação segue uma trajetória evolutiva dos seis anteriores, representando uma continuidade dos planos de ação.

Um ponto importante em toda política pública é que não seja alterada de acordo com a conveniência das lideranças transitórias que ocupam a direção, para que não haja o conhecido rompimento de uma linha de pensamento técnica que resulte em prejuízos para a implementação e avaliação das políticas no longo prazo.

O sétimo plano de ação ambiental europeu (EAP) lançado em 2014 inicia-se com uma visão em longo prazo no que tange à gestão ambiental. Para 2050, a Agência Ambiental Europeia (EEA) vislumbra uma sociedade que vive de acordo com os limites ecológicos, em uma economia circular e resiliente aos impactos ambientais.

Estabelecem-se nove objetivos prioritários, com a meta geral de incrementar a contribuição da política ambiental para direcionar a transição para sustentabilidade, vista como uma economia de baixo carbono, eficiente no uso de recursos naturais, com proteção do capital natural e proteção da saúde e bem estar dos cidadãos (Lazarus, 2000).

2.1.2.2. AVALIAÇÃO DA POLÍTICA AMBIENTAL EUROPEIA

A política ambiental europeia parece seguir uma dinâmica política em que estão presentes os conflitos mais gerais entre “maximalistas” e “minimalistas” mas que são sobrepostas pelas tensões “verdes” versus “marrons”, isto é, as divergências entre aqueles que desejam padrões ambientais mais rígidos e os que subordinam a aplicação dos padrões às necessidades de crescimento econômico dos países mais atrasados. Há uma competição entre os estados líderes (Alemanha, Países Baixos...) e estados mais atrasados (Espanha, Itália...).

Os Estados-membros mais avançados competem para que suas próprias políticas sejam adotadas no nível europeu de forma a não criar desvantagens competitivas no mercado comum. O estabelecimento das políticas ambientais da União Europeia tem seguido padrões de negociação intensos no Conselho de Ministros de Meio Ambiente e no próprio Conselho Europeu e os acordos estabelecidos tem criado o que vem sendo caracterizado como “Europa multispeed” onde os países mais avançados têm adotado metas mais restritivas para que os países mais atrasados possam ter metas menores ou mais flexíveis, mas todos estão obrigados a um certo avanço (por exemplo, na política de redução do CO₂). Esses acordos têm sido marcados também por uma troca muito clara entre o estabelecimento de determinados padrões e a ajuda financeira para os países mais atrasados (ex. Espanha e Grécia...).

Merece ser mencionado que essa evolução da política ambiental em termos mais integradores vem sendo marcada também pela presença de um ativismo ambientalista multinacional (os “verdes” tornaram-se, depois de 1987, o quarto agrupamento político do Parlamento Europeu) com uma presença organizada em Bruxelas por meio de uma federação de entidades ambientalistas que reúne 143 entidades de 31 países e que acompanha todas as discussões da União Europeia. Destaque-se ainda que, no transcorrer do tempo, os princípios e práticas europeias começaram a ser referência para as práticas nacionais e hoje as políticas ambientais domésticas passaram a se referir às políticas europeias para se legitimarem. Mesmo em países fortemente minimalistas como a Grã – Bretanha as legislações nacionais passaram a dialogar com a legislação europeia para poderem se fortalecer perante a opinião pública. No entanto, apesar dos avanços a avaliação do meio ambiente europeu é ainda preocupante. Diversos relatórios recentes apontam para uma deterioração ambiental crescente e a necessidade de superação de dois problemas centrais relacionados às políticas ambientais

européias: a questão da implementação e a da falta de integração da política ambiental às outras políticas comunitárias.

- **Implementação:** Nos anos iniciais das políticas ambientais europeias pouca atenção foi dada às questões de implementação. O 3º Programa de Ação, por exemplo, dedicava apenas três linhas para medidas implementadoras. Nos anos 80 a questão da implementação tornou-se imperiosa: as necessidades do mercado comum impunham que os padrões e normas se generalizassem, a atuação da Corte Europeia reforçou as leis comunitárias e as pressões ambientalistas, no Parlamento Europeu, exigiram que as questões de aplicação das diretivas europeias adquirissem importância na pauta dos Conselhos. Nos anos 90 as dificuldades de implementação começam a ser enfrentadas com propostas de criação de uma inspetoria europeia para auditar e fazer cumprir as diretivas e com a criação da Agência Europeia de Meio Ambiente (1990) que, no entanto, ainda não se firmou como um órgão executivo como vários setores propunham. As mudanças mais gerais que vêm enfraquecendo o estabelecimento de políticas europeias mais rígidas desde que a Dinamarca não referendou o Tratado de Maastricht e os problemas econômicos de Alemanha, França e Inglaterra forçando um retorno desses países para suas realidades nacionais têm provocado uma desaceleração na implementação das políticas ambientais europeias. Desde Maastricht, a Direção Geral XI vem adotando uma linha pragmática com medidas mais leves com consultas aos governos nacionais e execução de políticas baseadas nas instituições nacionais.

2.1.3. O BRASIL, O MEIO AMBIENTE E SUA A POLÍTICA AMBIENTAL

A política ambiental no Brasil apresenta um conjunto de temas que, ao longo da história, têm desenvolvido deliberações políticas e têm formado o que poderíamos chamar uma agenda nacional de regulações das interações sociedade e natureza no Brasil (Benjamin 1999 e Monosowski 1989).

Esses temas têm recebido diferentes enfoques dependendo dos contextos econômicos, sociais e políticos. São eles:

- 1) A regulação dos recursos naturais (florestais, minerais, hídricos e animais);
- 2) As questões de controle da poluição advindas da urbanização, industrialização e agricultura tecnificada;

- 3) A conservação da natureza;
- 4) O planejamento territorial (questões de regulação de espaços geográficos determinados);
- 5) A regulação da natureza como um todo (legislações gerais);
- 6) As questões ambientais globais (as temáticas relacionadas à globalização).

Seguindo a linha dos temas é possível observar a evolução econômica e a evolução política e sua interação com as respectivas políticas ambientais.

- **Evolução econômica:** Extração de recursos naturais (colônia)/país agrícola (fins do Império – década de 30 do século XX); industrialização, urbanização e tecnificação da agricultura (década 40 a década 60 século XX) e urbanização metropolitana, desenvolvimento dos serviços, globalização (década de 70 aos dias atuais , início século XXI).
- **Evolução política:** Colônia/ império pós-colonial/ república velha/ anos Vargas/ Governo democrático (Dutra, Juscelino e Jango)/ ditadura militar/ nova democracia.

2.1.3.1. TEMAS DA AGENDA AMBIENTAL BRASILEIRA

Uma avaliação geral da evolução das políticas e legislações brasileiras em recursos naturais pode perceber uma nítida transformação dos conceitos e concepções que moldam suas características principais: passa-se, em geral, de uma normatização de acesso e utilização dos recursos, onde a natureza é apropriada como recurso econômico, para uma normatização onde a questão ambiental começa a se fazer presente, transformando aquela concepção antiga para uma nova que encara os insumos naturais como recursos econômico – ambientais, isto é, a sua apropriação no processo produtivo deve ser feita a partir de considerações econômicas, mas, não exclusivamente por elas e as considerações ambientais (impactos, recuperação, não exaustão, etc.) começam a fazer parte do cálculo de produtores e do governo (Almeida: 2003). Uma outra mudança significativa, mais recente, e que tem impactado as políticas é a mudança do referencial nacional (ligado à construção do Estado nacional desenvolvimentista) para um

referencial global do mundo do capitalismo financeiro mundializado onde atores multinacionais (empresas, órgãos de financiamento, ONGs internacionais, regimes legais internacionais...) pressionam por decisões, em nível nacional, como partes de políticas internacionalizadas. Pode-se regredir até o Brasil Colônia para verificar uma série de legislações que buscavam regulamentar o acesso ao recurso natural, por exemplo, as diversas legislações dos reis portugueses (Ordenações Filipinas e Manuelinas) que estabeleciam procedimentos para aqueles que queriam explorar determinados recursos naturais. No entanto, é na República com as preocupações de consolidação do Estado Nacional, e especialmente no Governo Vargas, que as regulamentações sobre os recursos tornam-se marcadas por procedimentos que buscavam, em primeiro lugar, definir o domínio dos recursos (do Estado; bem comum de todos ou de ninguém (“res nullius”), mas, sujeito à regulação estatal...) e depois as formas e regimes de acesso e as condições para a exploração dos recursos. São exemplos claros dessa concepção os Códigos de 1934: de Águas, de Mineração e Florestal. Juntos com esses códigos foram criados departamentos setoriais para cuidarem das relações do empreendedor privado e do governo na exploração desses recursos: nas águas, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica; nos minérios, o Departamento Nacional de Produção Mineral e nas florestas, o Serviço Florestal Federal. Refletindo a economia predominantemente agrícola da época todos esses departamentos subordinavam-se ao Ministério da Agricultura. Com a evolução econômica e política esses códigos de recursos naturais sofrerão adaptações refletindo novos enfoques. Assim, durante os Governos militares todos esses códigos serão atualizados para incorporarem uma visão ainda mais economicista e, em alguns casos, voltados para a exportação (nas justificativas do Código de mineração de 1968 explicitamente nomeava-se a questão exportadora como causa para a modificação do código).

Os Códigos que foram atualizados são os de 1965 (Código Florestal, Lei nº 4771, de 18/09/1965); 1968(Código de Mineração, Decreto-Lei 227, de 28/02/1965) e o de Águas(Lei n. 4904, de 17/12/65 e Decreto n. 58076, de 24/03/66). Durante o regime militar os órgãos administrativos gestores dos recursos naturais sofreram reformas administrativas e se criaram órgãos ou empresas paralelas para agilizar procedimentos e desemperrar as burocracias públicas (na mineração, por exemplo, criou-se a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais para agilizar o mapeamento geológico e a prospecção mineral no Brasil). A

constituição de 1988 colocou, através do artigo 225, a questão ambiental como um dos fundamentos da estruturação das políticas públicas brasileiras e no tema dos recursos naturais enfatizou a questão da dominialidade da União sobre esses recursos, mas, pelo viés ambiental, institucionalizou complementarmente, aos Estados e municípios, a possibilidade de legislarem sobre essas matérias. Na democratização do país e nas discussões sobre a reforma do Estado o papel dos órgãos administrativos ligados aos recursos naturais foi profundamente questionado. Assim, no Governo Collor, a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) dá-se pela incorporação de órgãos setoriais como o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE) passando-se de uma concepção baseada no recurso para outra em que os recursos passam a ser percebidos com econômico-ambientais como já mencionamos anteriormente. As resistências a essas incorporações além dos aspectos funcionais tinham um componente cultural e organizacional de manutenção da visão economicista dos órgãos setoriais. No setor mineral, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), em crise permanente desde o final dos anos 70, foi transformado em autarquia depois de uma longa luta dos seus funcionários, mas, esse arranjo administrativo não solucionou os problemas crônicos de falta de verbas e emperramentos burocráticos. Durante o governo Fernando Henrique Cardoso foram propostas modificações do Código de Mineração com a criação de novos procedimentos para a concessão de áreas para a mineração e a transformação do DNPM em Agência Nacional de Mineração. Nos recursos hídricos, criou-se a Agência Nacional de Águas (ANA) e, em todo país dezenas de iniciativas estaduais de legislações sobre os recursos hídricos com soluções compartilhadas de gestão através dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Todas essas modificações encontram resistências e são objeto de intensa disputa política entre aqueles que advogam uma maior ambientalização na gestão desses recursos e os que preferem a continuação da gestão setorializada. O exemplo mais contundente pode ser mencionado nas discussões sobre a mudança do Código Florestal proposto pelos deputados ruralistas e que teve o enfrentamento das organizações ambientalistas e governamentais de meio ambiente. Interessamos aqui enfatizar, no período republicano, aquelas mais diretamente relacionadas a uma crescente visão ambiental que culminam, depois da década de 50, em legislações relacionadas aos impactos da industrialização, da urbanização e da agricultura mais tecnicada na saúde coletiva.

Na década de 60 foi editado o Decreto n. 49.974 – A (de 21/01/1961) estabelecendo o Código Nacional de Saúde, com vários artigos que, indiretamente, disciplinam questões ambientais (artigos 32 a 44).

A industrialização intensa, o surgimento das regiões metropolitanas e a modernização conservadora no campo que acompanharam o processo de desenvolvimento econômico dos anos 50 e 60 trouxeram consequências ambientais significativas, nas décadas seguintes, que, apesar do regime militar, tornam-se conflitos públicos e com ampla cobertura da imprensa (Caso Borregaard em Porto Alegre; Cubatão como “Vale da Morte”; disputas interindustriais nos municípios do ABCD paulista, luta contra os agrotóxicos...) que, somados à emergência dos temas ambientais nos organismos como as Nações Unidas, acabam gerando respostas do poder público em legislações de zoneamento industrial, controle da poluição e de agrotóxicos. Recordem-se as diversas legislações voltadas ao controle da poluição (principalmente industrial e urbana) resultantes desse contexto histórico:

- Decretos n. 1413, de 14/08/1975 e n. 76.389, de 03/10/1975, que definiram as medidas de prevenção e controle da poluição industrial autorizando a criação de sistemas de licenciamento, nos estados e nos municípios, para a instalação e funcionamento de atividades industriais potencialmente poluidoras.
- O decreto n. 81.107, de 22/12/1977, que definiu que o controle das atividades consideradas de “interesse do desenvolvimento e segurança nacional” eram atribuições exclusivas do Governo Federal que com isso tirou dos órgãos ambientais poder sobre empresas públicas, as concessionárias de serviços públicos federais, indústrias de armamentos, as refinarias de petróleo, as indústrias química e petroquímica, de cimento, siderúrgica, material dos transportes, celulose, fertilizantes e defensivos agrícolas, mecânica pesada e processamento de metais não-ferrosos.

As legislações federais de controle da poluição seguiram muito de perto a experiência norte-americana e da agência ambiental paulista. Assim, na poluição do ar:

- Resolução 5, de 15/06/1989, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Instituiu o Programa nacional de controle da qualidade do ar (PRONAR) definindo “limite máximo de emissão” e emissões para “fontes novas de poluição”.

- Resolução 3, de 28/06/1990, do CONAMA define padrões da qualidade do ar subdividindo-os como na legislação norte-americana em padrões primários e padrões secundários. Deu, aos Estados, atribuição para o monitoramento da qualidade do ar. Define “episódio crítico de poluição” com a previsão de “Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar” (com níveis de atenção, alerta e emergência) que São Paulo já havia elaborado. Os padrões de qualidade do ar são fixados para: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio. A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), baseada na EPA, já tinha padrões definidos para esses elementos.
- A Lei nº 8.723/93 obrigou os fabricantes de motores e veículos automotores e os fabricantes de combustíveis a tomar providências para reduzir níveis de emissão de monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, fuligem, material particulado e outros poluentes.

Na questão da poluição hídrica além do controle de efluentes industriais houve a necessidade do controle da qualidade das águas por causa do lançamento indiscriminado de esgotos na maioria dos municípios brasileiros:

- O Código de Águas, de 1934, já trazia artigos referindo-se às águas nocivas e à responsabilização daqueles que provocassem danos às águas impactando a sua utilização por seus vizinhos.
- A Portaria nº 013/76, do Ministério do Interior, propôs a Classificação das águas interiores do território nacional uniformizando a linguagem e a abordagem sobre a poluição de recursos hídricos. Definiu os usos predominantes em quatro classes e padrões associados. Os Estados poderiam ser mais restritivos. Os indicadores utilizados foram: demanda bioquímica de oxigênio, temperatura, pH, sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos e outros. A ênfase era o controle da poluição das águas visando o abastecimento público.
- Em 1986 a Resolução CONAMA nº 20/86 estabeleceu uma nova classificação (9 classes) das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Passa-se a refletir sobre a gestão integrada de bacias tentando-se superar o controle pontual das fontes.
- Em 1997 a Lei de Recursos Hídricos, instituiu a “Política Nacional de Recursos Hídricos”, criando o “Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”.

Com relação à conservação da natureza é grande a tradição legislativa brasileira sobre as medidas de conservação da natureza. Desde os Códigos da década de 30, setores sociais conseguiram dos legisladores e políticos regulações que buscavam proteger, resguardar áreas e espécies da flora e fauna brasileira. No Código Florestal de 1934 já estavam previstas normas para a criação de parques e reservas biológicas. Citem-se os principais momentos sobre o assunto:

- **Criação do Parque de Itatiaia;**
- **Criação dos Parques Nacionais do Iguaçu e da Serra dos Órgãos;**
- **Código Florestal (Lei 4.771/65):** Foi Escrito por uma comissão de juristas e especialistas coordenados por Osny Duarte Pereira foi submetido ao Congresso Nacional onde recebeu diversas emendas. Refletiu ainda o clima político e os atores pré-golpe militar de 1964. Contém avanços que repercutem até os dias atuais. No “caput” de seu artigo 1º apresenta conceitos inovadores: “As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta lei estabelecem”. Previu a criação de parques e florestas, áreas de preservação permanente, reserva legal e proibições de corte de árvore ou de espécie florística que são até hoje instrumentos importantes na, agora, denominada conservação da biodiversidade.
- **Código de Caça, de 1967:** Foi modificado e redenominado em 1988, passando a ser chamado Lei de Proteção à Fauna que deu a proteção à fauna um status diferente daquele apenas utilitário previsto nas legislações anteriores;
- **Constituição Federal de 1988;**
- **Lei do Sistema Nacional de Unidades Conservação (SNUC) (Lei 9.985, de 18/07/00)** instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Organizou e atualizou os critérios e gestão das Unidades de Conservação da Natureza, estabelecendo os meios e criando estímulos para a efetiva participação da sociedade.

Sobre o Planejamento territorial, este é um componente importante da legislação ambiental brasileira e está ligado aos problemas de ordenação de atividades e há uma série de

regulações que incorporam a questão espacial, isto é, a realização da ação humana em um determinado espaço geográfico como fundamento de suas propostas criou-se:

- **A Instituição das regiões metropolitanas** de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Curitiba, Belém e Fortaleza (Lei Complementar nº 14, de 08/06/1973);
- **A Instituição da região metropolitana do Rio de Janeiro;**
- Mais recentemente a aprovação do **Estatuto das Cidades, regulamentando os artigos 182 e 183, da Constituição Federal de 1988(Lei n. 10.257, de 10/07/2001);**
- **As leis de proteção dos mananciais;**
- **As leis de zoneamento industrial;**
- **A lei 7.661, de 18/05/88, instituindo o “Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro”;**
- **O Zoneamento Ecológico-Econômico.**

Com respeito às Legislações gerais nota-se que no arcabouço jurídico ambiental brasileiro há um esforço, desde a década de 80, de criar um corpo geral regulatório que, tratando as questões ambientais de modo amplo (Benjamin ,1999, denomina “holístico”), procura superar as visões setoriais e fragmentadas das legislações que trataram parcialmente aspectos das relações entre a sociedade nacional e a natureza.

Assim, destaque-se:

- A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6938, de 31/08/81) que sistematizou os principais instrumentos utilizados pelas políticas públicas ambientais no Brasil e propôs a criação do CONAMA;
- A Constituição Federal de 1988 que constitucionalizou as principais questões ambientais brasileiras, dando o respaldo legal máximo para o desdobramento das legislações posteriores;
- A Lei de Crimes ambientais (Lei 9.605, de 13/02/98) que sistematizou e introduziu penas e sanções àqueles que pratiquem atos nocivos ao meio ambiente.

No que tange a questões globais a participação do Brasil nos fóruns internacionais que discutiram as questões ambientais durante todo o século XX e a adesão do Brasil a diversas

convenções internacionais intensificou-se e hoje são elementos fundamentais para o entendimento das regulações ambientais no país. Destaque-se:

- **Decreto 99.280, de 06/06/90** promulgou a Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio e o Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio;
- **Decreto 2.7883, de 17/09/98** proibiu a aquisição de produtos ou equipamentos, pelos órgãos e entidades da administração pública federal, que contenham ou façam uso das substâncias que destroem a camada de ozônio;
- Ratificação, em 28/02/94, da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, regime climático;
- Decreto 2.519, de 16/03/98, promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica.

2.2. EA DAS ORIGENS AO MOMENTO ATUAL E SUA CONCEITUAÇÃO

Redescobrir, esta deverá ser a atividade mais sensata quando os indivíduos estiverem buscando alternativas de soluções para os problemas ambientais, e a maioria desses problemas já fazia parte das preocupações dos nossos antepassados. Segundo Dias (1994), filósofos, cientistas, artistas, religiosos têm, ao longo da escalada do homem, expressado a sua admiração pela natureza, e sua preocupação em protegê-la. As culturas orientais e a Grécia Clássica nos legaram reflexões filosóficas de grande sensibilidade a respeito das relações homem-natureza. Conforme o mesmo autor, nas décadas de 50/60, impulsionado por avanços tecnológicos, o homem ampliou a sua capacidade de produzir alterações no ambiente natural, notadamente nos países mais desenvolvidos, e na década seguinte os efeitos negativos sobre a qualidade de vida já eram evidentes.

Com base na obra de Dias (1994), a evolução da EA pode ser apresentada:

- a) **1542**: a primeira Carta Régia do Brasil estabelece normas disciplinares para o corte de madeira e determina punições para abusos que vinham sendo cometidos;
- b) **1827**: a Carta de lei de Outubro, do império, delega poderes aos juízes de paz das províncias para a fiscalização das matas;

c) **1850**: D. Pedro II edita a Lei 601 proibindo a exploração florestal em terras descobertas, a qual foi ignorada, verificando-se uma série de devastações de florestas;

d) **1889**: Patrick Geddes (1854-1933), foi considerado o pai da EA;

e) **1891**: Foi criada no Acre uma reserva florestal com aproximadamente 2,8 milhões de hectares;

f) **1920**: O pau Brasil foi considerado extinto, então o presidente Epitácio Pessoa observou que o Brasil era um dos únicos países, entre os dotados de ricas florestas, a não possuir um código florestal;

g) **1934**: O Decreto 23.793 transformava em lei os anteprojetos do Código Florestal de 1931, em decorrência, foram criados a primeira unidade de conservação no Brasil, o Parque Nacional de Itatiaia. No mesmo ano foi realizada no Museu Nacional a 1ª Conferência Brasileira de Proteção da Natureza;

h) **1947**: Foi fundada na Suíça a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN);

i) **1972**: Criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA);

j) **1958**: Criação da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN);

k) **1965**: A frase Educação Ambiental foi ouvida pela primeira vez, na Conferência em Educação, na Universidade de Keele, Grã Bretanha;

l) **1970**: Os Estados Unidos aprovaram a primeira lei sobre EA;

m) **1974**: Foi dado o primeiro alerta por organismos internacionais sobre a possibilidade da redução da camada de ozônio pelo uso dos Clorofluorcarbonos (CFCs) e realizou-se na Finlândia, com apoio da Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura (UNESCO), o seminário sobre EA;

n) **1975**: Em resposta às recomendações da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (Estocolmo, 1972), a UNESCO promoveu em Belgrado, Iugoslávia, um encontro internacional em EA, que congregou especialistas de 65 países e formulou os princípios para um programa internacional de EA;

o) **1977**: Dando continuidade ao processo, de 14 a 26 de outubro, realizou-se em Tbilisi, na Comunidade dos Estados Independentes (CEI), a 1ª Conferência Intergovernamental sobre EA, da UNESCO com o PNUMA. Foi uma continuação da conferência de Estocolmo em 1972, definindo objetivos e estratégias do programa;

p) **1981**: No Brasil, o presidente João Figueiredo sancionou a Lei nº 6.938 que dispunha sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação;

q) **1986**: Em 23 de janeiro, o CONAMA aprova a Resolução 001/86, que estabelece as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, e em agosto realizou-se na Universidade de Brasília o I Seminário Nacional sobre Universidade e Meio Ambiente, onde surgiram importantes resoluções do CONAMA, das quais muitas ainda estão em vigor. No mesmo ano, a explosão do reator da usina de Chernobyl produziu uma nuvem radioativa que se propagou pelas repúblicas soviéticas e atingiu cinco países europeus, matou de 7000 a 10000 pessoas e afetou mais de quatro milhões, foi o maior acidente da história da energia nuclear;

r) **1987**: O acidente com a cápsula de césio-137 em Goiânia teve repercussões internacionais e demonstrou como o país estava despreparado para lidar com esse tipo de problema. De 17 a 21 de agosto desse mesmo ano, realizou-se em Moscou, CEI, o Congresso Internacional da UNESCO-PNUMA sobre Educação e Formação Ambientais, quando foram analisadas as conquistas e dificuldades na área da EA desde a conferência de Tbilisi. No final deste mesmo ano foi assinado o protocolo de Montreal, segundo o qual as nações deveriam tomar várias providências para evitar a destruição da camada de ozônio;

s) **1988**: no dia 5 de outubro, foi promulgada a Constituição da República Federativa do Brasil, contendo um capítulo sobre o Meio Ambiente e vários outros artigos afins;

t) **1989**: a Lei 7735 cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), fusão da SEMA, da SUDEPE, da Superintendência da Borracha (SUDHEVEA) e do IBDF, com a finalidade de formular, coordenar e executar a política nacional do meio ambiente. O acidente com o petroleiro Exxon Valdez, ocorrido em março deste mesmo ano, provocou um

vazamento de quarenta e duas mil toneladas de óleo no Alasca, produzindo uma mancha de 250 Km² em cerca de 1700 km de costa marítima, matando 34 aves, 98 lontras e um número incalculável de peixes e outros animais aquáticos. A Exxon gastou um bilhão de dólares na limpeza da área, com 11000 homens, 1400 barcos e 85 aviões em seis meses, e ainda responde por 145 processos movidos contra a empresa. Em junho do mesmo ano, a Sociedade Brasileira de Zoologia relacionou as 250 espécies de animais em extinção no Brasil e em 10 de julho foi criado o Fundo Nacional de Meio Ambiente (Lei 7797189);

u) **1990**: Foi declarado pela Organização das Nações Unidas (ONU) como o Ano Internacional do Meio Ambiente;

v) **1992**: Foram criados, no âmbito das Superintendências Estaduais, os Núcleos de EA (NEA), pelo IBAMA. De 3 a 14 de junho deste mesmo ano, realizou-se no Rio de Janeiro a Conferência da ONU sobre a United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), com a participação de cento e setenta países. A Rio-92 corroborou as premissas de Tbilisi e através da Agenda 21, definiu as áreas de programas para a EA. De 17 a 21 de outubro, em Toronto, Canadá, a UNESCO em cooperação com o PNUMA realizou o Congresso Mundial de Educação e Comunicação sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, primeiro evento internacional sobre EA depois do Rio-92 e **1993** a portaria 773 do Ministério da Educação e Cultura (MEC) de 10/05/93 instituiu um Grupo de Trabalho em caráter permanente para a EA, atendendo às recomendações aprovadas na Rio-92.

Nos últimos anos, intimamente ligados à visão econômica, formou-se uma tendência de se considerar o ambiente em que se vive um fator relevante para a preservação da vida. De acordo com Kotter (1999), para que todo esse processo de EA se torne viável, além do comprometimento de toda uma sociedade, um trabalho sério de comunicação deve ser a constante, que permita a disseminação da política e a mobilização para o sistema de gestão. Para se chegar ao entendimento do que seja a EA, deve-se passar, necessariamente, por seus conceitos, fundamentados por alguns autores. Percebe-se, assim, que a EA tem caráter de aprendizado permanente, e necessita de uma visão holística e democrática, bem como o desenvolvimento de novos hábitos. De acordo com Silva (1998), a EA é um processo de construção do conhecimento, baseado na afetividade e na solidariedade, e que a preservação da natureza é decorrente de uma identidade cultural com a terra, sendo um conhecimento a ser construído. Para Oliveira (1998: 92):

“A EA busca um novo ideário comportamental, tanto no âmbito individual quanto coletivo. Ela deve começar em casa, ganhar as praças e as ruas, atingir os bairros e as periferias, evidenciar as peculiaridades regionais, apontando para o nacional e o global. Deve gerar conhecimento local sem perder de vista a global, precisa necessariamente revitalizar a pesquisa de campo, no sentido de uma participação pesquisante, que envolva pais, alunos, professores e comunidade. É um passo fundamental para a conquista da cidadania”.

Segundo Dias (1994), na Conferência de Tbilisi a EA foi definida como uma dimensão dada ao conteúdo e prática da educação, orientada para a resolução dos problemas concretos do meio ambiente através de enfoques interdisciplinares e de uma participação ativa e responsável de cada indivíduo e da coletividade. O mesmo autor afirma que a EA realiza-se por meio de duas modalidades:

- a) Formal: É um processo institucionalizado que ocorre nas unidades de ensino;
- b) Informal: Caracteriza-se por sua realização fora da escola, envolvendo flexibilidade de métodos e de conteúdos e um público alvo muito variável em suas características.

A Educação tem sido sugerida como a salvadora dos problemas ambientais, na busca de um desenvolvimento sustentável pela mudança na mentalidade. Oliveira (1998) assinala, que a EA deve ser encarada como um processo voltado para a apreciação da questão ambiental sob sua perspectiva histórica, antropológica, econômica, social, cultural e ecológica, enfim, como educação política, na medida em que são decisões políticas todas as que em qualquer nível, dão lugar às ações que afetam o meio ambiente. Conforme a UNESCO (1999), a educação serve à sociedade de diversas maneiras e sua meta é formar pessoas mais sábias, possuidoras de mais conhecimentos, bem informadas, éticas, responsáveis, críticas e capazes de continuar aprendendo. Também, é o meio de divulgar conhecimento e desenvolver talentos para introduzir as mudanças desejadas nas condutas, valores e estilos de vida, e para suscitar o apoio público às mudanças contínuas e fundamentais que são imprescindíveis para que a humanidade possa modificar sua trajetória, abandonando a via mais comum que leva a dificuldades cada vez maiores e a uma possível catástrofe, para iniciar seu caminho em direção a um futuro sustentável. A Educação, em síntese, é a melhor esperança e o meio mais eficaz que a humanidade tem para alcançar o Desenvolvimento Sustentável (DS). Diante dos conceitos citados, pode-se afirmar, que a EA é uma educação da realidade vivenciada e ela

transforma os valores e atitudes por meio da construção de novos hábitos, novos conhecimentos e também cria uma ética, sensibilizadora e conscientizadora para as relações integradas entre o ser humano, a sociedade e a natureza. Tem por objetivo, o equilíbrio local e global, como forma de obtenção da melhoria da qualidade de todos os níveis de vida.

Sobre a obrigatoriedade Legal a EA está contemplada na Legislação Brasileira através da Constituição Federal, específica na Lei 9.795/99, e também nos PCN's.

De acordo com a Constituição Federal brasileira a EA está contemplada na Constituição Federal de 1988, que diz: "cabe ao poder público promover a EA em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente". A Legislação Brasileira pretende garantir o direito de seus cidadãos ao meio ambiente sadio, visto que é um bem de uso comum. Segundo a Constituição (1988), esse meio ambiente sadio é essencial para garantir a qualidade de vida dos povos, ao poder público e a coletividade, deve defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Especificamente a Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999 sancionada pelo Presidente Fernando Henrique Cardoso "Dispõe sobre a EA, institui a Política Nacional de EA e dá outras providências".

No Art. 3º, fica claro a responsabilidade do meio empresarial para com a EA, observa-se nos incisos V e VI, a amplitude e importância da EA a ser incorporada pelas instituições.

V — às empresas, entidades de classe, instituições públicas e privadas, promover programas destinados à capacitação dos trabalhadores, visando à melhoria e ao controle efetivo sobre o ambiente de trabalho, bem como sobre as repercussões do processo produtivo no meio ambiente;

VI - à sociedade como um todo, manter atenção permanente à formação de valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva voltada para a prevenção, a identificação e a solução de problemas ambientais.

A seguir o Art. 4º, descreve sobre os princípios básicos da EA:

I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;

II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;

III - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;

IV - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;

V - a permanente avaliação crítica do processo educativo;

VI - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;

VII - o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

O Art. 5º, reconhece os objetivos fundamentais da EA:

I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;

II - a garantia de democratização das informações ambientais;

III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;

IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;

V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;

VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;

VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.

Apresentam-se, a seguir, os Parâmetros Curriculares Nacionais do ano de 1996. Neves (2001) cita, os PCN's foram elaborados conforme alteração estabelecida pela atual Lei das Diretrizes e Bases da Educação por vários professores, especialistas em educação e revisados por parceiros contratados pela Secretária de Educação Fundamental do Ministério da Educação e Desporto. Os PCN's (2004), descrevem que é somente a educação que pode sensibilizar as diversas camadas da população no que diz respeito aos problemas ambientais, de modo que ao perceber esses problemas, a população possa destacar os interesses e valores para intervir em determinada situação, para que se chegue a uma possível solução. Segundo Reigota (1994), o problema ambiental não está na quantidade de pessoas que existe no planeta e da necessidade dessas pessoas em consumir os recursos naturais cada vez maior para se alimentar, vestir e morar, o problema ambiental reside sim, no excessivo consumo desses recursos por uma minoria.

Penso que os homens deveriam ser conscientes de que os recursos naturais não são renováveis e que exige muito tempo para sua renovação, e que se não forem tomadas medidas para sua preservação, poderão ocasionar o extermínio dos recursos naturais e assim causar um dano irreparável para sua sobrevivência e das gerações futuras. O autor nos alerta que não devemos nos preocupar em garantir somente a preservação de determinadas espécies animais, vegetais e dos recursos naturais, e sim priorizar as relações econômicas e culturais entre a humanidade e a natureza. Ele aponta que neste sentido o aspecto “reflexivo” da EA é tão importante quanto ao “ativo” ou o “comportamental” Reigota (1994), além de apresentar os três aspectos acima, reflexivo, ativo e comportamental os quais residem os rumos para vivermos em harmonia com a mãe natureza e salvaguardar nosso rico patrimônio. Ele apresenta um outro aspecto fundamental, que é a associação da EA com a educação política:

“Assim, a EA deve ser entendida como educação política, no sentido de que ela reivindica e prepara os cidadãos para exigir justiça social, cidadania nacional e planetária, autogestão e ética nas relações sociais e com a natureza” (Reigota, 1994: 10).

A partir do momento que se educa politicamente deixando o estágio de alienação para o estágio de conscientização, desenvolve-se um indivíduo consciente de seus direitos e deveres que terá condições de intervir de forma responsável no seu meio ambiente. O autor informa que em 1968, em Roma houve uma reunião de países desenvolvidos, que recebeu o nome de Clube de Roma, onde se discutiu o consumo e as reservas de recursos naturais não renováveis e o crescimento da população mundial até meados do século XXI onde chegou-se a conclusão da necessidade urgente de se buscar mecanismos de controle do crescimento populacional e também da necessidade de investimento numa mudança radical na mentalidade de consumo e procriação. O autor observa que os méritos destes debates e as conclusões do Clube de Roma, foi tornar o problema ambiental a nível global, o que levou a Organização das Nações Unidas, em 1972, a realizar em Estocolmo, na Suécia, a primeira Conferência Mundial de Meio Ambiente Humano, onde se concluiu a importância de educar o cidadão para a solução dos problemas ambientais, que proporcionou o surgimento da EA. Ele ainda informa que em 1975, na Iugoslávia se reuniu especialistas em educação, biologia, geografia e história e que fez surgir a definição de EA, onde os assuntos tratados nesta reunião foram publicados e recebeu o nome de carta de Belgrado.

Com o livro *Nosso Futuro Comum*, conhecido como relatório Brundthand, forneceu-se subsídios temáticos para a Conference on Environment and Development -92 (ECO-92). Foi a partir deste livro que conceitos sobre o desenvolvimento sustentável passaram a ser conhecidos e se passou a dar ênfase à importância de EA para a correção dos problemas do meio ambiente. Segundo o autor, no espaço de tempo que separa as conferências de Estocolmo e a ECO-92, houve uma diferenciação muito grande na concepção de meio ambiente. No início se concebia como sendo somente a relação homem/natureza, no segundo o enfoque passou a ser pautado na ideia de desenvolvimento econômico.

2.3. A EA NO BRASIL

Em 27 de abril de 1999, quando o então Presidente da República, Fernando Henrique Cardoso, sancionou a Lei 9.795/99, que “dispõe sobre a EA, institui a Política Nacional de EA e dá outras providências”, o fato foi festejado entre educadores(as) ambientais de todo o país. No entanto, sabiam que havia um longo trajeto a percorrer para garantir uma mudança efetiva no contexto brasileiro, para levar a EA ao cotidiano de brasileiros(as). O ex-relator do projeto de lei e ministro do Meio Ambiente na época da promulgação, o então deputado José Sarney Filho lembrou, na ocasião, a mobilização da sociedade para a construção do texto. Segundo ele, mais de 300 entidades foram ouvidas no período em que o texto tramitou no Congresso Nacional. Entre elas, universidades, secretarias de meio ambiente e de educação e organizações ambientalistas de todo o país. Com isso, a lei tornou-se um divisor de águas na história brasileira da EA, ganhando a dimensão de política pública.

O Artigo 225 da Constituição Federal de 1988 atribuiu ao Governo Federal a responsabilidade de “promover a EA e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”. Na verdade, dois artigos da Constituição Federal são citados, para justificar a lei. O Art. 205 estabelece que “A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. E o Art. 225 reza nas primeiras linhas que:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao

Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

No inciso VI estabelece, como papel do Poder Público,

“(...) promover a EA em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”.

Indo mais longe, a nova lei, que regulamenta esse artigo, tornou obrigatória a EA como processo educativo, formal ou não formal, para todos os atores sociais. Vale checar as principais determinações da lei:

Na escola e fora dela: já no artigo 2, a lei propõe que “a EA é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal”. Logo em seguida, no artigo 3 detalha-se a EA “como parte do processo educativo mais amplo, todos têm direito à EA”. O mesmo artigo 3 lista as responsabilidades de cada segmento para a implementação da EA. Vale relembrar que:

- O Poder Público deve definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental, promover a EA em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente;
- Instituições educativas devem promover a EA de maneira integrada aos programas educacionais que desenvolvem;
- Os Órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) devem promover ações de EA integradas aos programas de conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente. Ao instituir a Política Nacional do Meio Ambiente, a Lei 6.938, de 1981 enumerou, no Artigo 6, os componentes do SISNAMA: “Órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental”. Participam, entre outros, conselhos e comissões de meio ambiente, ligados ao Executivo ou Legislativo, federais, estaduais, municipais.
- Os Meios de comunicação devem colaborar de maneira ativa e permanente na disseminação de informações e práticas educativas sobre meio ambiente e incorporar a dimensão ambiental em sua programação;

- As empresas, entidades de classe, instituições públicas e privadas devem promover programas para capacitar trabalhadores e melhorar o ambiente de trabalho, bem como o processo produtivo quanto a questões ambientais;
- A sociedade como um todo deve manter atenção permanente à formação de valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva voltada para a prevenção, a identificação e a solução de problemas ambientais.

O capítulo II, que institui a Política Nacional de EA, propõe, através do artigo 8º, quatro linhas de atuação para a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), relacionadas à educação geral e à escolar, em especial:

- Capacitação dos recursos humanos.
- Desenvolvimento de estudos, pesquisas e experimentações.
- Produção e divulgação de material educativo.
- Acompanhamento e avaliação.

Vale notar que, no quesito capacitação, o mesmo artigo indica a meta de incorporar a dimensão ambiental na formação, especialização e atualização, não só dos educadores(as) de todos os níveis e modalidades de ensino, como também para profissionais das demais áreas. E sugere o atendimento às demandas dos diversos segmentos da sociedade no que diz respeito à problemática ambiental. Da mesma forma, o texto alinha, entre os desafios para os estudos e pesquisas, a busca de alternativas curriculares e metodológicas de capacitação, e a criação de instrumentos que ajudem a incorporar a dimensão ambiental de forma interdisciplinar nos diferentes níveis e modalidades de ensino. Ao mesmo tempo, a lei pede o incentivo à participação dos interessados na formulação e execução dessas pesquisas. O artigo 10 da Lei da PNEA reforça o fato de que a EA será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. O artigo seguinte recoloca recomendações já presentes nos Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais, sobre como isso deve acontecer. Logo, não será disciplina à parte, mas em todas, como tema transversal (ou transdisciplinar), inter e multidisciplinar.

- **Multidisciplinaridade:** Situação na qual, embora não exista coordenação entre diversas disciplinas, cada uma delas participa desde a perspectiva do seu próprio quadro teórico metodológico no estudo e tratamento de um dado fenômeno.

- **Interdisciplinaridade:** Significa que as disciplinas em questão, apesar de partirem cada uma do seu quadro referencial teórico metodológico, estão em situação de mútua coordenação e cooperação, engajadas num processo de construção de referenciais conceituais e metodológicos consensuais.
- **Transdisciplinaridade:** Situação na qual referenciais consensuais são construídos e propiciam a reacomodação, com relativa desapareção, de cada “disciplina” envolvida no estudo e tratamento do fenômeno considerado. Também pode significar que a EA deve permear-ligar, como grande “tema transversal”, todos os espaços educacionais (todos os conteúdos).

2.3.1. ALGUNS MANDAMENTOS DA EA BRASILEIRA

Os oito princípios e sete objetivos fundamentais para a EA, propostos na Lei da PNEA ou LEI nº 9.795, de 27 de abril de 1999 revelam a concepção moderna. Vale destacar, para aplicar:

Princípios:

1. Enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;
2. Concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;
3. Pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;
4. Vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;
5. Garantia de continuidade e permanência do processo educativo;
6. Permanente avaliação crítica do processo educativo;
7. Abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;
8. Reconhecimento e respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

Objetivos:

1. Compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações (incluem aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos);
2. Garantia de democratização das informações ambientais;
3. Estímulo e fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;

4. Incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na conservação do equilíbrio do meio ambiente (defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania);
5. Estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais (para construir uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade);
6. Fomento e fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;
7. Fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.

2.4. A EA NO ESTADO DO PARÁ

A Rede de EA do Estado do Pará está sendo formada a partir da necessidade de conhecer, desenvolver e promover a integração dos Programas e Projetos de EA do Estado. Para isso foram feitas pesquisas com municípios através de formulários que indicam que a maior parte das ações dos mesmos é oriunda de escolas da rede pública ou privada (44%) e de instituições públicas ou privadas (30%). Suas atividades mais significativas estão ligadas à sensibilização (92%) e a mobilização (70%), seguida da produção de materiais pedagógicos (43%). O público alvo mais comum são os estudantes do ensino fundamental (67%) e as associações comunitárias em geral (65%); empregando temáticas diversas que variam da relação homem – natureza, a temas específicos como resíduos sólidos, recursos hídricos, preservação da biodiversidade, uso racional dos sistemas naturais (ex: várzea), pesca e saúde. No estado do Pará o órgão responsável é a SEMA¹ e que para o presente trabalho é o fornecedor dos dados estatísticos supracitados. A SEMA, que através de sua Diretoria de Meio Ambiente/ Coordenação de Proteção Ambiental/ Divisão de Estudos e EA, e como um dos órgãos que integram a Comissão Interinstitucional de EA (CIEA) vem desenvolvendo trabalhos nas mais diversas áreas, trabalho este que tem sido realizado em conjunto com organizações governamentais e não-governamentais, seminários e cursos de capacitação.

¹Disponível na World Wide Web : <http://www.sema.pa.gov.br/2009/03/27/9441/>. Consultado em 09 de Agosto de 2014.

Há também a elaboração de jogos educativos, orientação e elaboração de programas de EA para outros órgãos do Estado, instituições de ensino, entre outros, são atividades que vêm sendo desenvolvidas pela Secretaria Estadual de meio Ambiente.

2.5. A EA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

O surgimento de problemas socioambientais como ameaçadores à sobrevivência da vida na Terra é um fenômeno relativamente novo para a humanidade.

À medida que o ser humano se distanciou da natureza, passou a encará-la, não mais como um todo em equilíbrio, mas como uma gama de recursos disponíveis, capazes de serem transformados em bens consumíveis.

Em poucas décadas, eram muitos os sintomas que indicavam que este modelo não era sustentável. Primeiro, os recursos naturais são finitos e insuficientes para alimentarem as crescentes demandas das sociedades de consumo. Segundo, o bem-estar sedutor e ilusório do consumo, só é vivido por uma pequena parcela da população humana, pois a maioria luta apenas para sobreviver, tendo que enfrentar, agora, os graves problemas ambientais causados pelo próprio modelo econômico. Finalmente, o ser humano é uma espécie entre milhares que depende do todo para sua sobrevivência neste planeta; é a única que tem esta consciência e o poder de intervir benéfica ou maleficamente no ambiente e, portanto, sua responsabilidade é inigualável (Pádua, 1999). Santos e Mortimer (2001, p. 103) ratificam que a organização do currículo escolar para o ensino de partindo-se de temas que apresentam relevância social e ambiental é essencial para o desenvolvimento de habilidades para a formação da cidadania. Logo, a EA pode ter um papel formidável no processo de ensino-aprendizagem das ciências naturais através da união entre o estudo de questões de natureza mais teórica dos sistemas naturais que estão inseridos nos currículos, como é o caso de disciplinas como a química e de questões ambientais. Uma abordagem ao nível da EA pode vir a desenvolver competências associadas ao processo científico, à apreensão dos termos e conceitos e permitir aplicações de aprendizagens científicas no contexto social do aluno, que fazem parte da sua realidade. É possível, portanto, referir-se a algumas dessas problemáticas nas disciplinas de biologia, física, geografia, geologia e química e apreciá-las através das informações obtidas a partir de diferentes fontes de informação, fazer a análise crítica de dados para realizar juízos lógicos ou para resolver problemas, formular problemas e desenvolver hipóteses e a sua experimentação.

Existe, contudo, um constante embaraço dos professores de ciências e de outras áreas em abordar questões de natureza ambiental em suas disciplinas. Muitas razões podem ser apontadas como o fato de que muitos professores não se encontram familiarizados com tais questões ou não se sentem à vontade com novas estratégias e metodologias, ou seja, mudanças no currículo e suas práticas uma vez que as questões de natureza ambiental envolvem problemas com causas e consequências reais, ou, ainda, não gostam da ideia de interdisciplinaridade.

Para além destas questões há ainda outro aspecto que os professores de ciências não apreciam, o holísmo característico da EA. Por inerência do currículo os professores de ciências estão habituados a uma abordagem analítica realizada na sua disciplina, uma vez que procuram simplificar as situações, isolando variáveis, utilizando tão poucas quanto possível, vendo as situações globais como somatórios destas componentes individuais. Segundo uma visão holística, é necessária ter atenção para uma variedade de contribuições para que se possam abordar e resolver os problemas de natureza ambiental.. Assim, é necessário estar aberto à interdisciplinaridade, que apesar de transcender a atuação do professor de uma disciplina deve fazer parte da educação científica. Uma das formas preferenciais poderia ser identificar, nos programas das diferentes disciplinas, os conteúdos que possam permitir uma ênfase na EA e procurar abordá-los em parceria.

O ensino das ciências pode contribuir com a EA, entretanto, serão necessários outros assuntos e outras disciplinas do currículo para um real desenvolvimento desta temática. Sendo difícil por vezes o desenvolvimento da interdisciplinaridade nas escolas, é possível desenvolver a EA nas aulas de ciências através do currículo existente tal como citado por alguns autores como Torres (2010) e Carvalho (2004) relatam a importância da inserção da EA no ambiente escolar.

Para Nova (1994), o trabalho de projeto deverá ser utilizado como meio de consecução dos objetivos da educação para o ambiente, em especial no desenvolvimento de uma participação ativa e esclarecida, isto porque, a educação para o ambiente deverá fazer parte integrante do processo educativo dos alunos e de suas realidades e deve centrar-se em problemas concretos e no contexto que rodeia os indivíduos. Deverá ter como inspiração preocupações do presente e do futuro e basear-se na iniciativa e

empenhamento do indivíduo. Para Loureiro (2006) o ato de educar é uma necessidade de nossa espécie e um fenômeno que deve ser compreendido e analisado para que possa ser eficientemente realizado. É uma dimensão primordial que pode gerar mudanças quando articulada com a realidade sócio histórica e sociocultural dos estudantes. O ensino de ciências é uma das formas de ajudar na construção do conhecimento, utilizando recursos e materiais didáticos que permitem aos alunos exercitarem a capacidade de pensar, refletir e tomar decisões, iniciando assim um processo de amadurecimento. O professor tem um papel de extrema importância, pois ele deve guiar os alunos, fazendo com que os estudantes participem desta construção, aprendendo a argumentar e exercitar a razão e a questionar, portanto deve sugerir ao invés de fornecer respostas definidas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista (Carvalho, 2004). A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional para o Ensino de Ciências deixa claro no Art. 3º, Parágrafo IV, que todas as escolas deverão garantir a igualdade de acesso para os alunos a uma base nacional comum, que vise estabelecer a relação entre a educação fundamental e a vida cidadã por meio de articulações entre vários dos seus aspectos como: saúde, sexualidade, vida familiar e social, meio ambiente, trabalho, ciência e tecnologia, cultura, e as linguagens (Brasil, 1996). Neste contexto, os professores de ciências podem contribuir com suas experiências explicando os possíveis transtornos causados no planeta, como por exemplo, o aquecimento global, o problema do lixo, o tratamento do esgoto e tentar conscientizar os alunos com uma forma dinâmica e participativa. Logo, a EA não deve ser vista, nem estudada, como um assunto separado nas ciências, mas incorporada aos currículos com caráter obrigatório e interdisciplinar, sendo criadas oportunidades nas aulas de ciências. Assim, os professores poderão abordar a interface entre conhecimento científico, a sociedade e a tecnologia através da EA.

2.6. AS ABORDAGENS CTS E CTSA

O ambiente em que vivemos, seja ele natural ou construído, oferece uma riqueza de tópicos que podem ser explorados no conteúdo programático dos ensinos fundamental e médio, abordando-se temas ligados às questões científica, tecnológica, social e ambiental, que muito podem contribuir para o desenvolvimento de conceitos químicos e para a construção da cidadania (Zuin et al., 2009). Entretanto, indicadores mundiais como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2010) apontam para um fraco desempenho dos alunos brasileiros em relação ao conhecimento em ciências. Portanto, faz-se necessária e primordial

a valorização de um ensino integrado de ciências, no qual os conteúdos da química sejam inter-relacionados aos temas da atualidade e aos processos naturais (Pereira et al., 2010). A perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) é uma proposta didática que se iniciou na década de 1960 como uma forma de se compreender as inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e que depois originou uma vertente na qual se inclui as consequências dessas interações com o Meio Ambiente, sendo, nesse caso, usualmente denominada de abordagem Ciência-Tecnologia- Sociedade-Ambiente (CTSA) (Santos, 2007). Partindo-se do princípio que a ciência é fruto da produção cultural humana pautada sob as influências do ambiente social, político e econômico do momento, o mito de que esta é a salvadora da humanidade é questionável. Entretanto, uma visão positivista de ciência, pura, neutra, sem aspirações políticas e sociais, ainda se faz presente em nossa sociedade. Na abordagem CTSA, a sociedade é o ponto central do processo educativo, e o aluno é, antes de tudo, um cidadão que precisa desenvolver habilidades, competências e criticismo. Nesse aspecto, a experimentação investigativa é fundamental para se discutir como a ciência é construída e perceber as suas limitações (Ferreira et al., 2010). A partir daí, o aluno poderá compreender que o conhecimento científico não é uma verdade absoluta e sim uma permanente construção que, muitas vezes, necessita de rupturas conceituais e históricas para evoluir (Kuhn, 2007). Na abordagem CTSA, o professor pode atuar de forma alternativa a um modelo tradicional de ensino, estruturando os conteúdos de química em temas sociais, nos quais o conteúdo disciplinar é inserido na medida em que ele se torna necessário para a análise crítica e para a elaboração de propostas para a resolução dos problemas apresentados.

A abordagem CTSA tem sido motor de diversos estudos voltados para a formação do professor (Rebelo et al., 2008 e Marques et al., 2007) ou para problemas experimentais como qualidade da água (Zuin et al., 2009), corantes (Pereira et al., 2006), etanol (Feierabend e Eilks, 2011), descarte de pilhas e baterias (Firme e Amaral, 2011), tecidos (Margel et al., 2006), nanotecnologia (Pereira et al., 2010), entre outros. Alguns autores acrescentam o tema Ambiente ao ensino de CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), o qual passa a ser designado por CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Esta perspectiva do movimento CTS aliada a uma proposta educacional dialógico-problematizadora permite que o conhecimento químico seja trabalhado juntamente com uma formação crítica, conduzindo à reflexão sobre suas implicações sociais e ambientais. Desta forma, no decorrer do processo ensino e aprendizagem, possibilita-se o desenvolvimento da capacidade de se posicionarem

criticamente frente aos problemas atuais, tanto em nível global quanto aos relacionados à sua realidade cotidiana, articulando o conhecimento químico às questões sociais e ambientais. Logo a carência de referenciais pedagógicos e teórico-conceituais para subsidiar as práticas em EA é, ainda hoje, uma importante questão. Um marco muito importante foi a inclusão da questão ambiental na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB n. 9394/96) (Brasil, 1996), que passou a considerar a compreensão do ambiente natural como fundamental para a educação básica. Também a inclusão da área de Meio Ambiente como um dos temas transversais nos PCN's que traz orientações para o trabalho do professor que indica que o trabalho pedagógico com a questão ambiental centra-se no desenvolvimento de atitudes e posturas éticas e, no domínio de procedimentos, mais do que na aprendizagem de conceitos. Nesse contexto a EA segundo a abordagem ciência-tecnologia-sociedade e ambiente (CTSA) utilizando-se de problemáticas ambientais como suporte metodológico para construção de cenários educacionais em química embasa-se segundo (Pedrini, 2000) no princípio de que não há ciência sem o homem, seu trabalho e a natureza, e que os conteúdos e conceitos devem ser considerados instrumentais básicos para a compreensão da relação Natureza, Conhecimento e Sociedade.

2.7. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

O pesquisador norte-americano David Paul Ausubel² (1918-2008) dizia que, quanto mais sabemos, mais aprendemos. Famoso por ter proposto o conceito de aprendizagem significativa foi contundente ao afirmar que o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece. Quando sua teoria foi apresentada, em 1963, as ideias behavioristas predominavam. O que os estudantes sabiam não era considerado e entendia-se que só aprenderiam se fossem ensinados por alguém. A concepção de ensino e aprendizagem de Ausubel segue na linha oposta a dos behavioristas. Para ele, aprender significativamente, é ampliar e reconfigurar as ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos. Quanto maior o número de ligações feitas, mais consolidado estará o conhecimento.

²David Ausubel (1918-2008), graduou-se em Psicologia e Medicina, doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde foi professor no Teacher's College por muitos anos; dedicou sua vida acadêmica ao desenvolvimento de uma visão cognitiva à Psicologia Educacional.

Os conceitos do norte-americano são compatíveis com outras teorias do século 20, como as de dois grandes precursores do construtivismo contemporâneo, o suíço Jean Piaget (desenvolvimento cognitivo) e o russo Lev Vigotski (sociointeracionismo). Mas, apenas na década de sessenta, com as dificuldades da teoria comportamentalista de Burrhus Skinner em dar conta das especificidades à aprendizagem humana, as ideias construtivistas passaram a ser utilizadas com maior ênfase (Pozo, 2002). Pensada para o contexto escolar, a teoria de Ausubel leva em conta a história do sujeito (aprendiz) e ressalta o papel dos docentes na proposição de situações que favoreçam a aprendizagem.

De acordo com Ausubel, há duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra: o conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador e o estudante precisa estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não arbitrária. Ensinar sem levar em conta o que o aprendiz já sabe, segundo Ausubel, é um esforço vão, pois o novo conhecimento não tem onde se ancorar. Mas há outro requisito, ou seja, no que se refere ao desafio diário de tornar a escola um ambiente motivador. Pode-se preparar a melhor atividade, mas é o aluno que determina se houve ou não a compreensão do tema. De nada adianta desenvolver uma aula divertida se ela for encaminhada de forma automática, sem possibilitar a reflexão e a negociação de significados. Muitos creditam o fracasso escolar apenas à falta de disposição do aluno em aprender, esquecendo que o professor é o profissional qualificado para criar os momentos com potencial de possibilitar a construção do conhecimento. O fracasso escolar tem causas variadas, por essa razão o contexto deve também ser considerado. No livro “O Diálogo Entre o Ensino e a Aprendizagem”, Weisz (1999) explica que uma boa situação de aprendizagem é aquela em que os aprendizes pensam sobre o conteúdo estudado. Eles têm problemas a resolver e decisões a tomar em função do que se propõe. Segundo Telma, o docente precisa garantir a máxima circulação de informação possível. Além disso, o assunto trabalhado deve manter suas características socioculturais reais, sem se transformar em um objeto escolar vazio de significado social. O que o aluno já sabe, ou seja, o conhecimento prévio (conceitos, proposições, princípios, fatos, ideias, imagens, símbolos), é fundamental para a teoria da aprendizagem significativa, uma vez que constitui-se como determinante do processo de aprendizagem, pois é significativo por definição, base para a transformação dos significados lógicos dos materiais de aprendizagem, potencialmente significativos, em significados psicológicos (Ausubel, Novak, Hanesian, 1980; Ausubel, 2003). Segundo Ausubel, a estrutura cognitiva é constituída pelos conteúdos das ideias e sua

organização (Ausubel, Novak, Hanesian, 1980). A aprendizagem significativa é o processo pelo qual uma nova informação recebida pelo sujeito interage com uma estrutura de conhecimento específica orientada por conceitos relevantes, os conceitos subsunçores³ ou conceitos incorporadores, integradores, inseridores, âncoras determinantes do conhecimento prévio que ancora novas aprendizagens. Para Ausubel et al. a interação entre novas informações e conhecimentos prévios pressupõe que os conceitos subsunçores constituam-se enquanto tais e potencializem a aprendizagem.

Estes potencializam a aprendizagem, apresentando como características a capacidade de discriminabilidade, abrangência, disponibilidade, estabilidade e clareza, e efetiva-se no ambiente escolar, sobretudo, por meio da aprendizagem de conceitos e de proposições (Novak, 1981). Moreira (1999: 13) enfatiza que não se trata de simples associação, mas “(...) de interação entre os aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, por meio das quais essas adquirem significados e são integradas à estrutura cognitiva”. Nesse processo, os conceitos subsunçores são reelaborados, tornando-se mais abrangentes e refinados. Conseqüentemente, são aperfeiçoados os significados e melhorada a sua potencialidade para aprendizagens significativas posteriores. Nesse sentido, aqui se delinea a aprendizagem significativa nos termos destacados por Moreira (1999: 185):

a) processo através do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo (conceitos e proposições) permitindo um avanço contínuo, idiossincrático, intencional, interativo;

b) organização e integração de novo material na estrutura cognitiva. Lemos (2006: 57) refere-se à aprendizagem significativa como produto porque caracteriza “(...) um significado identificado em um momento específico, entretanto, é sempre um produto provisório porque no instante seguinte, dependendo dos fatores contextuais e da intencionalidade do sujeito, esse conhecimento poderá modificar-se”;

c) relativamente à aprendizagem mecânica, também chamada aprendizagem automática ou de simples memorização, é um continuum e não uma oposição dicotômica.

³Subsunçor surge como um “aportuguesamento” do inglês “subsumer” (Neto: 1988, p. 59).

Novak apoia-se em Nonaka e Takeuchi (1997: 65-66), ou melhor, na teoria do conhecimento tácito de Polanyi (1967), para estabelecer uma distinção entre conhecimento – produto da aprendizagem significativa – e informações mecanicamente aprendidas. Afirma que esse conhecimento, ao contrário de informações, “(...) é sobre convicções e compromissos, é sobre ação. É sempre conhecimento “até certo ponto”. É sobre significado. É contextual e relacional” (Nonaka; Takeuchi in Novak, 2000: 98). Como destacou Moreira, significado, interação, conhecimento e a linguagem que os expressa são conceitos fundamentais para a caracterização da aprendizagem significativa. A linguagem permite o desenvolvimento e transmissão de significados compartilhados. O conhecimento é linguagem: “a chave da compreensão de um conhecimento, de um conteúdo ou mesmo de uma disciplina, é conhecer sua linguagem”. A interação refere-se tanto à incorporação de novos conhecimentos aos conceitos já estáveis na estrutura cognitiva, como a interação pessoal, mediada pela linguagem, entre aquele que aprende e o sujeito que ensina. O significado está na pessoa que aprende, não nas coisas ou nos acontecimentos (Moreira, 2003: 2).

A aprendizagem significativa provoca modificação na estrutura de conhecimento do sujeito. Conforme já demonstrado por Moreira e Greca (2003), essa transformação apresenta-se menos como “mudança conceitual”, e mais como desenvolvimento, enriquecimento conceitual por meio da construção e discriminação de significados, o que pressupõe a aprendizagem significativa como geradora de modificação da estrutura cognitiva, sem eliminação, apagamento dos conceitos anteriores a tal experiência – ou simples adição (Moreira, 2005: 33).

Saber o nome (rótulo) da coisa não significa conhecê-la. Além disso, aprender conceitos equivocados ou desnecessariamente genéricos pode equivaler a não-aprendizagem ou produzir resultados tão graves quanto não aprender, não somente do ponto de vista cognitivo, mas também da prática social. A teoria da aprendizagem significativa, ao estabelecer o conhecimento prévio do sujeito como referência, explicita claramente que este é elemento básico e determinante na organização do ensino. Segundo Ausubel, “Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo” (Ausubel, Novak, Hanesian, 1980: 137). Aprendizagem mecânica é concebida como aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Como enfatiza Neto (1999: 65), a aprendizagem mecânica ou “(...) um certo grau de mecanicidade, não deve ser

desprezada porque também conteúdos que não podem ser substantivamente modificados são necessários no dia a dia”. Para o mesmo autor (p. 78), “(...) nem sempre o que se aprende significativamente é compatível com o conhecimento especializado de uma determinada área”, ou o “desejável”. Os graus de significação ou mecanicidade numa aprendizagem definem-se quando o novo conteúdo relaciona-se com os conhecimentos prévios do estudante. Para Coll (1995: 149),

“(...) a significância da aprendizagem não é uma questão de tudo ou nada e sim de grau; em consequência, em vez de propormo-nos que os alunos realizem aprendizagens significativas, talvez fosse mais adequado tentar que as aprendizagens que executam sejam, a cada momento da escolaridade, o mais significativa possível”.

A aprendizagem significativa é duradoura, enquanto a mecânica é efêmera, com o passar do tempo há uma maior probabilidade de esquecer o que foi memorizado porque as informações ficam soltas, servindo apenas para situações já conhecidas. Na primeira, também pode ocorrer o esquecimento, mas de uma forma distinta, pois permanece um conhecimento residual cujo resgate é possível e relativamente rápido. A aprendizagem significativa somente é possível quando um novo conhecimento se relaciona de forma substantiva e não arbitrária a outro já existente. Para que essa relação ocorra, é preciso que exista uma predisposição para aprender. Ao mesmo tempo, é necessária uma situação de ensino potencialmente significativa, planejada pelo professor, que leve em conta o contexto no qual o estudante está inserido e o uso social do objeto a ser estudado. Entre as vantagens da aprendizagem significativa sobre a aprendizagem mecânica estão: permitir maior diferenciação e enriquecimento dos conceitos integradores favorecendo assimilações subsequentes; retenção por mais tempo, redução do risco de impedimento de novas aprendizagens afins; facilitação de novas aprendizagens; favorecimento do pensamento criativo pelo maior nível de transferibilidade do conteúdo aprendido; favorecimento do pensamento crítico e da aprendizagem como construção do conhecimento (Neto, 2001). Como afirma Moreira (2002: 2), não há proposições sem conceitos que lhes deem suporte e estes são “ingredientes necessários das proposições”. Por outro lado, não existem conceitos sem proposições. São estas que permitem derivações enquanto os conceitos podem oferecer condições para representações adequadas. “Proposições podem ser verdadeiras ou falsas; conceitos podem ser apenas relevantes ou irrelevantes”. Ainda, com base em Moreira (2002: 2), é possível afirmar que os conceitos e proposições que os indivíduos carregam consigo no

processo de aprendizagem, caracterizados como conhecimento prévio – inicialmente são construídos por meio da aprendizagem por representação (Ausubel, 2003: 88), em grande parte permanecem como pessoais e implícitos, ou seja, apresentam coerência do ponto de vista do indivíduo, mas não necessariamente do ponto de vista científico. “Uma proposição explícita pode ser debatida, uma proposição tida como verdadeira de maneira totalmente implícita, não. Assim, o caráter do conhecimento muda se for comunicável, debatido e compartilhado” (Moreira, 2002: 4). É tarefa do ensino, orientar o estudante para que possa superar sua condição inicial no processo de aprendizagem e “aprender a aprender”, expressão explorada por Novak (2000). Nessa perspectiva, se compreendem como fundamentais para aprendizagem significativa as características dos conceitos subsunçores descritas por Ausubel (2003) e acima elencadas.

Ausubel define conceito como:

“(…) objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos criteriosais comuns, e que são designados por algum signo ou símbolo, tipicamente uma palavra com significado genérico” (Ausubel, Novak, Hanesian, 1980, p. 39; 47; Ausubel, 1978: 61).

“(…) consistem nos atributos específicos abstratos comuns a uma determinada categoria de objetos, acontecimentos ou fenômenos, apesar da diversidade das dimensões que não as que caracterizam os atributos específicos partilhados por todos os membros da categoria” (Ausubel, 2003: p. 2 e 92).

Conceitos são compreendidos como unidades de conhecimento que implicam princípios, teorias e procedimentos. Para Novak (2000: 36) conceitos são “regularidades percebidas em fatos ou objetos, designados por um rótulo”. Ainda, conforme afirma Ausubel (2003, p. 155):

“Adquirem-se mais facilmente os conceitos e as regras, se as circunstâncias específicas de onde são abstraídos estiverem frequente, e não raramente, associadas aos atributos (critérios) de definição ou exemplares dos mesmos, e se os sujeitos possuírem mais, e não menos, informações relevantes sobre a natureza destes atributos”.

A aprendizagem conceitual é caracterizada pela identificação de atributos criteriosais que determinam os conceitos. Ausubel afirma que apreender o significado do conceito consiste em compreender quais são os atributos criteriosais que o distinguem ou identificam, e não

apenas nomeá-lo por meio de um rótulo diretamente vinculado ao referente. Na aprendizagem conceitual os atributos de critérios de um novo conceito relacionam-se com as ideias relevantes na estrutura cognitiva, para darem origem a um novo significado genérico, mas unitário (Ausubel, 2003, p. 85). Esse tipo de aprendizagem pode ocorrer por formação de conceitos – aquisição espontânea e indutiva de ideias genéricas, baseadas em experiências concretas – e por assimilação de conceitos – aos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva são relacionados novos significados apresentados ao indivíduo (Ausubel, 2003: 92). No caso da aprendizagem proposicional, “(...) uma nova proposição (ou ideia compósita) se relaciona com a estrutura cognitiva para dar origem a um novo significado compósito” (Ausubel, 2003, p. 85). Ou seja, o significado da proposição é mais que – e diferente – a soma dos significados isolados das palavras que a compõem:

“(...) na medida em que a própria proposição se cria a partir da combinação ou relação de múltiplas palavras individuais (conceitos), representando cada uma delas um referente unitário; e, as palavras individuais se combinam de tal forma (geralmente na forma de frase) que a nova ideia resultante é mais do que a soma dos significados das palavras individuais componentes” (Ausubel, 2003: 85).

Os processos cognitivos relativos à aprendizagem proposicional dependem da inclusividade das novas informações em relação às ideias já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Essa interação efetiva-se como aprendizagem subordinada, superordenada ou combinatória. A primeira consiste na incorporação do novo conceito à ideia mais ampla que o estudante já possui e na modificação do conceito incorporador que adquire novo significado (diferenciação progressiva). É o “(...) processo de vincular informações a segmentos preexistentes da estrutura cognitiva” (Ausubel, Novak, Hanesian, 1980, p. 48; Ausubel, 2003, p. 94). Na aprendizagem superordenada, o que se aprende é a ideia mais inclusiva que permite o agrupamento de conceitos já conhecidos pelo aluno e o estabelecimento de novas relações entre eles (reconciliação integradora). Esta ocorre quando se aprende uma nova proposição inclusiva que condicionará o surgimento de várias outras ideias (Ausubel, Novak, Hanesian: 1980; Ausubel: 2003). A aprendizagem combinatória não privilegia relações hierárquicas entre conceitos, mas novas relações entre conceitos já existentes em “(...) combinações sensíveis de ideias previamente aprendidas que podem relacionar-se não arbitrariamente ao amplo armazenamento de conteúdo, geralmente relevante, na estrutura cognitiva, em virtude da sua congruência geral com este conteúdo como um todo” (Ausubel, Novak, Hanesian,

1980, p. 50; Ausubel, 2003, p. 96). Ausubel, ao tratar dos “efeitos das variáveis da estrutura cognitiva na aquisição, retenção e transferência de conhecimentos”, refere-se ao princípio da diferenciação progressiva afirmando que “(...) a maioria da aprendizagem e toda a retenção e a organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão”, de “(...) regiões de maior inclusão para as de menor, cada uma delas ligada ao degrau mais acima na hierarquia, através de um processo de subsunção (...) de conceitos e de proposições menos inclusivos, bem como características de dados informativos específicos” (Ausubel, 2003, p. 60; 166). O princípio de reconciliação integradora na aprendizagem pode efetivar-se indicando-se, clara e explicitamente, de que forma as ideias relacionadas e anteriormente apreendidas na estrutura cognitiva são semelhantes ou diferentes das novas ideias e informações incorporadas, num movimento “de baixo para cima”. Pode ser conceituada como a “(...) capacidade de discriminação das diferenças entre os novos materiais de aprendizagem e ideias aparentemente análogas, mas frequentemente conflituosas, na estrutura cognitiva do aprendiz” (Ausubel, 2003: 170). Se esta possibilidade não está colocada para o aprendiz,

“(...) as ideias ancoradas na estrutura cognitiva, não só manifestam, inicialmente, pouca força de dissociabilidade, como também a perdem muito rapidamente, pois estas novas ideias podem representar-se, de forma adequada, pelas que estão mais estabelecidas, para fins de memória. Por outras palavras, pressupõe-se que apenas as variantes categóricas discrimináveis de ideias anteriormente apreendidas possuem potencialidades de retenção a longo prazo” (Ausubel, 2003: 170).

Gowin (Novak; Gowin, 1996; Moreira, 2006) propõe uma relação – como uma negociação – entre professor e aluno envolvendo os materiais educativos, com o objetivo específico de compartilhamento de significados. “Quando este objetivo é alcançado o aluno está pronto para decidir se quer ou não aprender significativamente” (Moreira, 1999: 37). O processo exige uma mediação humana – do professor conhecedor dos significados aceitos e propostos para o ensino, e pressupõe que o aprendiz, ao captar os significados propostos pelo professor, está optando por uma aprendizagem significativa. Coll (1996), ao tratar das recentes teorias acerca da aprendizagem como processo de construção de significados, refere-se à ideia de gestão conjunta por professores e alunos do processo de ensino e aprendizagem, embora isso não implique simetria nas contribuições de cada um. Coll (1996) refere-se também a desenvolverem o conceito de ensino recíproco. Com a sua atuação, o professor

oferece ao aluno um modelo de comportamento especializado, pois o seu fazer cotidiano demonstra concretamente o conhecimento que é implícito, tácito, na prática do especialista – fundamentos, metodologia, estratégias, etc. Nessa dinâmica a tarefa do professor não limita-se à transmissão de conteúdos e aparenta mais aquela do coach, como o concebido por Schön (2000). Da mesma forma, o aluno oferece ao professor e aos colegas, por exemplo, o seu conhecimento prévio, em geral baseado na tradição e vivências pessoais que determinam, entre outros, interesses, sensibilidade, habilidades e a sua aprendizagem escolar. Para Lemos (2006: 60), “(...) o processo de ensino e de aprendizagem implica em corresponsabilidade do professor e do aluno”. Baldissera (1996), amparado em Ausubel et al. (1980) e em Novak (2000), enfatiza que para maior eficácia no ensino, não apenas o professor, mas também o aluno deve estar ciente sobre quais conceitos domina. Para o autor, o mapa conceitual favorece essa prática, pois permite ao estudante estabelecer – e perceber – relações significativas entre conceitos, em forma de proposições. Nesse sentido, a modificação da estrutura cognitiva não é apenas uma atividade interna do sujeito, mas resulta também da sua interação com o outro, o coletivo, o social (Gowin; Novak, 1981). Então, é determinante a mediação do professor e da instrução no processo de aprendizagem (Ausubel, 2003: 36). Logo, o professor pode estimular a reativação dos conhecimentos prévios dos alunos, assim como orientar os estudantes à reflexão sobre eles, de forma a contribuir para que desenvolvam conceitos mais bem elaborados.

Para Ausubel et al. (1980, 2003) e colaboradores, a aprendizagem significativa não está condicionada à idade – excetuando-se as crianças recém-nascidas – nem à prontidão, mas ao conhecimento prévio de que o aluno dispõe, à predisposição para aprender significativamente, à potencialidade do material de aprendizagem e às estratégias instrucionais empregadas pelo docente.

A aprendizagem significativa trata de ideias expressas simbolicamente e que interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já domina no seu bojo intelectual. Ancoragem é uma metáfora. Diz-se que certos conhecimentos prévios funcionam como ideias-âncora e se lhes dá o nome de subsunçores. Quer dizer, os novos conhecimentos se ancoram em conhecimentos preexistentes e assim adquirem significados. É importante, no entanto, não atribuir um caráter estático, de mero ancoradouro, aos subsunçores, pois o processo é interativo, dinâmico, e nele o subsunçor se modifica. Como foi dito, ancoragem é uma metáfora; portanto a subsunção não é uma ancoragem propriamente dita. Esses

conhecimentos prévios, que anteriormente foram associados com o termo subsunçor ou conceitos âncora são fundamentais para aprendizagem significativa e o aprendiz transforma o significado lógico do material pedagógico em significado psicológico, à medida que esse conteúdo se insere de modo peculiar na sua estrutura cognitiva, e, portanto, cada pessoa tem um modo específico de fazer essa inserção, o que torna essa atitude um processo idiossincrático. Quando duas pessoas aprendem significativamente o mesmo conteúdo, elas partilham significados comuns sobre a essência deste conteúdo. No entanto, têm opiniões pessoais sobre outros aspectos deste material, tendo em vista a construção peculiar deste conhecimento. No que tange ao termo substantiva, este significa não-literal, ou seja, não ao pé-da-letra, e o termo não-arbitrária significa que a interação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante e que já existe na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

É importante novamente reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. Por exemplo, para um aluno que já conhece técnicas de cálculo estequiométrico ou no mínimo conhecimentos sobre grandezas químicas como mols, molécula-grama, número de Avogadro, quando iniciar estudos sobre as unidades de concentração (assunto conhecido como Soluções) apresentará mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza no entendimento deste. Logo, ele dará mais significado a esse conteúdo na medida em que “acionar” o subsunçor cálculo estequiométrico ou grandezas químicas, sendo que estes últimos ficarão mais ricos no que se refere ao entendimento e esclarecimento de suas utilidades no cotidiano, ficarão mais elaborados, terão novos significados pois aplicar-se-ão não só ao campo conceitual química, mas também, ao campo prático do conteúdo soluções principalmente quando suas grandezas forem associadas a fatos do dia-a-dia como concentração de metais pesados em rios poluídos, concentração de gases do efeito estufa, concentração de gases destruidores da camada de ozônio, poluição das águas, concentração de substâncias em remédios e etc.

Através de novas aprendizagens significativas, resultantes de novas interações entre novos conhecimentos e o subsunçor cálculo estequiométrico, este ficará cada vez mais estável, mais claro, mais diferenciado e o aprendiz dará a ele significados como conservação

da matéria, proporções constantes, proporções definidas, etc. de forma que o encare como um conjunto de leis quantitativas da química.

Nesse caso, o subsunçor cálculo estequiométrico ou grandezas químicas poderá servir de ideia-âncora para um outro novo conhecimento: O assunto estudo das soluções. Analogamente, o estudo de outros assuntos da química como termoquímica e cinética química adquirirão significados por interação com o subsunçor constituído pelas leis de conservação da matéria e o cálculo estequiométrico. Quer dizer, o subsunçor que inicialmente era apenas cálculo estequiométrico ou grandezas químicas, agora é também soluções, termoquímica, cinética química, equilíbrios químicos e eletroquímica. Logo, progressivamente o subsunçor vai ficando mais estável, mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens.

Esta forma de aprendizagem significativa, na qual uma nova ideia, um novo conceito, uma nova proposição, mais abrangente, passa a subordinar conhecimentos prévios é chamada de aprendizagem significativa superordenada. Não é muito comum; a maneira mais típica de aprender significativamente é a aprendizagem significativa subordinada, na qual um novo conhecimento adquire significado na ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante.

Poderíamos também tomar como exemplo a construção do subsunçor mapa. As crianças na escola formam o conceito de mapa geográfico através de sucessivos encontros com instâncias desse conceito. Aprendem que o mapa pode ser da cidade, do país, do mundo. Progressivamente, vão aprendendo que um mapa pode ser político, rodoviário, físico, etc. O subsunçor mapa vai ficando cada vez mais rico, com mais significados, mais estável e mais capaz de interagir com novos conhecimentos. Dependendo dos campos de conhecimentos que o sujeito busque dominar em suas aprendizagens futuras, terá que dar significado a conceitos tais como mapas cognitivos, mapas mentais, mapas conceituais, mapas de eventos e muitos outros. Então, ao longo de sucessivas aprendizagens significativas o subsunçor vai adquirindo muitos significados, tornando-se cada vez mais capaz de servir de ideia-âncora para novos conhecimentos.

No entanto, se um dado conhecimento prévio não servir usualmente de apoio para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos ele não passará espontaneamente por esse processo de elaboração e diferenciação cognitiva. Nos exemplos dados, cálculo

estequiométrico ou grandezas químicas se aplicarão apenas à soluções e mapa será sempre o mapa da escola primária.

Pode ocorrer também que um subsunçor muito rico, muito elaborado, isto é, com muitos significados claros e estáveis, se oblitere ao longo do tempo, “encolha” de certa forma, no sentido de que seus significados não são mais tão claros, discerníveis uns dos outros. Na medida em que um subsunçor não é frequentemente utilizado ocorre essa inevitável obliteração, logo, perda de discriminação entre significados. Esse processo de perda é normal no funcionamento cognitivo, e torna-se um esquecimento, mas em se tratando de aprendizagem significativa a reaprendizagem é possível e relativamente rápida.

Portanto, aprendizagem significativa não é, como se possa pensar, aquela que o indivíduo nunca esquece. A assimilação obliteradora é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. Se o esquecimento for total, como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um certo conteúdo é provável que a aprendizagem tenha sido mecânica e não significativa. Logo o subsunçor é um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos. Não é conveniente “coisificá-lo”, “materializá-lo” como um conceito, por exemplo. Reiterando, o subsunçor pode ser também uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo, enfim um conhecimento prévio especificamente relevante para a aprendizagem significativa de determinados novos conhecimentos. Em um dos estudos desta pesquisa, utilizou-se do subsunçor Toxicidade de Metais Pesados em Solução Aquosa: Uma Análise por Bioensaio, pois através deste corroborou-se relações matemáticas envolvendo quantidades químicas do assunto grandezas químicas.

A clareza, a estabilidade cognitiva, a abrangência, a diferenciação de um subsunçor variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito. Trata-se de um conhecimento dinâmico, não estático, que pode evoluir e, inclusive, involuir.

Em linguagem coloquial poderíamos dizer que “nossa cabeça” está “cheia” de subsunçores, uns já bem firmes outros ainda frágeis, mas em fase de crescimento, uns muito usados outros raramente, uns com muitas “ramificações”, outros “encolhendo”. Naturalmente,

esses conhecimentos interagem entre si e podem organizar-se e reorganizar-se. Ou seja, “nossa cabeça” contém um conjunto dinâmico de subsunçores.

Em termos mais técnicos, ao invés de “cabeça” poderíamos falar em estrutura cognitiva e dizer que o complexo organizado de subsunçores e suas inter-relações, em um certo campo de conhecimentos, poderia ser pensado como constituindo a estrutura cognitiva de um indivíduo nesse campo. Poder-se-ia, também falar, em estrutura cognitiva em termos de subsunçores mais abrangentes, mais gerais, aplicáveis a distintos campos de conhecimento. Estrutura cognitiva é um construto (um conceito para o qual não há um referente concreto) usado por diferentes autores, com diferentes significados, com o qual se pode trabalhar em níveis distintos, ou seja, referido a uma área específica de conhecimentos ou a um campo conceitual, um complexo mais amplo de conhecimentos.

Tais conhecimentos podem ser de natureza conceitual, procedimental ou atitudinal. No entanto, os subsunçores de Ausubel se referem muito mais ao conhecimento declarativo (conceitual), tanto é que muitas vezes ele falava em conceito subsunçor, nomenclatura que hoje não nos parece adequada porque restringe muito o significado de subsunçor, induzindo a que seja pensado como um conceito determinado. Como já foi dito, é melhor considerar o subsunçor como um conhecimento prévio especificamente relevante para uma nova aprendizagem, não necessariamente um conceito.

Destaque-se ainda que, no âmbito da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados. Há subsunçores que são hierarquicamente subordinados a outros, mas essa hierarquia pode mudar se, por exemplo, houver uma aprendizagem superordenada, na qual um novo subsunçor passa a incorporar outros. Voltando ao exemplo das grandezas químicas, pode-se pensar, que para um certo estudante, esse seja em uma dada época, um subsunçor hierarquicamente superior a outros conhecimentos de Química que ele adquiriu. Mas ao longo de suas aprendizagens ele poderá construir o subsunçor Soluções que abrangerá as grandezas químicas, ou seja, será hierarquicamente superior.

Por outro lado, um conhecimento que ocupa uma dada posição em uma certa hierarquia de subsunçores poderá ocupar outra posição, inclusive pouco importante em outra hierarquia, ou outro campo de conhecimentos. Isso significa que as hierarquias de subsunçores não são fixas dentro de um mesmo campo de conhecimentos e variam de um campo para outro. Por

exemplo, dentro de um enfoque piagetiano ao desenvolvimento cognitivo a ideia de estruturas gerais de pensamento é muito importante, porém em uma óptica neopiagetiana esse subsunçor pode estar subordinado a outro. Para Vergnaud (1990), por exemplo, a conceitualização constitui o núcleo do desenvolvimento cognitivo. Portanto, no âmbito de sua teoria dos campos conceituais, conceitualização é um subsunçor hierarquicamente superior ao de estruturas gerais de pensamento. A estrutura cognitiva, considerada como uma estrutura de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos.

Lembremos que a aprendizagem significativa decorre da interação não-arbitrária e não-literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios (subsunçores) especificamente relevantes. Através de sucessivas interações um dado subsunçor vai, progressivamente, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

É isso que se entende por diferenciação progressiva de um conceito, de uma proposição, de uma ideia, ou seja, de um subsunçor. Por exemplo, consideremos o conceito de força. Qualquer criança já formou esse conceito antes de chegar à escola, mas com significados do tipo puxão, empurrão, esforço físico, “fazer força”, “não ter força”, etc.. Na escola, em ciências, aprenderá que existe na natureza uma força que é devida à massa dos corpos – a força gravitacional – e que essa força é muito importante para o sistema planetário, que é atrativa, que é regida por uma determinada lei, etc.. Para dar significado a essa força, para entender que os corpos materiais se atraem, o aluno muito provavelmente usará o subsunçor força que já tem em sua estrutura cognitiva com significados de seu cotidiano, mas nessa interação ao mesmo tempo que a força gravitacional adquirirá significados o subsunçor força ficará mais rico em significados, pois agora, além de puxão, empurrão, esforço físico, significará também atração entre corpos que têm massa. Mais adiante esse mesmo aluno poderá receber ensinamentos sobre uma outra força fundamental da natureza – a força eletromagnética – que é devida a uma outra propriedade de matéria, a carga elétrica. Novamente, se a aprendizagem for significativa haverá uma interação entre o subsunçor força

e o novo conhecimento força eletromagnética. Nessa interação, força eletromagnética adquirirá significados para o aluno e o subunçor força ficará mais diferenciado porque significará também uma força que pode ser atrativa ou repulsiva e que pode manifestar-se somente como força elétrica ou apenas como força magnética.

A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações.

Quando aprendemos de maneira significativa temos que progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder à reconciliação integradora. Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente, terminaremos percebendo tudo igual. Os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidades distintas. A diferenciação progressiva está mais relacionada à aprendizagem significativa subordinada, que é mais comum, e a reconciliação integradora tem mais a ver com a aprendizagem significativa superordenada que ocorre com menos frequência.

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Em todos os exemplos dados até aqui o conhecimento prévio “ajudou” na aprendizagem de novos conhecimentos, permitiu dar significados a estes conhecimentos, ao mesmo tempo que foi ficando mais estável, mais rico, mais elaborado.

Mas nem sempre é assim: há casos em que o conhecimento prévio pode ser bloqueador, funcionar como o que Gaston Bachelard chamou de obstáculo epistemológico. Por exemplo, a ideia de corpúsculo como uma “bolinha” invisível, com uma massa muito pequena, ocupando um espaço muito pequeno, dificulta enormemente a aprendizagem significativa do que seja uma partícula elementar. O átomo como um sistema planetário em miniatura também funciona como obstáculo representacional para a aprendizagem da estrutura do átomo na perspectiva da Mecânica Quântica. Portanto, dizer que o conhecimento prévio é a variável que

mais influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos não significa dizer que é sempre uma variável facilitadora. Normalmente sim, mas pode, em alguns casos, ser bloqueadora.

Para concluir esta visão geral, é importante esclarecer outro aspecto da aprendizagem significativa: não é sinônimo de aprendizagem “correta”. Em exemplos anteriores deve ter ficado claro que aprendizagem significativa não é aquela que nunca esquecemos. Aqui é preciso chamar atenção que aprendizagem significativa não é, necessariamente, aquela que comumente chamamos de “correta”. Quando o sujeito atribui significados a um dado conhecimento, ancorando-o interativamente em conhecimentos prévios, a aprendizagem é significativa, independente de se estes são os aceitos no contexto de alguma matéria de ensino, i.e., de se os significados atribuídos são também contextualmente aceitos, além de serem pessoalmente aceitos. As conhecidas concepções alternativas, tão pesquisadas na área de ensino de ciências, geralmente são aprendizagens significativas (e, por isso, tão resistentes à mudança conceitual). Por exemplo, se uma pessoa acredita que no verão estamos mais próximos do sol e no inverno mais distante, explicando assim as estações do ano, isso pode ser significativo para ela embora não seja a explicação cientificamente aceita.

Duas condições para a aprendizagem significativa são essenciais:

- 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e
- 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

A primeira condição implica que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos,...) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) e a segunda que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Quer dizer, o material deve ser relacionável à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter o conhecimento prévio necessário para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não- literal.

É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e os significados atribuídos podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. Naturalmente, no ensino o que se pretende é que o aluno atribua aos novos conhecimentos, veiculados pelos materiais de aprendizagem, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino, mas isso

normalmente depende de um intercâmbio, de uma “negociação”, de significados, que pode ser bastante demorada. A segunda condição é talvez mais difícil de ser satisfeita do que a primeira: o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não- literal, a seus conhecimentos prévios. É isso que significa predisposição para aprender.

Não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos. Pode ser simplesmente porque ela ou ele sabe que sem compreensão não terá bons resultados nas avaliações. Aliás, muito da aprendizagem memorística sem significado (a chamada aprendizagem mecânica) que usualmente ocorre na escola resulta das avaliações e procedimentos de ensino que estimulam esse tipo de aprendizagem.

Por outro lado, o aluno pode querer dar significados aos novos conhecimentos e não ter conhecimentos prévios adequados, ou o material didático não ter significado lógico, e aí voltamos à primeira condição: o material deve ser potencialmente significativo.

Resumindo, são duas as condições para aprendizagem significativa: material potencialmente significativo (que implica logicidade intrínseca ao material e disponibilidade de conhecimentos especificamente relevantes) e predisposição para aprender.

Quanto ao papel da estrutura cognitiva, na perspectiva da aprendizagem significativa ausubeliana, a estrutura cognitiva prévia (i.e., os conhecimentos prévios e sua organização hierárquica) é o principal fator, a variável isolada mais importante, afetando a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos.

A clareza, a estabilidade e a organização do conhecimento prévio em um dado corpo de conhecimentos, em um certo momento, é o que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos nessa área, em um processo interativo no qual o novo ganha significados, se integra e se diferencia em relação ao já existente que, por sua vez, adquire novos significados fica mais estável, mais diferenciado, mais rico, mais capaz de ancorar novos conhecimentos. Quando a modificação do subsunçor é bastante acentuada fala-se em subsunção derivativa e quando apenas corrobora, reforça o subsunçor, usa-se o termo subsunção correlativa.

Um exemplo a citar é o caso dos mamíferos: aprender que mais um determinado animal, relativamente conhecido, é mamífero é uma subsunção derivativa, porém aprender que o morcego e a baleia também são mamíferos certamente será uma subsunção correlativa. A ideia é simples: em algumas aprendizagens significativas o(s) subsunçor(es) se modificam bastante em outras não. Muitas vezes pensa-se que os subsunçores são apenas conceitos e até mesmo usa-se o termo conceitos subsunçores. Isso decorre da ênfase que Ausubel dava aos conceitos estruturantes de cada disciplina que deveriam ser identificados e ensinados aos alunos e que, uma vez aprendidos significativamente, serviriam de subsunçores para novas aprendizagens significativas.

Sem rejeitar a ideia de que corpos organizados de conhecimento possuem, de fato, conceitos estruturantes, é mais adequado pensar os subsunçores simplesmente como conhecimentos prévios especificamente relevantes para que os materiais de aprendizagem ou, enfim, os novos conhecimentos sejam potencialmente significativos.

Surgem, então, duas perguntas: Como se formam os primeiros subsunçores? O que fazer quando o aluno não tem subsunçores? A resposta à primeira pergunta tem a ver com processo típicos da aprendizagem nos primeiros anos de vida e a segunda com os organizadores prévios.

A hipótese aqui é que construção dos primeiros subsunçores se dá através de processos de inferência, abstração, discriminação, descobrimento, representação, envolvidos em sucessivos encontros do sujeito com instâncias de objetos, eventos, conceitos. Por exemplo, quando uma criança se encontra pela primeira vez com um gato e alguém lhe diz “olha o gato”, a palavra gato passa a representar aquele animal especificamente.

Mas logo aparecem vários outros animais que também são gatos, embora possam ser diferentes em alguns aspectos, e outros que não são gatos, apesar de que possam ser semelhantes aos gatos em alguns aspectos. Quando a palavra gato representa uma classe de animais com certos atributos, independente de exemplos específicos, diz-se que o conceito de gato foi formado.

Além de conceitos, a criança nos primeiros anos de vida, na fase pré-escolar, vai formando também modelos causais de estados de coisas do mundo e outros construtos mentais.

No início ela depende muito da experiência concreta com exemplos de objetos e eventos, bem como da mediação de adultos. Progressivamente, no entanto, ela passa a aprender cada vez mais em função dos subsunçores já construídos e a mediação pessoal (geralmente da professora ou professor) passa a ser uma negociação de significados, aceitos e não aceitos no contexto de um determinado corpo de conhecimentos. Este último processo que predomina quase que completamente na fase adulta é o que Ausubel chamou de assimilação e que não é a mesma assimilação de Piaget. A assimilação ausubeliana é o processo, no qual um novo conhecimento interage, de forma não-arbitrária e não-literal, com algum conhecimento prévio especificamente relevante. É a “ancoragem”, também já referida, na qual o novo conhecimento adquire significados e o conhecimento prévio adquire novos significados. Nessa interação, os dois se modificam, porém diz-se que houve uma assimilação do novo conhecimento. Diz-se também que a aprendizagem significativa foi subordinada. Trata-se de uma interação cognitiva entre conhecimentos novos e prévios, não uma interação sujeito-objeto, como na assimilação piagetiana.

Quando o aprendiz não dispõe de subsunçores adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos, costuma-se pensar que o problema pode ser resolvido com os chamados organizadores prévios, solução proposta até mesmo por Ausubel, mas que, na prática, muitas vezes não funciona.

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este.

Há dois tipos de organizadores prévios: quando o material de aprendizagem é não-familiar, quando o aprendiz não tem subsunçores recomenda-se o uso de um organizador expositivo que, supostamente, faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso o organizador deve prover uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao aprendiz.

Quando o novo material é relativamente familiar, o recomendado é o uso de um organizador comparativo que ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, adiscriminá-los de outros conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas, que podem ser confundidos. Em outras palavras, organizadores prévios podem ser usados para suprir a deficiência de subsunçores ou para mostrar a relacionalidade e a discriminabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos já existentes, ou seja, subsunçores. Luiten et al. (1978) tem mostrado que o efeito dos organizadores prévios existe, mas é pequeno. Se o aluno não tem subsunçores relevantes à aprendizagem de novos conhecimentos, o melhor é facilitar, promover, a sua construção antes de prosseguir.

Como recurso para mostrar que novos conhecimentos estão relacionados com conhecimentos prévios, organizadores devem ser sempre utilizados no ensino, pois o aluno muitas vezes não percebe essa relacionabilidade e pensa que os novos materiais de aprendizagem não têm muito a ver com seus conhecimentos prévios.

Organizadores prévios devem ajudar o aprendiz a perceber que novos conhecimentos estão relacionados a ideias apresentadas anteriormente, a subsunçores que existem em sua estrutura cognitiva prévia.

Como exemplo, antes de trabalhar o conceito de emulsão, pode-se discutir com os alunos a maneira de preparar maionese; antes de falar em taxonomia, pode-se classificar de várias maneiras um conjunto de botões de diferentes cores, tamanhos, materiais, finalidades.

2.7.1. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA X APRENDIZAGEM MECÂNICA

Até agora se falou muito em aprendizagem significativa, na variável que mais a influencia, nas suas condições de ocorrência e em um recurso instrucional que pode facilitá-la.

No entanto, a aprendizagem que mais ocorre na escola é outra: a aprendizagem mecânica, aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após. Cabe, no entanto, destacar que aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia: estão ao longo de um mesmo contínuo. Tal como sugere Moreira (2012), na Figura 1, há uma “zona cinza” entre elas.

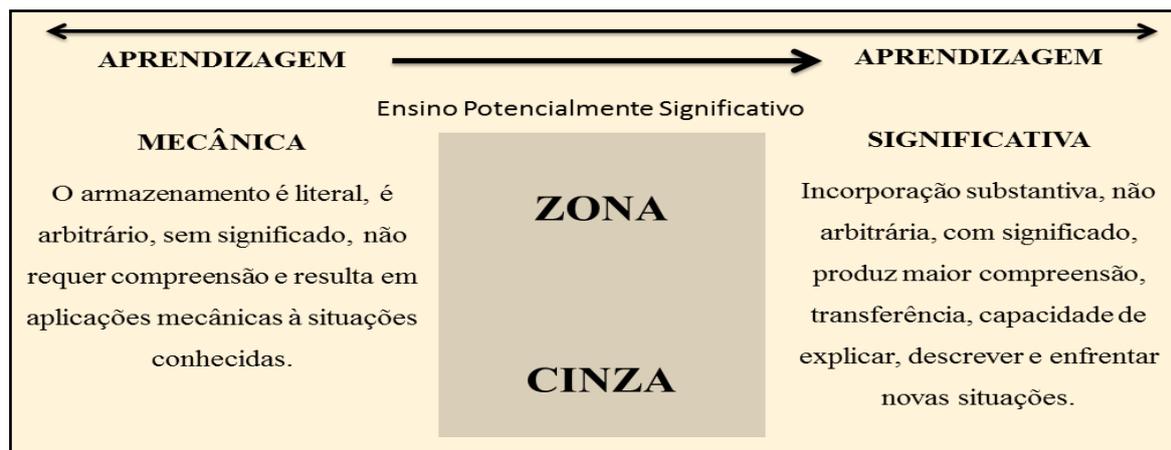


Figura 1 - Uma visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica, sugerindo que na prática grande parte da aprendizagem ocorre na zona intermediária desse contínuo e que um ensino potencialmente significativo pode facilitar “a caminhada do aluno nessa zona cinza”. Adaptado de Moreira (2012).

A existência desse contínuo entre aprendizagem significativa e mecânica implica alguns esclarecimentos como citado por Moreira (2012):

1º) A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica, pois ao final do processo, a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica;

2º) A aprendizagem significativa é progressiva, a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que não é imediato. Ao contrário, é progressivo, com rupturas e continuidades e pode ser bastante longo, analogamente ao que sugere Vergnaud (1990) em relação ao domínio de um campo conceitual;

3º) A aprendizagem significativa depende da captação de significados tal como referido por Gowin, um processo que envolve uma negociação de significados entre discente e docente e que pode ser longo. É também uma ilusão pensar que uma boa explicação, uma aula “bem dada” e um aluno “aplicado” são condições suficientes para uma aprendizagem significativa. O significado é a parte mais estável do sentido e este depende do domínio progressivo de

situações-problema, situações de aprendizagem. No caso da aprendizagem de conceitos, por exemplo, Vergnaud (op.cit.) toma como premissa que são as situações-problema que dão sentido aos conceitos e que a conceitualização vai ocorrendo à medida que o aprendiz vai dominando situações progressivamente mais complexas, dentro de uma dialética entre conceitos e situações.

2.7.2. APRENDIZAGEM RECEPTIVA vs. APRENDIZAGEM POR DESCOBERTA

Aprendizagem receptiva é aquela em que o aprendiz “recebe” a informação, o conhecimento, a ser aprendido em sua forma final. Mas isso não significa que essa aprendizagem seja passiva, nem que esteja associada ao ensino expositivo tradicional. A “recepção” do novo conhecimento pode ser, por exemplo, através de um livro, de uma aula, de uma experiência de laboratório, de um filme, de uma simulação computacional, de uma modelagem computacional, etc.. Aprender receptivamente significa que o aprendiz não precisa descobrir para aprender. Mas isso não implica passividade. Ao contrário, a aprendizagem significativa receptiva requer muita atividade cognitiva para relacionar, interativamente, os novos conhecimentos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva, envolvendo processos de captação de significados, ancoragem, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (Moreira, 2012).

Aprendizagem por descoberta implica que o aprendiz primeiramente descubra o que vai aprender. Mas, uma vez descoberto o novo conhecimento, as condições para a aprendizagem significativa são as mesmas: conhecimento prévio adequado e predisposição para aprender. Exceto em crianças pequenas, a aprendizagem por descobrimento não é condição para aprender de maneira significativa. De um modo geral, não é preciso descobrir para aprender significativamente. É um erro pensar que a aprendizagem por descoberta implica aprendizagem significativa. Adultos, e mesmo crianças já não tão pequenas, aprendem basicamente por recepção e pela interação cognitiva entre os conhecimentos recebidos, ou seja, os novos conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva. Seria inviável para seres humanos aprenderem significativamente a imensa quantidade de informações e conhecimentos disponíveis no mundo atual se tivessem que descobri-los.

Mas dizer que a aprendizagem humana é essencialmente receptiva ou dizer que não é preciso descobrir para aprender não significa ser contra a aprendizagem por descoberta, a qual

do ponto de vista didático pode, por exemplo, ser importante como motivadora ou mais adequada para facilitar certas aprendizagens, tais como procedimentos científicos.

É preciso também ter claro que aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta não constituem uma dicotomia. Assim como há um contínuo entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, há outro entre aprendizagem por recepção e aprendizagem por descobrimento.

Quer dizer, o conhecimento não é, necessariamente, construído ou por recepção ou por descoberta.

Novamente aí há uma “zona cinza” entre os extremos do contínuo. Determinados processos de ensino e de aprendizagem situar-se-ão em distintas posições nesse contínuo dependendo, por exemplo, do nível de escolaridade em que se está trabalhando. No ensino médio e superior predomina fortemente a aprendizagem receptiva. Mesmo que o ensino seja centrado no aluno como se defende hoje, a aprendizagem continuará sendo receptiva. Ensino centrado no aluno não é sinônimo de aprendizagem por descoberta.

Aprendizagem por descoberta não leva necessariamente à aprendizagem significativa. Aprendizagem receptiva não é o mesmo que aprendizagem mecânica. É preciso ter cuidado com certas associações e falsas dicotomias e aprender a trabalhar na “zona cinza”. A aprendizagem por descoberta, tão defendida por Bruner (2001) é um exemplo de metodologia que se situa na zona intermediária entre a recepção e a descoberta. A Teoria da Aprendizagem por Descoberta sustenta que a aprendizagem deve ter em como requisitos os seguintes aspectos:

- (1) A predisposição para a aprendizagem e,
- (2) A forma como um conjunto de conhecimentos pode estruturar-se de modo que seja interiorizado da melhor forma possível.

A aprendizagem por descoberta, por exemplo, pode ser muito adequada para aulas de laboratório. A Figura 2 sugere que diferentes estratégias de ensino/aprendizagem podem situar-se em distintas posições em um hipotético sistema de coordenadas formado pelos eixos aprendizagem mecânica x significativa e aprendizagem receptiva x por descobrimento.

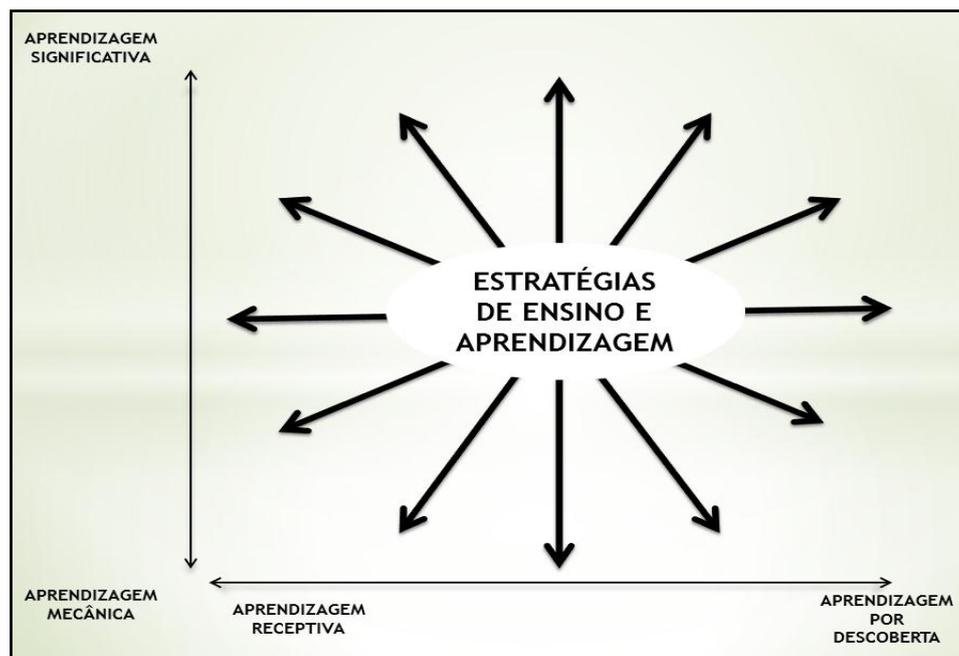


Figura 2 - Um hipotético sistema de coordenadas formado pelos eixos aprendizagem mecânica x aprendizagem significativa e aprendizagem receptiva x aprendizagem por descoberta. Adaptado de Moreira (2012).

2.7.3. FORMAS E TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Pode-se distinguir entre três formas de aprendizagem significativa: por subordinação, por superordenação e de modo combinatório. Analogamente, pode-se identificar três tipos de aprendizagem significativa: representacional (de representações), conceitual (de conceitos) e proposicional (de proposições).

A aprendizagem significativa é dita subordinada quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados, para o sujeito que aprende, por um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva.

Por exemplo, se o aprendiz já tem uma ideia, uma representação do que seja uma escola, a aprendizagem significativa de distintos tipos de escola como escola técnica, escola aberta, escola normal, escola pública, e outros, serão aprendidos por ancoragem e subordinação à ideia inicial de escola. Mas, ao mesmo tempo, como o processo é interativo, essa ideia inicial vai se modificando, ficando cada vez mais elaborada, mais rica e mais capaz de servir de ancoradouro cognitivo para novas aprendizagens.

Suponhamos agora que o aprendiz não tivesse uma ideia mais ampla, ou o conceito, de escola e fosse aprendendo de modo significativo o que é uma escola pública, uma escola aberta, uma escola confessional, uma escola militar, etc., ela ou ele poderia começar a fazer ligações entre diferentes tipos de escola, buscando semelhanças e diferenças e chegar, por meio de um raciocínio indutivo, ao conceito de escola. Esta seria uma aprendizagem superordenada. A aprendizagem superordenada envolve, então, processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem. É um mecanismo fundamental para a aquisição de conceitos, como no exemplo dado.

Há casos, no entanto, em que a aprendizagem significativa não é nem subordinada (a mais comum) nem superordenada (mais frequente na conceitualização). É o caso em que o significado é adquirido por interação não com um determinado subsunçor (conhecimento prévio já existente na estrutura cognitiva), mas sim com um conhecimento mais amplo, mais abrangente, uma espécie de “base cognitiva”, ou “base subsunçora”, que o sujeito já tem em determinado campo de conhecimentos. Por exemplo, para entender relações escola-sociedade, ou perguntas do tipo “Que escola a sociedade quer?”, provavelmente, não é suficiente ter os conceitos de escola e de sociedade. Ou, para entender o significado de certas fórmulas físicas ou químicas, não basta ter os conceitos nela envolvidos, é preciso um conhecimento mais amplo de Física ou Química.

Aprendizagem combinatória é, então, uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. Tem alguns atributos criteriais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena.

No que se refere a tipos de aprendizagem significativa, a mais elementar, porém a mais fundamental, pois dela dependem os outros tipos, é a aprendizagem representacional.

Aprendizagem representacional é a que ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa.

Por exemplo, se para uma criança a palavra mesa (um símbolo linguístico) significa apenas a mesa de sua casa, ela não tem ainda o conceito de mesa, apenas uma representação.

O mesmo vale para um adulto frente a eventos e objetos em relação aos quais não identificou atributos e regularidades que definiriam o conceito correspondente. Ainda que a aprendizagem representacional seja próxima à aprendizagem mecânica, ela é significativa porque o símbolo significa um referente concreto. Na aprendizagem mecânica a relação símbolo – objeto/evento é apenas associativa, sem significado.

A aprendizagem representacional está muito relacionada a um segundo tipo de aprendizagem significativa, a aprendizagem conceitual, ou de conceitos. Conceitos indicam regularidades em eventos ou objetos. Retomando o exemplo da mesa, quando uma pessoa tem o conceito de mesa, o símbolo mesa representa uma infinidade de objetos (não apenas um como no caso da aprendizagem representacional) com determinados atributos, propriedades, características comuns. No entanto, para chegar ao conceito de mesa, provavelmente, o sujeito passou por representações de mesa. Por outro lado, uma vez construído o conceito, ele passa a ser representado por um símbolo, geralmente linguístico.

A aprendizagem conceitual ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível.

O terceiro tipo, a aprendizagem proposicional, implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição. As aprendizagens representacional e conceitual são pré-requisito para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos. A aprendizagem proposicional pode ser subordinada, superordenada ou combinatória. Analogamente, a aprendizagem conceitual pode ocorrer por subordinação, superordenação ou combinação, relativamente a conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva. Isso sugere que as formas e tipos de aprendizagem significativa são classificações plenamente compatíveis.

2.7.4. ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS FACILITADORES

Destaca-se como variáveis importantes na facilitação da aprendizagem significativa o levar em conta o conhecimento prévio do aluno, a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa, a organização sequencial do conteúdo, a consolidação, o uso de organizadores prévios que mostrem a relacionabilidade e a discriminabilidade entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos, e a linguagem envolvida no intercâmbio de significados.

Poder-se-ia, no entanto, falar também em estratégias e instrumentos (didáticos) facilitadores da aprendizagem significativa. Quais seriam? Um deles é o organizador prévio. Outro instrumento muito frequentemente associado à aprendizagem significativa é o mapeamento conceitual. Mapas conceituais (Novak e Gowin, 1984; Moreira, 2006) são diagramas conceituais hierárquicos destacando conceitos de um certo campo conceitual e relações (proposições) entre eles. São muito úteis na diferenciação progressiva e na reconciliação integrativa de conceitos e na própria conceitualização. Diagramas em V (Novak e Gowin, 1984; Gowin e Alvarez, 2005; Moreira 2006) são instrumentos heurísticos enfatizando a interação entre o pensar (domínio conceitual) e o fazer (domínio metodológico) na produção de conhecimentos a partir de questões-foco, são também tidos como facilitadores da aprendizagem significativa. As atividades colaborativas, presenciais ou virtuais, em pequenos grupos têm grande potencial para facilitar a aprendizagem significativa porque viabilizam o intercâmbio, a negociação de significados, e colocam o professor na posição de mediador. Mas isso não significa que uma aula expositiva clássica não possa facilitar a aprendizagem significativa.

É bem verdade que o ensino expositivo tradicional normalmente promove a aprendizagem mecânica. Porém, mapas conceituais, por exemplo, também podem incentivar a aprendizagem mecânica na medida em que houver um “mapa correto” ou um “mapa padrão” que os alunos devem aceitar e memorizar. O mesmo raciocínio vale para os diagramas V. Certas estratégias e certos instrumentos podem ter maior potencial facilitador da aprendizagem significativa, mas dependendo de como são usados em situação de ensino podem não promover tal aprendizagem. Qualquer estratégia, instrumento, técnica ou método de ensino (ou qualquer outra terminologia) usado dentro de um enfoque comportamentalista do tipo certo ou errado, sim ou não, promoverá a aprendizagem mecânica. Qualquer estratégia que implicar “copiar, memorizar e reproduzir” estimulará a aprendizagem mecânica.

2.7.5. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa depende muito mais de novas posturas, novas filosofias, do que novas metodologias. Talvez se devesse agregar “sobretudo de novas maneiras de avaliar”.

No cotidiano escolar a avaliação é muito mais behaviorista do que construtivista e determina largamente as práticas docentes. O contexto (administradores escolares, pais,

advogados, a sociedade em geral) exige “provas” de que o aluno “sabe ou não sabe”. Esse tipo de avaliação baseada no sabe ou não sabe, no certo ou errado, no sim ou não, é comportamentalista e geralmente promove a aprendizagem mecânica, pois não entra na questão do significado, da compreensão, da transferência. Se o aluno sabe resolver um problema, sabe definir algo, sabe listar as propriedades de um sistema, está bem mesmo que não tenha entendido o problema, a definição ou o sistema. A avaliação da aprendizagem significativa implica outro enfoque, porque o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não-rotineiras. A proposta de Ausubel é radical: para ele, a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem significativa é propor ao aprendiz uma situação nova, não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido. Não parece ser essa a melhor saída, pois, se o aluno não é acostumado a enfrentar situações novas não é adequado propô-las no momento da avaliação (somativa, no caso). Situações novas devem ser propostas progressivamente, ao longo do processo instrucional. Nesse caso, seria natural incluí-las nas avaliações. a aprendizagem significativa é progressiva, grande parte do processo ocorre na zona cinza, na região do mais ou menos, onde o erro é normal.

Portanto, a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele ou ela externalize os significados que está captando, que explique, justifique, suas respostas.

Sem dúvida, é bastante difícil a avaliação da aprendizagem significativa, principalmente porque implica uma nova postura frente à avaliação. É muito mais simples a avaliação do tipo certo ou errado, mas o resultado é, em grande parte, aprendizagem mecânica.

2.8. MAPAS CONCEITUAIS: ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA LIGAÇÕES ENTRE CONCEITOS QUÍMICOS E EA E MELHORIA DO ENSINO APRENDIZAGEM

Mapas conceituais são apresentados como instrumentos potencialmente úteis no ensino, na avaliação da aprendizagem e na análise do conteúdo curricular.

Segundo Moreira (1980), mapas conceituais são apenas diagramas que indicam relações entre conceitos. Mais especificamente, podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimento ou de parte dele.

Em princípio, esses diagramas podem ter uma, duas ou mais dimensões. Mapas unidimensionais são apenas listas de conceitos que tendem a apresentar uma organização linear vertical. Embora simples, tais mapas dão apenas uma visão grosseira da estrutura conceitual, por exemplo, de uma disciplina ou subdisciplina. Mapas bidimensionais tiram partido também da dimensão horizontal, permitindo, portanto, uma representação mais completa das relações entre os conceitos, por exemplo, de uma disciplina.

Obviamente, mapas com mais dimensões permitiriam uma representação ainda melhor dessas relações e possibilitariam a inclusão de outros fatores que afetam a estrutura conceitual de uma disciplina. Todavia, mapas bidimensionais são mais simples e mais familiares. Além disso, mapas com mais de três dimensões já seriam abstrações matemáticas, de limitada utilidade para fins instrucionais, ao invés de representações concretas de estruturas conceituais.

Assim sendo, daqui para frente mapas conceituais devem ser entendidos como diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimento e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual desse corpo de conhecimento.

O ponto importante é que um mapa conceitual deve ser sempre visto como "um mapa conceitual", não como "o mapa conceitual" de um determinado conjunto de conceitos. Isto é, qualquer mapa conceitual deve ser visto apenas como uma das possíveis representações de uma certa estrutura conceitual.

A figura III mostra um modelo simplificado para fazer um mapa conceitual, tomando como base o princípio ausubeliano (Ausubel, 1980) da diferenciação conceitual progressiva. Neste modelo os conceitos mais gerais e inclusivos aparecem na parte superior do mapa.

Prosseguindo, de cima para baixo no eixo vertical, outros conceitos aparecem em ordem descendente de generalidade e inclusividade até que, ao pé do mapa, chega-se aos conceitos mais específicos. Exemplos também podem aparecer na base do mapa. Linhas que conectam conceitos sugerem relações entre os mesmos, inclusive relações horizontais.

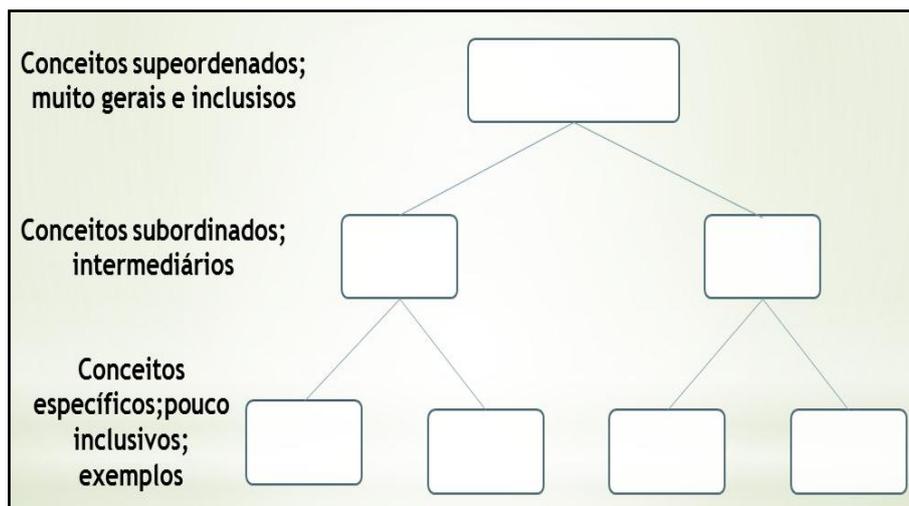


Figura 3 - Um modelo para mapeamento conceitual segundo a teoria de Ausubel. Adaptado de Ausubel et al. (1980).

Este modelo propõe uma hierarquia vertical, de cima para baixo, indicando relações de subordinação entre conceitos. Conceitos que englobam outros conceitos aparecem no topo, conceitos que são englobados por vários outros aparecem na base do mapa. Conceitos com aproximadamente o mesmo nível de generalidade e inclusividade aparecem na mesma posição vertical. O fato de que diferentes conceitos possam aparecer na mesma posição vertical dá ao mapa sua dimensão horizontal. Ou seja, no eixo das abcissas os conceitos são colocados de tal forma que fiquem mais próximos aqueles que se constituem em diferenciação imediata de um mesmo conceito superordenado, enquanto os que o diferenciam mais remotamente ficam mais afastados na dimensão horizontal. Na prática, se dá prioridade ao ordenamento hierárquico vertical; por esta razão, nem sempre é possível mostrar as relações horizontais desejadas. Assim, o eixo horizontal deve ser interpretado como menos estruturado, enquanto que o vertical deve refletir bem o grau de inclusividade dos conceitos (Rowell, 1978).

Durante a construção de um mapa conceitual não se observam regras fixas a serem observadas para a sua confecção e de um modo geral, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos de ensino e/ou de aprendizagem. Além disso, podem também ser utilizados como auxiliares na análise e planejamento do currículo (Stewart et al., 1979), particularmente na análise do conteúdo curricular. Todavia, em cada um destes usos, mapas conceituais podem ser sempre interpretados como instrumentos para "negociar significados". Como instrumentos didáticos, os mapas propostos podem ser usados para mostrar as relações hierárquicas entre os conceitos que estão sendo ensinados em uma aula, em uma unidade de

estudo ou em um curso inteiro. Eles explicitam relações de subordinação e superordenação que possivelmente afetarão a aprendizagem de conceitos. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitarão aprendizagem dessas estruturas.

Contudo, contrariamente a textos e outros materiais instrucionais, mapas conceituais não dispensam explicações do professor. A natureza idiossincrática de um mapa conceitual, dada por quem faz o mapa (o professor, no caso), torna necessário que o professor guie o aluno através do mapa quando o utiliza como recurso instrucional (Bogden, 1977) e devem ser usados preferentemente quando os alunos já têm uma certa noção do assunto.

Cabe, no entanto, assinalar que, apesar de que o modelo de mapa proposto está de acordo com o princípio ausubeliano (Ausubel, 1978, 1980) da diferenciação progressiva, sua utilização do ponto de vista instrucional não deve ser unidirecional, exclusivamente de cima para baixo, como sugere o modelo. Isso porque, do ponto de vista ausubeliano, a instrução deve ser planejada não somente para promover a diferenciação progressiva mas também para explorar, explicitamente, relações entre proposições e conceitos, evidenciar semelhanças e diferenças significativas e reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Ou seja, para promover também o que Ausubel chama de reconciliação integrativa. Segundo Novak (1977, 1981), para conseguir a reconciliação integrativa de maneira mais eficiente, a instrução deve ser organizada de tal forma que se "baixe e suba" nas hierarquias conceituais à medida que a nova informação é apresentada. Isso significa que, embora no enfoque ausubeliano se deva começar com os conceitos mais gerais, é necessário mostrar logo como os conceitos subordinados estão relacionados com eles e, então, voltar, através de exemplos, a novos significados para os conceitos de ordem mais elevada na hierarquia. Em outras palavras, se deve "baixar e subir" no mapa, explorando, explicitamente, as relações de subordinação e superordenação entre os conceitos (Moreira e Masini: 1982). No ensino, o uso de mapas conceituais feitos pelo professor apresenta vantagens e desvantagens. Entre as possíveis vantagens, pode-se mencionar Moreira (1979) e Moreira e Buchweitz (1993):

1. Enfatizar a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais em seu desenvolvimento;

2. Mostrar que os conceitos de uma certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade e apresentar esses conceitos em uma ordem hierárquica de inclusividade que facilite sua aprendizagem e retenção;

3. Proporcionar uma visão integrada do assunto e uma espécie de "listagem conceitual" daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais.

Dentre as possíveis desvantagens poder-se-ia citar:

1. Se o mapa não tem significado para os alunos, eles podem encará-lo como algo mais a ser memorizado;

2. Os mapas podem ser muito complexos ou confusos e dificultar a aprendizagem e retenção, ao invés de facilitá-las;

3. A habilidade dos alunos em construir suas próprias hierarquias conceituais pode ficar inibida em função de já receberem prontas as estruturas propostas pelo professor (segundo sua própria percepção e preferência).

Na prática, essas desvantagens podem ser minimizadas explicando os mapas e sua finalidade, introduzindo-os quando os estudantes já têm alguma familiaridade com o assunto, chamando atenção que um mapa conceitual pode ser traçado de várias maneiras e estimulando os alunos a traçar seus próprios mapas. Além disso, o professor, ao elaborar mapas conceituais para usá-los como recurso instrucional, deve ter sempre em mente um compromisso entre clareza e completeza. Ou seja, nem todas as possíveis linhas que indicam relações entre conceitos devem ser traçadas a fim de manter a clareza do mapa. Neste trabalho utilizou-se a possibilidade do uso dos mapas conceituais como instrumento na avaliação da aprendizagem. Avaliação não com o objetivo de testar conhecimentos a fim de classificá-lo de alguma maneira, mas no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos. Para isso, solicitou-se às equipes que construíssem mapas conceituais como instrumentos de avaliação que implicassem uma mudança de postura no que tange ao processo avaliativo e na confirmação do aprendido através de relações conceituais significantes. Nessa abordagem somativa à avaliação através de mapas conceituais a principal ideia é a de avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc. e relacioná-lo a EA.

Aquilo que o aluno já sabe, isto é, seu conhecimento prévio, parece ser o fator isolado que mais influencia a aprendizagem subsequente (Ausubel, 1978, 1980). Se assim for, torna-se extremamente importante para a instrução avaliar, da melhor maneira possível, esse conhecimento. Os mapas conceituais se constituem em uma visualização de conceitos e relações hierárquicas entre conceitos que pode ser muito útil, para o professor e para o aluno, como uma maneira de exteriorizar o que o aluno já sabe. Obviamente, não se trata de uma representação precisa e completa do conhecimento prévio do aluno, mas sim, provavelmente, de uma boa aproximação.

Assim sendo, os mapas conceituais serão úteis não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno (ou seja, antes da instrução), mas também para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva durante a instrução. Dessa forma se obtém, inclusive, informações que podem servir de realimentação para a instrução e para o currículo.

Apesar de acreditar-se que os mapas conceituais são instrumentos mais adequados a uma avaliação formativa, interpretativa e qualitativa pode-se conferir critérios para atribuição quantitativa. Os mapas conceituais podem ser pensados como uma ferramenta para negociar significados. Tal como dizem Novak e Gowin (1984: 14), porque são representações explícitas, abertas, dos conceitos e proposições que uma pessoa tem, mapas conceituais permitem que professores e alunos troquem, "negociem", significados até que os compartilhem. Segundo Novak e Gowin, mapas conceituais se destinam a representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições, isto é, são dispositivos esquemáticos para representar um conjunto de significados de conceitos encaixados em um sistema de referência proposicional.

2.9. A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Nas concepções empiristas da construção do conhecimento, que vigoraram até meados do século XX e ainda figuram em alguns espaços educativos, o indivíduo é entendido como uma folha de papel em branco, cabendo à escola nela depositar os saberes necessários. O conhecimento a ser adquirido pelo aluno seria, portanto, aquele transmitido na escola pelos professores. Nessa linha de pensamento, a avaliação é uma medida do aprendizado e deve ocorrer no final do processo, com o objetivo de averiguar se o aluno é capaz de reproduzir o que foi ensinado.

No século XX, porém, foi se consolidando um novo referencial para a concepção da aprendizagem, com base nas contribuições teóricas da psicologia do desenvolvimento, que se fundamentaram nas pesquisas de Levy Vygotsky, Jean Piaget e Henri Wallon, entre outros.

Uma das principais hipóteses dessas linhas de pensamento é a de que o indivíduo elabora o corpo de conhecimento nas mais diversas situações vivenciadas, dentro e fora da escola, e leva esse conjunto de aprendizados para o espaço educativo. Assim o indivíduo passa a ser visto como sujeito ativo de seu conhecimento, na busca de responder às inúmeras interrogações colocadas pelo mundo que o rodeia. Tal concepção altera radicalmente o papel do aluno: de mero receptáculo de conteúdos para ator principal da construção de seu conhecimento. E obviamente, essa mudança de perspectiva impõe alterações correspondentes na forma de avaliar o aluno, especialmente na compreensão de que a avaliação constitui um processo permanente, instaurado ao longo de todo o período letivo, e deve contemplar as múltiplas capacidades e habilidades desenvolvidas pelo aluno no trajeto educativo. Os novos modelos de avaliação implicam o rompimento da ideia arraigada no imaginário escolar de que avaliação é sinônimo de prova e uma única prova ou meio avaliativo.

Os instrumentos de avaliação variam de acordo com a dinâmica da sala de aula. Sem perder de vista os objetivos específicos da disciplina, o professor pode avaliar os resultados de uma vasta gama de instrumental, como: debate e rodas de conversa sobre determinado tema dos conteúdos em estudo; registros escritos de experimentos laboratoriais; resoluções propostas para situações problema variadas. Hoffmann (1995) propõe três momentos distintos de avaliação: a avaliação diagnóstica, ou inicial; a avaliação contínua, ou formativa e a avaliação final.

Nas abordagens pedagógicas em que o aluno é concebido como indivíduo que constrói o conhecimento dentro e fora da escola é adequado realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Como instrumentos empregados na avaliação inicial tem-se a interpretação de imagens que tenham relação com o tema; o debate livre em torno do tema; a discussão de artigos e reportagens relacionados com o tema; a resolução de situações-problema e a realização de atividades experimentais que se configurem como instrumentos avaliativos.

A avaliação tem também como objetivo promover o repensar da prática pedagógica do professor, fato que deve ser desenvolvido no decorrer dos trabalhos escolares. Nesse sentido a

avaliação continuada ou formativa em que existem momentos variados de avaliação no decorrer do processo de ensino aprendido, que possibilitem ao aluno tomar consciência de suas dúvidas, dificuldades e avanços, e ao professor perceber se suas escolhas didáticas foram adequadas. Ao término de uma sequência de trabalho bem definida pode-se, então, perceber se os objetivos propostos inicialmente foram atingidos, se houve de fato aprendizado, se há necessidade de revisão ou complementação. A escola tradicional perpetuou um modelo de avaliação somativa em um único elemento avaliativo, de caráter classificatório, seletivo e frequentemente punitivo, deixando de lado a aquisição de competências e habilidades e a construção de valores e atitudes. Nesse modelo de educação tem-se o “erro” como não fazendo parte do processo de ensino aprendizagem na qual ele é uma evidência dos processos mentais por meio dos quais os alunos experimentam a realidade, criam hipóteses sobre o seu objeto de estudo, confrontam-nas com as hipóteses de seus pares e criam novas concepções que devem ser aplicadas à realidade. Neste trabalho contemplar-se-á o modelo de avaliação continuada subsidiado por Hoffmann(1995).

MATERIAIS E MÉTODOS

3

EDUCAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-
SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA): UTILIZAÇÃO DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS
COMO SUPORTE METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS EDUCACIONAIS
EM QUÍMICA

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O capítulo 3 apresenta os procedimentos para a realização da coleta e análise dos dados, assim como, as considerações sobre a elaboração do material instrucional, que apoiou a confecção dos mapas conceituais.

3.1. DELIMITAÇÃO DO CAMPO DE TRABALHO

3.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA⁴

O município de Abaetetuba pertence à Mesorregião do Nordeste Paraense e à Microrregião de Cametá. A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: 01° 43' 24" de latitude Sul e 48° 52' 54" de longitude a Oeste de Greenwich. Confronta-se ao norte com o Rio Pará e o município de Barcarena, a leste com o Município de Moju, ao Sul com os municípios de Igarapé-Miri e Moju e a oeste com os Municípios de Igarapé-Miri, Limoeiro do Ajuru e Muaná. A sua população em 2012 segundo o último senso era de 147.846 habitantes sendo formada por descendentes de portugueses, africanos, indígenas, e minoritariamente japoneses e italianos.



Figura 04 - Mapa do estado do Pará com a localização do município de Abaetetuba.

(Fonte: Projeto Pedagógico do Curso Técnico de Nível Médio em Mecânica Integrado ao Ensino Médio do IFPA.)

Há principalmente na zona rural, muitos mestiços de indígenas com negros: os caboclos. Sendo uma cidade-polo de uma região que abrange os municípios de Moju, Igarapé

⁴As informações deste item foram obtidas a partir do Instituto de desenvolvimento econômico, social e ambiental do Pará e Wikipedia na World Wide Web: http://pt.wikipedia.org/wiki/Abaetetuba#Economia_e_iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/abaetetuba.pdf. (Consulta 20/05/14).

Miri e Barcarena (somando uma população de mais de 350 000 habitantes), Abaetetuba é a sexta mais populosa cidade do estado do Pará.

A cidade proporciona fácil acesso aos portos da capital do estado (Belém) e de Vila do Conde e ao sul do Pará, além de ser próxima ao Polo Industrial de Vila dos Cabanos, que se localiza a 30 km. Diversas empresas estão se instalando no município aproveitando a grande rede de serviços da cidade, fato refletido no produto interno bruto municipal, que triplicou em quatro anos. A atividade econômica predominante no município é o setor terciário (comércio e serviços), que conta com uma ampla rede de estabelecimentos das mais diversas atividades.

No campo da educação conta com escolas que abarcam tanto o ensino fundamental (189 escolas), ensino médio (18 escolas), pré-escolares (156), um(01) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia(IFPA) e uma(01) Universidade Federal (UFPA).

3.1.2. CARACTERIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO ESCOLAR IFPA-CAMPUS DE ABAETETUBA⁵

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) é uma instituição de educação superior, básica e profissional, pluricurricular e multicampi, especializada na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino, com base na conjugação de conhecimentos técnicos e tecnológicos. Suas práticas pedagógicas representam o sucesso de uma instituição de educação profissional pública, gratuita e de qualidade. Esta Instituição educacional foi oficializada em 23 de novembro de 1909, no governo de Nilo Peçanha e foi regulamentado pelo Decreto nº 9.070 de 25 de outubro de 1910. Inicialmente, foi denominada Escola de Aprendizes e Artífices do Pará, tendo como propósito a formação de profissionais e artesãos, com o ensino voltado para o trabalho manual.

⁵ Neste subitem, retirou-se as informações da Proposta Pedagógica do Curso Técnico de Nível Médio em Mecânica Integrado ao Ensino Médio e que é comum aos demais PPC's e refere-se ao Eixo Tecnológico Controle e Processos Industriais do Catálogo Nacional de Cursos Técnicos e está fundamentado nas bases legais, nos princípios norteadores e níveis de ensino explicitados na LDB nº 9.94/96, nas Diretrizes Curriculares para a Educação Profissional Técnica, na Normativa Técnica nº 01/2010 da Pró-Reitoria de Ensino e demais resoluções e decretos que normatizam a Educação Profissional Técnica de Nível Médio no Sistema Educacional Brasileiro.

A Partir de 1937, com a denominação de Liceu Industrial de Vitória, passou a formar profissionais habilitados para produção industrial, porém com um ensino ainda de características artesanais.

Em 03 de setembro de 1965, passou a denominar-se Escola Técnica Federal do Pará. A Escola Técnica Federal do Pará visava adequar a educação às exigências da sociedade industrial e tecnológica, com ênfase na preparação de mão de obra qualificada para o mercado de trabalho.

Pelo Decreto Presidencial de março de 1999, as Escolas Técnicas Federais (ETFES) passam a serem denominadas Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará (CEFET-PA) com maior abrangência e possibilidade de atuação. Com a promulgação da Lei nº 11.892/2008, que cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, inicia-se a história do campus Abaetetuba.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Pará - Campus Abaetetuba, foi implantado em 20 de outubro 2008, no município de Abaetetuba, no espaço físico em que funcionava a antiga Escola Técnica de Produção, espaço este, cedido pelo Governo do Estado do Pará.

Os primeiros cursos ofertados foram: Técnico em Edificações e Informática, integrados ao Ensino Médio; Técnico em Informática, Aquicultura, Pesca e Saneamento, subsequentes ao Ensino Médio, todos em regime regular. Em 2009, foi implantado o curso de Graduação de Licenciatura Plena em Biologia em regime regular, Licenciatura no Campo intervalar e o curso de Especialização em Educação no Campo. Atualmente o IFPA Campus-Abaetetuba oferta os cursos técnicos em Informática, Edificações, Aquicultura, Segurança no Trabalho, Mecânica e Saneamento.



Figura 05 - Rota de acesso ao IFPA-Campus de Abaetetuba. Fonte: Disponível na World Wide Web: http://abaetetuba.ifpa.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=171. Consultado em 3 Junho de 2014.

No ensino superior, os cursos de Licenciatura em Biologia, Licenciatura em Educação no Campo, Licenciatura em Pedagogia, Biologia e Educação no Campo (PAFOR-Plataforma Freire), além dos cursos de Pós- Graduação em Educação no Campo, Agricultura Familiar e Sustentabilidade da Amazônia e o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA) e o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC).

O Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará Campus-Abaetetuba tem conduta articulada ao contexto em que está inserido, à vocação produtiva do seu lócus, à busca de maior inserção da mão-de-obra qualificada neste mesmo espaço e no monitoramento permanente do perfil social-econômico político-cultural e ambiental da região abrangida.

Após grande parte do levantamento bibliográfico, realizou-se a pesquisa de campo e quando da realização desta (1º semestre de 2014), a instituição atendia aproximadamente 845 alunos ativos distribuídos em nove(09) turmas do ensino integrado, sete(07) turmas no subsequente, seis(06) turmas de ensino superior e sete(07) do PRONATEC os quais são de classe média baixa, oriundos do município de Abaetetuba (sede e zona rural) e demais municípios periféricos. A distribuição dos alunos apresenta 693 oriundos da zona urbana e 152 da zona rural. Na ocasião do estudo e das pesquisas os laboratórios Multidisciplinar de Processos Físico-Químicos e Biológicos e de Informática estavam funcionando regularmente, porém ocorreu uma greve nacional dos servidores públicos no que tange aos

docentes e técnicos dos Institutos Federais e Escolas Militares abrangendo técnicos administrativos e professores com início no dia 26 de maio e perdurou até 10 de Julho do corrente ano, mês em que os alunos estavam em período de férias escolares. A retomada dos trabalhos somente deu-se no dia 11 de agosto (início das aulas) quando ainda eram necessárias as realizações de duas atividades englobando experimentações, leituras de artigos, charges, construção de mapas conceituais e avaliações do ensino aprendizagem.

3.1.3. DEFINIÇÃO DA AMOSTRAGEM

A EA segundo a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente(CTSA) a partir da utilização de problemáticas ambientais como suporte metodológico para construção de cenários educacionais em Química foi subsidiada pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e o contrato didático entre o professor pesquisador e os alunos foi de fundamental importância em virtude do fato de que a pré-disposição dos alunos para Aprendizagem Significativa deve ser espontânea. Considerando-se esse aspecto fundamental da pesquisa, que é a pré-disposição, optou-se ante a Direção de Ensino do Campus por escolher uma turma de edificações do 2º ano Integrado em que o pesquisador ainda não havia trabalhado como professor. Essa turma escolhida era composta por 27 alunos(as), 13 deles do sexo masculino e 14 do sexo feminino com o abandono de uma aluna totalizando 26 alunos(as). Para este trabalho utilizou-se uma identificação para cada aluno através de um código iniciado pela letra “A” maiúscula e um número, a fim de preservar o anonimato de cada estudante.

3.1.4. PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DOS DADOS

Com o objetivo de se identificar subsídios para o desenvolvimento da pesquisa, a fim de se responder a questões sobre o impacto da introdução da EA no ensino de Química através da aprendizagem significativa com a utilização de problemáticas ambientais, procurou-se estabelecer um conjunto estruturado de aulas constituindo um total de 18 encontros, sendo que cada encontro foi composto de três(03) aulas seguidas de 50 minutos cada uma. Na sequência há uma descrição sucinta de todas as atividades desenvolvidas.

Do 1º ao 10º encontro:

Durante esta fase o foco foi o de apresentar a proposta de pesquisa à coordenação pedagógica de ensino médio, que durante o período da investigação era gestada pela

Pedagoga Graça Elda. Também foi apresentada à Pedagoga Giovana Parente que em muitos momentos acompanhou os resultados fazendo visitas ao lócus da pesquisa. Em seguida foi apresentada aos alunos que de imediato concordaram com a metodologia, principalmente no que tange às revisões de conteúdos do 1º ANO médio e atividades experimentais, que vieram a dar subsídios ou subsunçores para os demais conteúdos de Química e serviriam de coluna base para enfrentar o Exame Nacional do Ensino Médio(ENEM) e a nível estadual o Processo Seletivo (PROSEL) e Programa de Ingresso Seriado da UEPA (PRISE) da Universidade Estadual do Pará (UEPA). Inicialmente fez-se uma avaliação diagnóstica, ou inicial, realizando-se um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Nesta 1ª fase trabalhou-se por conhecer alguns dos subsunçores ou conhecimentos prévios existentes, através da participação nas aulas e averiguação da construção de respostas e/ou a própria timidez em responder a questionamentos aparentemente simples, visto que constavam de conhecimentos do 1º ANO do ensino médio.

Como já citado, a interpretação de imagens que tenham relação com os temas; o debate livre em torno de temas; a discussão de textos, artigos e reportagens relacionados com os temas; a resolução de situações-problema e a prática de atividades experimentais configurou a diagnose inicial o que levou a se fazer uma intervenção imediata.

Os subsunçores Grandezas Químicas, Cálculos Estequiométricos e Estudo dos Gases, os quais foram executados em situação real de sala de aula eram extremamente necessários para o prosseguimento da pesquisa. Estes foram desenvolvidos com um material apostilado intitulado Cálculos Estequiométricos.

Nesta mesma etapa, iniciou-se uma rodada de discussões e esclarecimentos sobre a EA e uma experimentação a partir de um artigo publicado na revista Química Nova na Escola⁶ sobre Experimentação no Ensino de Química intitulado “**Química e Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula**”. Este serviu como suporte para introdução à EA e ao assunto Soluções pertencente ao conjunto de conteúdos da disciplina Química.

⁶Publicação periódica da Sociedade Brasileira de Química(SBQ) que em seu vasto conteúdo apresenta também experimentos simples e de baixo custo para ilustrar fenômenos químicos. Fonte: Disponíveis na Wolrd Wide Web: <http://qnesq.sbq.org.br>.

Do 11º ao 14º encontro:

Perfez um total de 12 aulas ministradas. Durante esse período, desenvolveram-se duas atividades experimentais que corresponderam a um incremento de informações-suporte ou subsunçores a serem aplicados nos conteúdos de Cinética Química e Funções Inorgânicas . As atividades foram desenvolvidas com base nos temas:

- 1) “Entendendo Ordens de Reação a partir de semelhança de triângulos na abordagem da EA subsidiada pela Aprendizagem Significativa de Ausubel.”
- 2) “Um experimento alternativo para formação da Chuva Ácida a partir de seus óxidos na abordagem da EA subsidiada pela Aprendizagem Significativa de Ausubel.”

Nesse intervalo de tempo, os conteúdos desenvolvidos que correspondem em parte a novas informações tiveram a finalidade de estabelecer ligações ou “pontes cognitivas” entre o que o aluno sabe, o que ele está aprendendo e o que futuramente irá aprender.

Por isso, pode-se dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação ancora-se a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Esse conjunto de informações denominados subsunçores ou pré-requisitos são as “âncoras” que se tornam a base dos conteúdos Cinética Química e Funções Inorgânicas moldados na perspectiva da EA e CTSA. Como subsunçor para o conteúdo Funções Inorgânicas já se havia estudado os conteúdos de Ligações Químicas no 1º ano do ensino médio.

No 15º encontro:

Num total de três(03) aulas, deu-se com a exposição e explicação da metodologia para a construção de mapas conceituais e a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. No que tange a teoria da Aprendizagem de Ausubel utilizou-se os artigos:

- 1) “Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa”.
- 2) “Uso Combinado de Mapas Conceituais e Estratégias Diversificadas de Ensino: Uma Análise Inicial das Ligações”.

Com relação aos mapas conceituais utilizou-se o próprio quadro branco a partir de escrita manual para o desenvolvimento de alguns exemplos de conceitos, tais como: céu, azul, célula, metabolismo, água, estado, sólido, líquido, gasoso, seres vivos, animais e plantas (Novak e Gowin, 1999) e enfatizou-se o fato de que essas palavras podem gerar frases de

sentido completo e de sentido lógico através de palavras ou pequenas frases de ligação formando as proposições e com o auxílio do portal da WEB CmapTools™ desenvolveu-se a técnica de criação de um mapa conceitual referência sobre o assunto soluções.

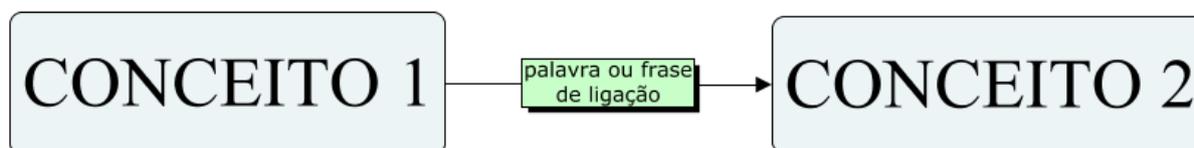


Figura 06 - Esquema de proposição construído com o programa CmapTools. Fonte: programa disponível na World Wide Web: <http://cmap.ihmc.us/download/>. Consultado em 7 de Junho de 2014.

Enfatizou-se também o fato de que não existe um único caminho para a construção de um mapa conceitual através de dois exemplos de um mesmo conjunto de conceitos chave como na figura 06.

No anexo II, tem-se um mapa conceitual referência tomado como exemplo para o assunto soluções confeccionado pelo professor para servir de suporte para construção de outros mapas pelos alunos, porém, sem muitas informações subjetivas e encadeadas à EA.

Do 16º ao 17º encontro:

Totalizando seis(06) aulas, deu-se início com a orientação para a preparação de charges e/ou histórias em quadrinho a partir de exemplos da WEB para que fossem confeccionadas pelos alunos. A modelagem das charges e/ou histórias em quadrinhos deu-se com a livre escolha dos alunos no que tange a estilos de desenhos, porém sugeriu-se a utilização do site Pixton Comics⁷. Também fizeram parte como quesito avaliativo e com o intuito de se promover a ludicidade inserindo conceitos da EA.

Os alunos preferiram utilizar um software que os ajudassem na construção das histórias a partir de suas ideias ratificando assim a utilização da CTS.

⁷Pixton Comics™ é uma nova tecnologia patenteada e revolucionária que dá ao usuário a facilidade de criar histórias em quadrinhos na web sem que necessariamente se saiba desenhar. Todos os aspectos de uma história em quadrinhos pode ser controlada em um movimento de click e arrastar intuitiva de personagens totalmente descartáveis para painéis dinâmicos, adereços, e balões de fala. Fonte: Disponível na World Wide Web: <http://www.pixton.com/br/company>. Consultado em 27 de Setembro de 2014.

No 18º encontro:

Realizou-se um teste com quinze (15) questões envolvendo perguntas de múltipla escolha e subjetivas em função das últimas atividades experimentais sobre Soluções; Funções Inorgânicas e Cinética Química.

Atividades avaliativas e análises qualitativa e quantitativa

Para cada um dos assuntos Soluções, Funções Inorgânicas e Cinética Química realizou-se o seguinte conjunto de atividades:

- 1) Leitura, exposição e discussão em grupo de um(01) artigo e um(01) vídeo sobre o tema seguido de perguntas endereçadas às equipes;
- 2) Atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios;
- 3) Elaboração de uma(01) história em quadrinhos ou charge sobre cada um dos temas: Contaminação por Metais Pesados, Chuva ácida e Degradação da Camada de Ozônio;
- 4) Teste com questões de múltipla escolha individual e com a cobrança de algumas resoluções na prova;
- 5) Construção pelos alunos em equipes de mapas conceituais e análises pelo professor-pesquisador.

Preferiu-se, para a análise dos resultados em relação ao crescimento ou decréscimo do ensino aprendizagem o fator 7,0 como a nota mínima para aprovação em virtude de o Instituto Federal aplicá-la. O cálculo é apresentado na secção **RESULTADOS E DISCUSSÃO** e a fórmula do crescimento e/ou decréscimo encontra-se abaixo:

$$\mathbf{CD = \left(\frac{M-7}{7}\right) \times 100}$$

No 19º encontro:

Entrega dos resultados.

Nas tabelas a seguir são apresentados os materiais de informática utilizados nos conteúdos Soluções, Funções Inorgânicas e Cinética Química e conceitos a atingir.

Tabela 3.1 – Programas e arquivos e/ou vídeos sobre problemáticas Ambientais como subsunçores(conceitos) para o conteúdo Soluções.

Material de Informática (Vídeo e/ou simulação)	Conceitos
Vídeo sobre a Poluição em Minamata Disponível na World Wide Web: www.youtube.com/watch?v=MkooyuHVUsg .	Poluição, Contaminação, EA
Simulação – Laboratório virtual CrocodileChemistry	Unidades de Concentração
Apostila em PDF sobre Soluções	Dispersões, Unidades de Concentração através de Relações quantitativas soluto/solvente/solução, Aplicações e Titulação ou Análise Volumétrica, Exercícios Propostos.
Artigo em PDF intitulado: Químicas e Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula Disponível na World Wide Web: qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/03-QS-61-11.pdf .	Metais, Toxicidade, Bioensaio e Unidades de Concentração

Tabela 3.2 – Programas e arquivos e/ou vídeos sobre problemáticas Ambientais como subsunçores(conceitos) para o conteúdo Funções Inorgânicas.

Material de Informática (Vídeo e/ou simulação)	Conceitos
Vídeo sobre a Chuva Ácida Disponível na World Wide Web: http://www.youtube.com/watch?v=Ecovtts49Dw .	Poluição, Contaminação, EA
Simulação – Laboratório virtual CrocodileChemistry	Ácidos, Bases, Sais, Óxidos e Hidretos Metálicos
Apostila em PDF sobre Funções Inorgânicas	Funções Químicas Inorgânicas, Ionização e Dissociação, Nomenclatura das Principais Funções Inorgânicas, Propriedades e Características, Exercícios Propostos.
Artigo em PDF intitulado: “Chuva Ácida: Um Experimento para Introduzir Conceitos de Equilíbrio Químico e Acidez no Ensino Médio” Disponível na World Wide Web: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a09.pdf .	Poluição, Contaminação, EA, Poluição, Contaminação, EA. O aluno pode conhecer também como se forma um dos componentes da chuva ácida e como ela atua na deterioração de monumentos de mármore.

Tabela 3.3 – Programas e arquivos e/ou vídeos sobre problemáticas Ambientais como subsunçores(conceitos) para o conteúdo de Cinética Química.

Material de Informática (Vídeo e/ou simulação)	Conceitos
Vídeo sobre a destruição da Camada de Ozônio Disponível na World Wide Web: www.youtube.com/watch?v=JFgqgyqfIM0 .	Poluição, Contaminação, EA
Simulação – Laboratório virtual CrocodileChemistry	Fatores que influenciam as Velocidades das Reações.
Apostila em PDF sobre Cinética Química	Velocidades Médias de Formação e Decomposição de Produtos e Reagentes; Equação de Velocidade; Fatores que alteram a Velocidade de Reação, Ordens de Reação em relação aos Reagentes Produtos; Ordem Global da Reação.
Artigo em PDF intitulado: “A Camada de ozônio dá Nobel” Disponível na World Wide Web: qnesc.sbj.org.br/online/qnesc02/atual1.pdf .	Poluição, Contaminação, EA, <i>Definição de CFCs, ozônio, pressão, temperatura, volume molar, elementos químicos.</i>
Apostila em formato de artigo em PDF intitulado: “Entendendo Ordens de Reação a partir de semelhança de Triângulos na Abordagem da EA subsidiada pela Aprendizagem Significativa de Ausubel”	Poluição, Contaminação, EA, Concentração Molar, Velocidades de Reagentes, Produtos e de Reação, Equação Geral de Velocidade, Linearização, Semelhança de Triângulos, Experimentação, Camada de Ozônio e CFCs.

3.1.5. MÉTODO DE ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS

Em relação à confecção dos mapas conceituais, ressaltam-se três momentos:

1º Momento: Confeccionou-se um modelo de mapa conceitual de referência – um para o conteúdo Soluções – com o intuito de servir de base para a construção de outros mapas pelos alunos. Optou-se por fornecer apenas um mapa, e no que tange a outros conteúdos decidiu-se por dar autonomia para os alunos. Este primeiro mapa não continha muitas informações subjetivas como exemplos e informações sobre a EA e problemáticas ambientais para que os alunos não viessem a reproduzir na íntegra o referido mapa. Neste momento foi orientado aos alunos que acrescentassem informações complementares e subjetivas a partir das aulas ministradas pelo professor pesquisador e de suas contribuições quando dos diálogos sobre artigos, vídeos, experimentações, simulações e a WEB e também das contribuições dos alunos. Segue-se abaixo o modelo referência para o conteúdo Soluções:

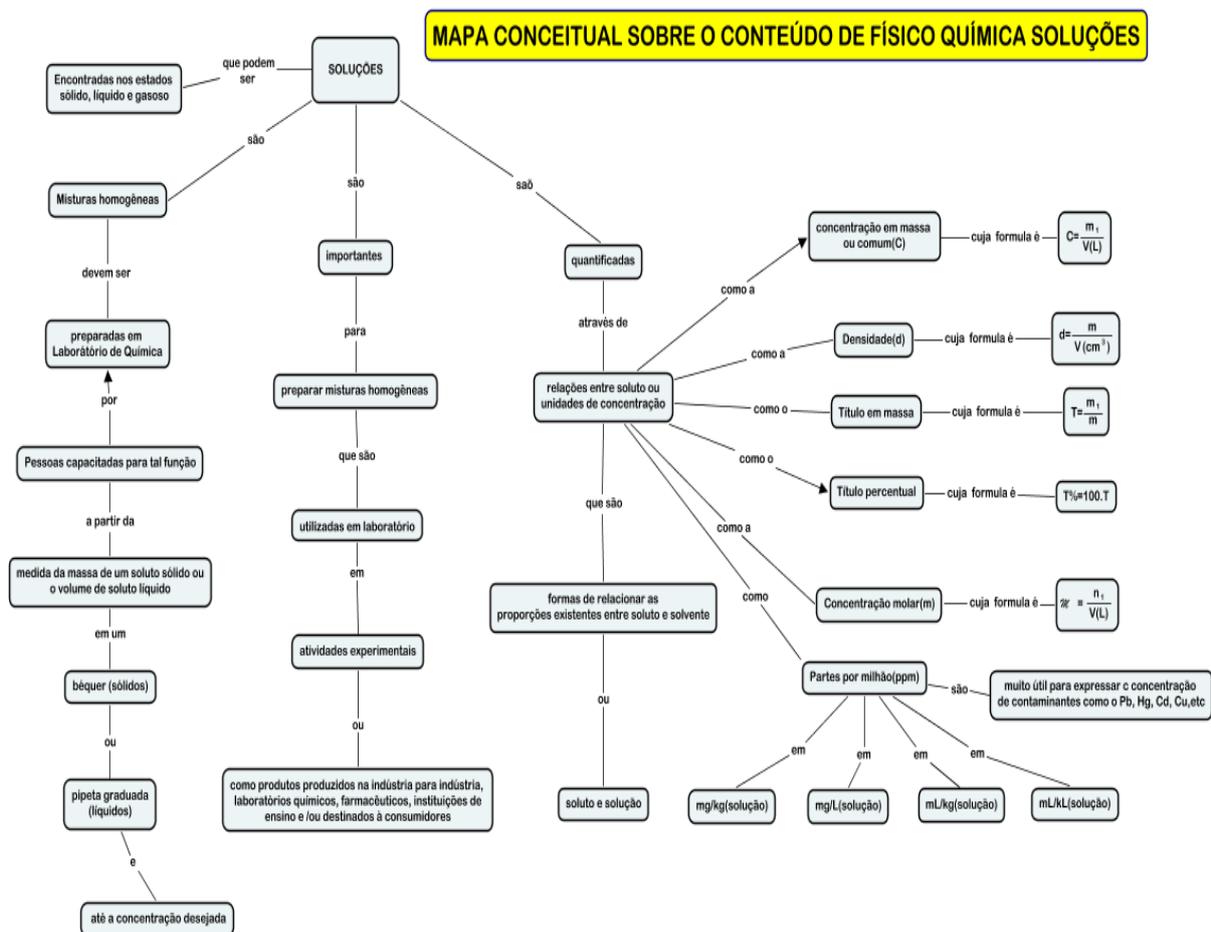


Figura 07 - Mapa conceitual de Referência sobre o conteúdo Soluções

2º Momento: Após o término das exposições sobre o conteúdo Soluções, forneceu-se uma lista de conceitos principais e pediu-se às equipes que elaborassem os seus mapas conceituais.

3º Momento: Após o término das exposições sobre o conteúdo Funções Inorgânicas, forneceu-se uma lista de conceitos principais e pediu-se às equipes que elaborassem os seus mapas conceituais.

4º Momento: Após o término das exposições sobre o conteúdo Cinética Química, forneceu-se uma lista de conceitos principais e pediu-se às equipes que elaborassem os seus mapas conceituais.

Quanto à elaboração dos critérios de avaliação e análise dos mapas conceituais, buscou-se integrar denominadores comuns como o trabalho de Correia et al.(2009). Trabalhou-se também outros textos de relevância na área de avaliação dos mapas conceituais de autores tais

como Costamagna (2001); Lourenço (2008); Mintzes et al. (2000); Novak e Gowin (1999); Nunes e Pino (2008) e Silva (2007). Esta diretriz contempla aspectos qualitativos e quantitativos, ao estabelecer categorias de pontuação. O quadro 3.4 expressa as categorias de avaliação dos MCs.

Tabela 3.4 – Categorias de análise dos MCs para se aferir conceito.

Categorias	Descrição dos critérios sob a forma de questões-foco
1. Conceitos Básicos	O mapa apresenta pelo menos 50% dos conceitos básicos dos materiais fornecidos / ou do mapa de referência caso exista.
2. Conceitos Novos(proporcionam a criatividade)	Evidenciou-se algum conceito novo relevante?
3. Ligações entre conceitos	Os conceitos se apresentam ligados por linhas bem feitas?
4. Palavras ou frases de ligação(Conectivos)	As palavras ou frases de ligação formam sentido lógico com conceitos chaves?
5. Exemplos	No mapa é possível a verificação de exemplos apropriados e contextualizados?
6. Capricho na construção do mapa	O mapa está bem apresentável?
7. Proposições(Conceito-palavra de ligação-conceito)	As conexões são científica e semanticamente corretas?
8. Hierarquização	Há uma ordenação sucessiva de conceitos abordados?
9. Diferenciação progressiva	É possível distinguir os conceitos mais inclusivos dos subordinados, os conceitos mais gerais dos específicos?
10. Reconciliação Integrativa	Há uma recombinação de conceitos de tal forma que possam ser realinhados por relações cruzadas ou transversais? Nesse caso, se há pelo menos uma!

No que tange à pontuação para cada categoria, tomou-se a variação de 0,0(zero) a 1,0(um) ponto, perfazendo um total de 10,0(dez) pontos. Os códigos de pontuação são apresentados no quadro 3.5:

Tabela 3.5 – Critérios gerais de pontuação das categorias para se aferir conceito aos MCs.

Código	Significado
1	Acerto
0,5	Acerto parcial
0	Erro

Sobre os critérios de análise dos MCs, tomaram-se como referenciais as obras de Mintzes et al. (2000) no trecho que corresponde às páginas 121 e 122 quando se propõe uma lista padrão de verificação de mapas conceituais e Novak e Gowin (1999) às páginas 52 a 53 e 113 a 124 que apresentam um modelo e critérios de pontuação dos MCs.

Cabe ressaltar que essa metodologia de análise dos MCs promove uma sequência de correção prática, rápida e apropriada ao ambiente escolar, evitando-se uma utilização ingênua e apenas como uma experiência fugaz e divertida (Correia et al., 2009). Vale ressaltar conforme Novak e Gowin (1999, p. 124) que “...os leitores devem utilizar as suas próprias chaves de pontuação e aperfeiçoamentos que achem necessários nos critérios de pontuação”.

3.1.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE A ELABORAÇÃO DOS MATERIAIS INSTRUACIONAIS

Ausubel et al. (1980, p. 159) defendem que a organização do material de aprendizagem deve proceder-se hierarquicamente, indo-se das ideias mais gerais e inclusivas para as ideias sucessivamente mais detalhadas e específicas, quando se tem a diferenciação progressiva.

Nessa mesma linha de pensamento, Faria (1981), sustenta a necessidade de se elaborar um material instrucional para determinado assunto a ser tratado. Esse fato impulsionou a construção, apesar do trabalho despendido, de materiais próprios sobre cada um dos assuntos estudados pelos alunos do 2º ano do ensino técnico e integrado durante este trabalho de pesquisa.

“O conteúdo programático de estudo, para Paulo freire, não se acha pronto nos livros, deve ser pesquisado. Esse trabalho recebe o nome de investigação dos “temas geradores”.(Faria, 1981: 65).

Portanto, alguns dos materiais instrucionais são apresentados nos anexos e alguns são de própria autoria do pesquisador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4

EDUCAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-
SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA): UTILIZAÇÃO DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS
COMO SUPORTE METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS EDUCACIONAIS
EM QUÍMICA

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo expõe e discute os resultados obtidos nesta pesquisa. É importante observar que a análise dos Mapas Conceituais tem como base os parâmetros de Novak e Gowin (1999).

Quanto à organização do capítulo, assinala-se que o mesmo está estruturado nas seções 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7: Na primeira optou-se por explicar a distribuição das atividades; na segunda, terceira e quarta(4.2, 4.3 e 4.4), fez-se a análise qualitativa e quantitativa das atividades dos conteúdos com exceção dos MCs e com a porcentagem de alunos participantes e pontuação quando em grupos; na quinta(4.5) fez-se a apresentação e análise qualitativa e quantitativa dos mapas conceituais com a porcentagem de alunos participantes; na sexta(4.6) fez-se a análise gráfica do crescimento do ensino aprendizagem em comparação com o valor máximo de 42,85% em função da média 7,0 e por último enfocou-se a avaliação da metodologia pelos estudantes.

4.1. QUANTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES E MAPAS PRODUZIDOS POR CONTEÚDOS

Cada grupo participou de cinco atividades conjuntas, totalizando quinze(15) tarefas por grupo distribuídos para cada um dos quesitos ou conteúdos e que foram: três(03) leituras, exposições e discussões em grupo de três(03) artigos e/ou três(03) vídeos; três(03) atividades experimentais distribuídas para cada tema com entrega de relatórios; elaboração de três(03) histórias em quadrinhos ou charges; três(03) testes realizados ao mesmo tempo e que totalizaram quinze(15) questões de múltipla escolha, sabendo-se que algumas tinham que apresentar a resolução, fato este acordado entre o professor pesquisador e os alunos participantes e a confecção de três(03) mapas conceituais. O total de MCs totalizou doze(12). As tabelas a seguir resumem as quantidades de atividades e de mapas conceituais coletados em cada etapa por conteúdo. A elaboração dos mapas pelos estudantes se deu em grupos ou equipes com o objetivo de proporcionar um ambiente onde os mesmos pudessem colocar em prática as suas ideias e conceitos estudados e desta forma promovendo um processo de avaliação da aprendizagem motivador por meio da experimentação, procedimental (os alunos passam a serem capazes de realizar experimentos) e atitudinal (como os alunos se relacionam nos grupos).

Essa estratégia revelou-se bastante eficaz, pois foi possível constatar que houve uma maior adesão dos alunos quando se partiu de trabalhos em grupo e um maior rendimento no que concerne ao ensino aprendizagem.

4.2. ANÁLISE DAS ATIVIDADES DO CONTEÚDO SOLUÇÕES.

No seguimento, apresentam-se as tabelas inerentes aos alunos participantes das leituras e discussões, da atividade experimental, da construção das histórias em quadrinhos e a relação de alunos participantes do teste com questões subjetivas e de múltipla escolha sobre o tema Contaminação por Metais Pesados do conteúdo Soluções.

TABELA 4.2.1 – Relação de alunos participantes das leituras e discussões de artigos e vídeos do conteúdo Soluções subsidiada pelo tema Contaminação por Metais Pesados e percentagem de alunos participantes.

Leitura, Exposição e discussão em grupo de um(01) artigo e um(01) vídeo sobre o tema seguido de perguntas endereçadas às equipes	Grupos	Total de alunos participantes	Percentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Toxicidade de Metais Pesados em Solução Aquosa: Uma Análise por Bioensaio	G1	04	100	10,0
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	10,0
	G4	06	100	10,0
Total	04	26	100	

TABELA 4.2.2 – Relação de alunos participantes da atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios do conteúdo Soluções subsidiada pelo tema Contaminação por Metais Pesados e percentagem de alunos participantes.

Atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios	Grupos	Total de alunos participantes	Percentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Toxicidade de Metais Pesados em Solução Aquosa: Uma Análise por Bioensaio	G1	04	100	10,0
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	10,0
	G4	06	100	10,0
Total	04	26	100	

TABELA 4.2.3 – Relação de alunos participantes da elaboração de uma(01) história em quadrinhos ou charge sobre o tema Contaminação por Metais Pesados do conteúdo Soluções e porcentagem de alunos participantes.

Elaboração de uma(01) história em quadrinhos ou charge	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Tema: Toxicidade de Metais Pesados em Solução Aquosa: Uma Análise por Bioensaio	G1	04	100	10,0
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	10,0
	G4	06	100	10,0
Total	04	26	100	



Figura 08 - História em quadrinhos do Grupo 01 feito no site Pixton Comics™.



Figura 09 - História em quadrinhos do Grupo 02 feito no site Pixton Comics™.

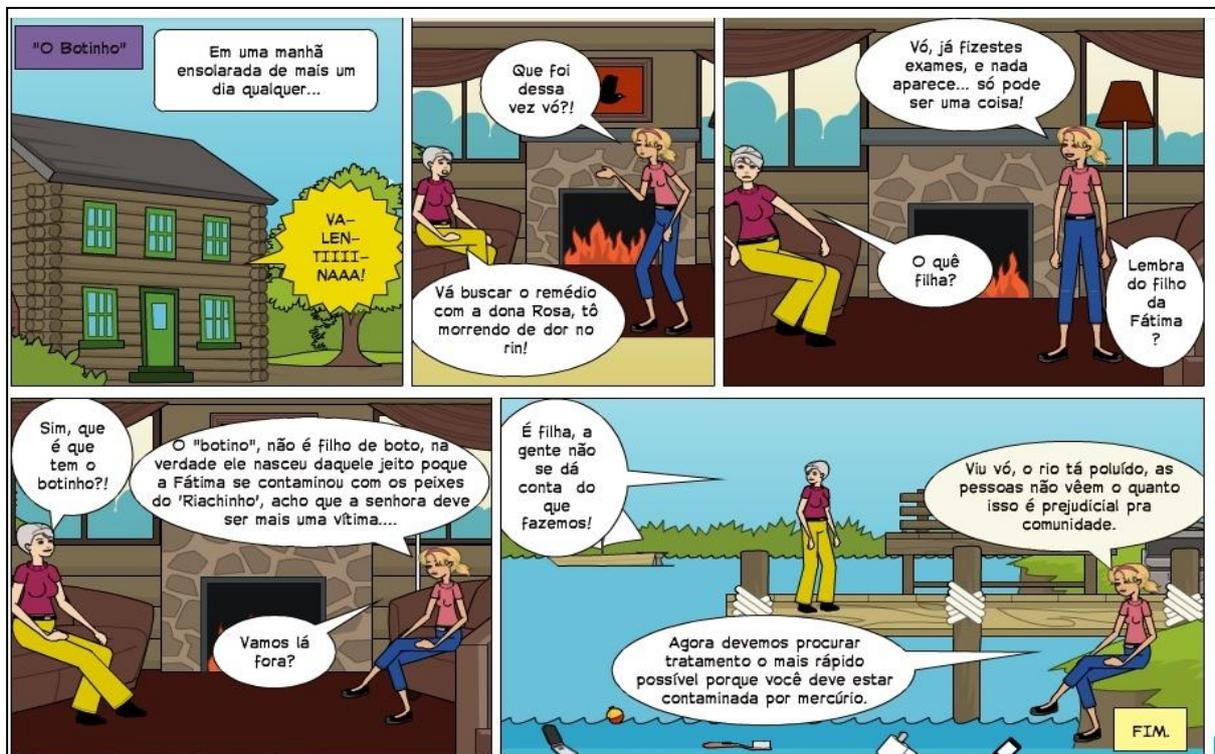


Figura 10 - História em quadrinhos do Grupo 03 feito no site Pixton Comics™.

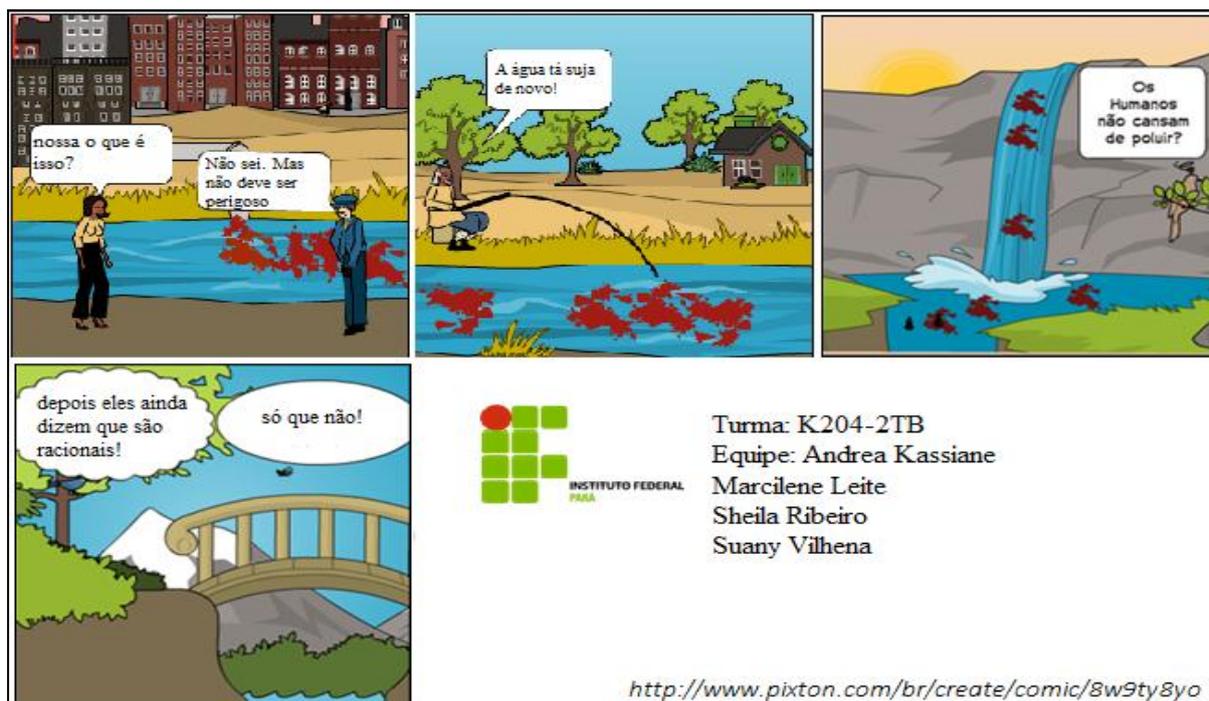


Figura 11 - História em quadrinhos do Grupo 04 feito no site Pixton Comics™.

TABELA 4.2.4 – Relação de alunos participantes do teste com questões subjetivas e de múltipla sobre o tema Contaminação por Metais Pesados do conteúdo Soluções e porcentagem de alunos participantes.

Teste com questões subjetivas e múltipla escolha	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)
Soluções e Toxicidade de Metais Pesados em Solução Aquosa: Uma Análise por Bioensaio	G1	04	100
	G2	08	100
	G3	08	100
	G4	06	100
Total	04	26	100

4.3. ANÁLISE DAS ATIVIDADES DO CONTEÚDO FUNÇÕES INORGÂNICAS.

No seguimento, apresentam-se as tabelas inerentes aos alunos participantes das leituras e discussões, da atividade experimental, da construção das histórias em quadrinhos e a relação de alunos participantes do teste com questões subjetivas e de múltipla escolha sobre o tema Chuva Ácida do conteúdo Funções Inorgânicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

TABELA 4.3.1 – Relação de alunos participantes das leituras e discussões de artigos e vídeos do conteúdo Funções Inorgânicas subsidiada pelo tema Chuva Ácida e porcentagem de alunos participantes.

Leitura, Exposição e discussão em grupo de um(01) artigo e um(01) vídeo sobre o tema seguido de perguntas endereçadas às equipes	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Tema: Chuva Ácida: Um Experimento para Introduzir Conceitos de Equilíbrio Químico e Acidez no Ensino Médio	G1	04	100	10,0
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	10,0
	G4	06	100	10,0
Total	04	26	100	

TABELA 4.3.2 – Relação de alunos participantes da atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios do conteúdo Funções Inorgânicas subsidiada pelo tema Chuva Ácida e porcentagem de alunos participantes.

Atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Tema: Chuva Ácida a partir de seus óxidos na abordagem da EA subsidiada pela Aprendizagem Significativa de Ausubel	G1	04	100	10,0
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	10,0
	G4	06	100	10,0
Total	04	26	100	

TABELA 4.3.3 – Relação de alunos participantes da elaboração de uma(01) história em quadrinhos ou charge sobre o tema Chuva Ácida do conteúdo Funções Inorgânicas e porcentagem de alunos participantes.

Elaboração de uma(01) história em quadrinhos ou charge	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Tema: Chuva Ácida	G1	04	100	9,0
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	9,0
	G4	06	100	10,0
Total	04	26	100	



Figura 12 - História em quadrinhos do Grupo 01 feito no site Pixton Comics™.

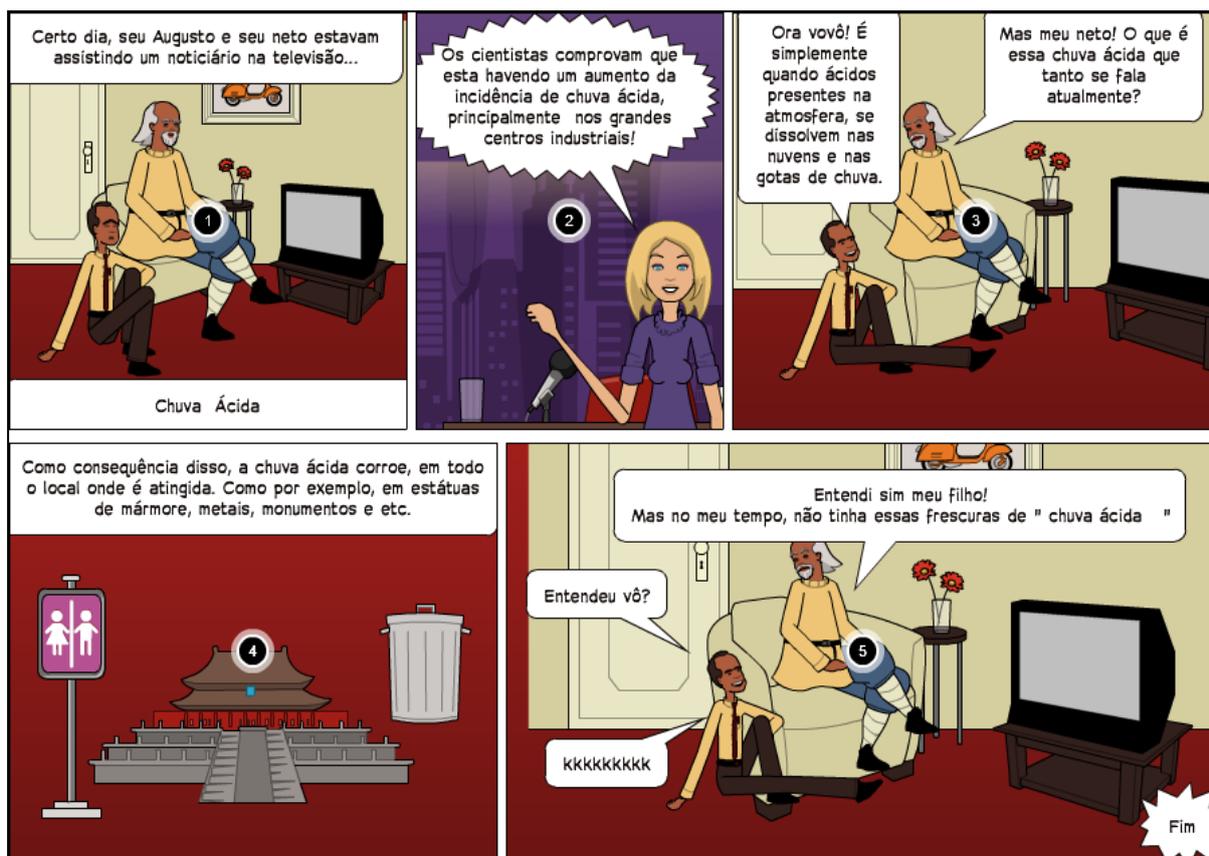


Figura 13 - História em quadrinhos do Grupo 02 feito no site Pixton Comics™.



Figura 14 - História em quadrinhos do Grupo 03 feito no site Pixton Comics™.

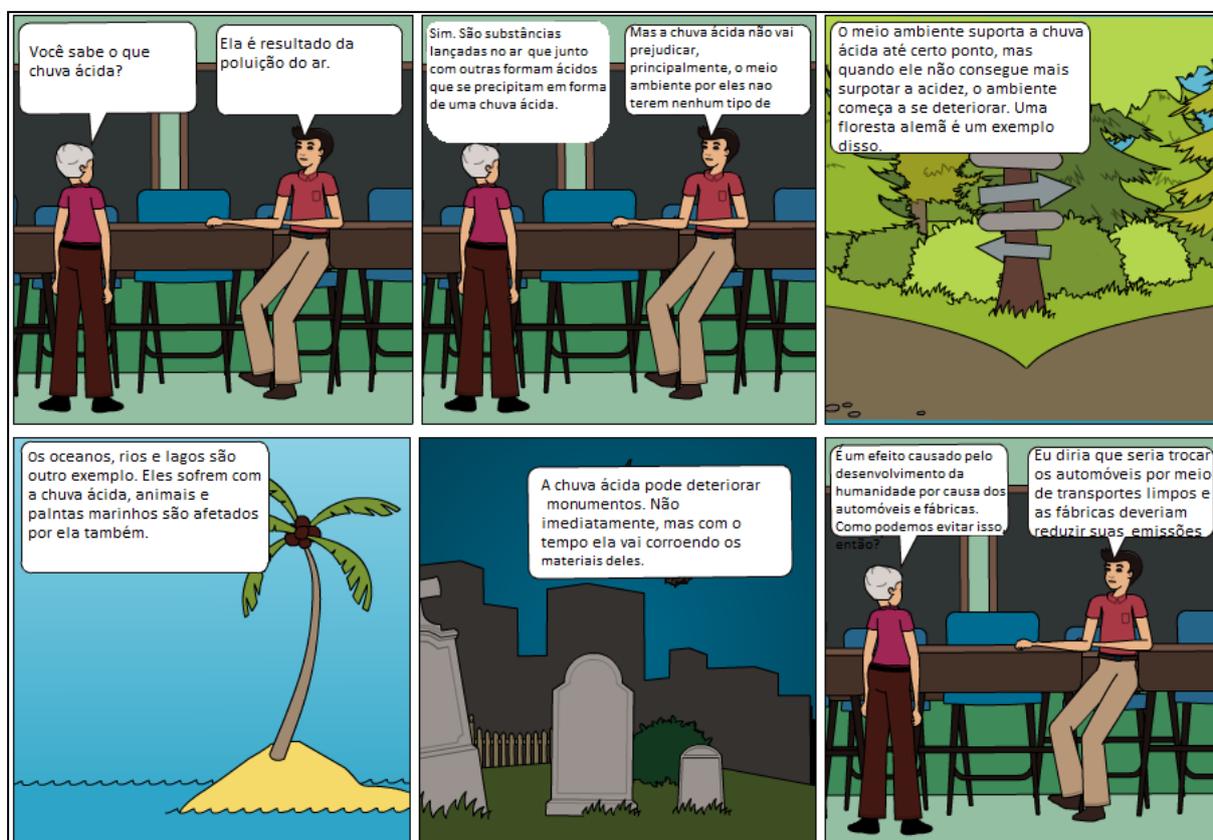


Figura 15 - História em quadrinhos do Grupo 04 feito no site Pixton Comics™.

TABELA 4.3.4 – Relação de alunos participantes do teste com questões subjetivas e múltipla sobre o tema Funções Inorgânicas e Chuva Ácida e porcentagem de alunos participantes.

Teste com questões subjetivas e múltipla escolha	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)
Funções Inorgânicas e Chuva Ácida	G1	04	100
	G2	08	100
	G3	08	100
	G4	06	100
Total	04	26	100

4.4. ANÁLISE DAS ATIVIDADES DO CONTEÚDO CINÉTICA QUÍMICA.

No seguimento, apresentam-se as tabelas inerentes aos alunos participantes das leituras e discussões, da atividade experimental, da construção das histórias em quadrinhos e a relação de alunos participantes do teste com questões subjetivas e de múltipla escolha sobre o tema Degradação da Camada de Ozônio do conteúdo Cinética Química.

TABELA 4.4.1 – Relação de alunos participantes das leituras e discussões de artigos e vídeos do conteúdo Cinética Química subsidiada pelo tema Degradação da Camada de Ozônio e porcentagem de alunos participantes.

Leitura, Exposição e discussão em grupo de um(01) artigo e um(01) vídeo sobre o tema seguido de perguntas endereçadas às equipes	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Tema: A Camada de ozônio dá Nobel	G1	04	100	10,0
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	10,0
	G4	06	100	10,0
Total	04	26	100	

TABELA 4.4.2 – Relação de alunos participantes da atividade experimental sobre o tema Degradação da Camada de Ozônio com entrega de relatórios do conteúdo Cinética Química e porcentagem de alunos participantes.

Atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Tema: Entendendo Ordens de Reação a partir de semelhança de Triângulos na Abordagem da EA subsidiada pela Aprendizagem Significativa de Ausubel	G1	04	100	10,0
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	10,0
	G4	06	100	10,0
Total	04	26	100	

TABELA 4.4.3 – Relação de alunos participantes da elaboração de uma(01) história em quadrinhos ou charge sobre o tema Degradação da Camada de Ozônio do conteúdo Cinética Química e porcentagem de alunos participantes.

Elaboração de uma(01) história em quadrinhos ou charge	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Tema: Degradação da Camada de Ozônio	G1	04	100	9,0
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	9,0
	G4	06	100	10,0
Total	04	26	100	

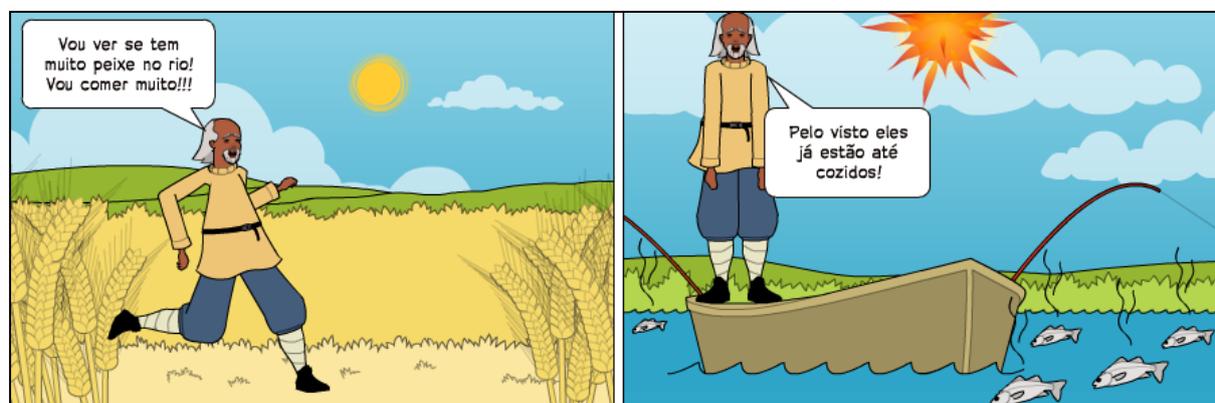


Figura 16 - História em quadrinhos do Grupo 01 feito no site Pixton Comics™.

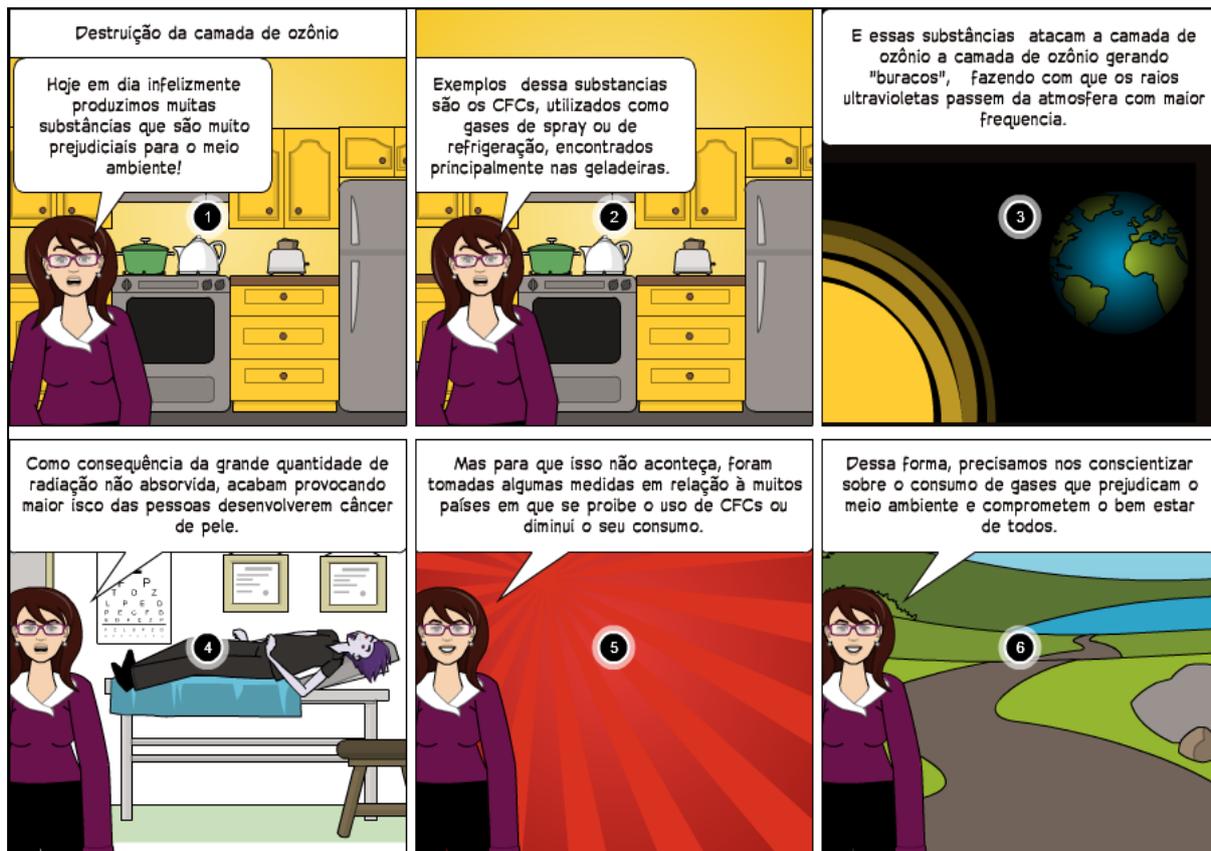


Figura 17 - História em quadrinhos do Grupo 02 feito no site Pixton Comics™.

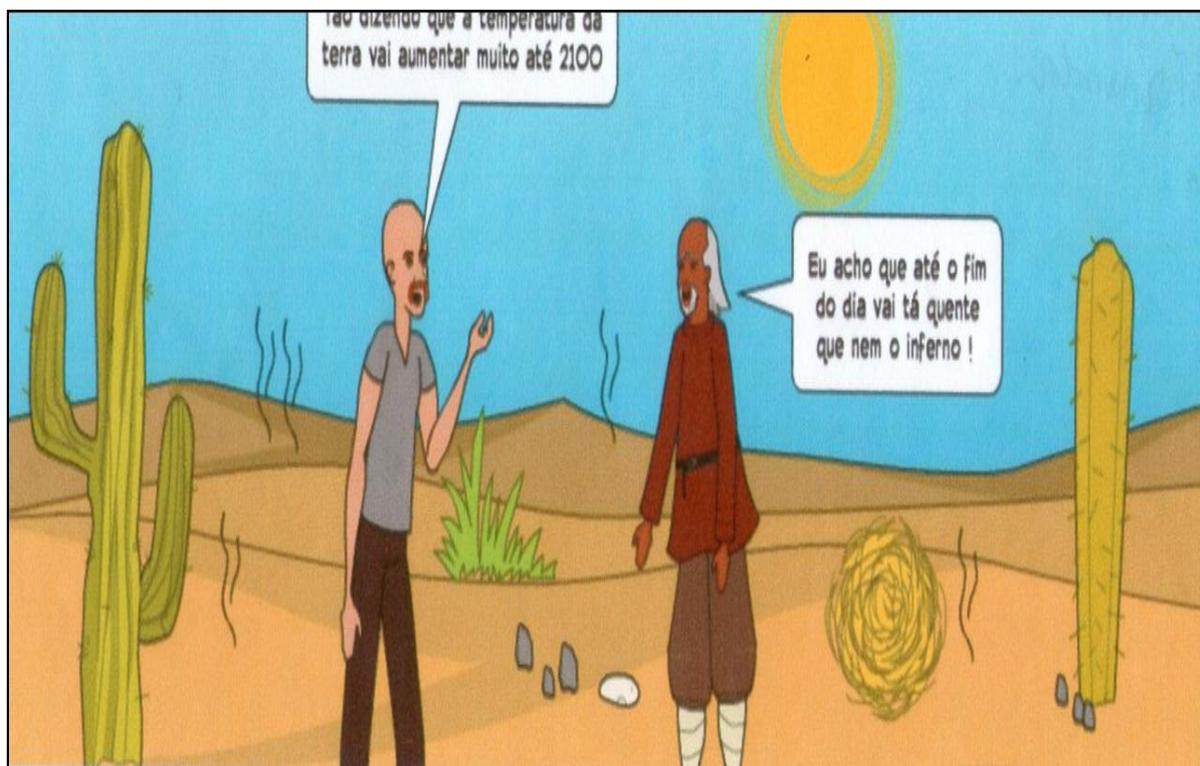


Figura 18 - História em quadrinhos do Grupo 03 feito no site Pixton Comics™

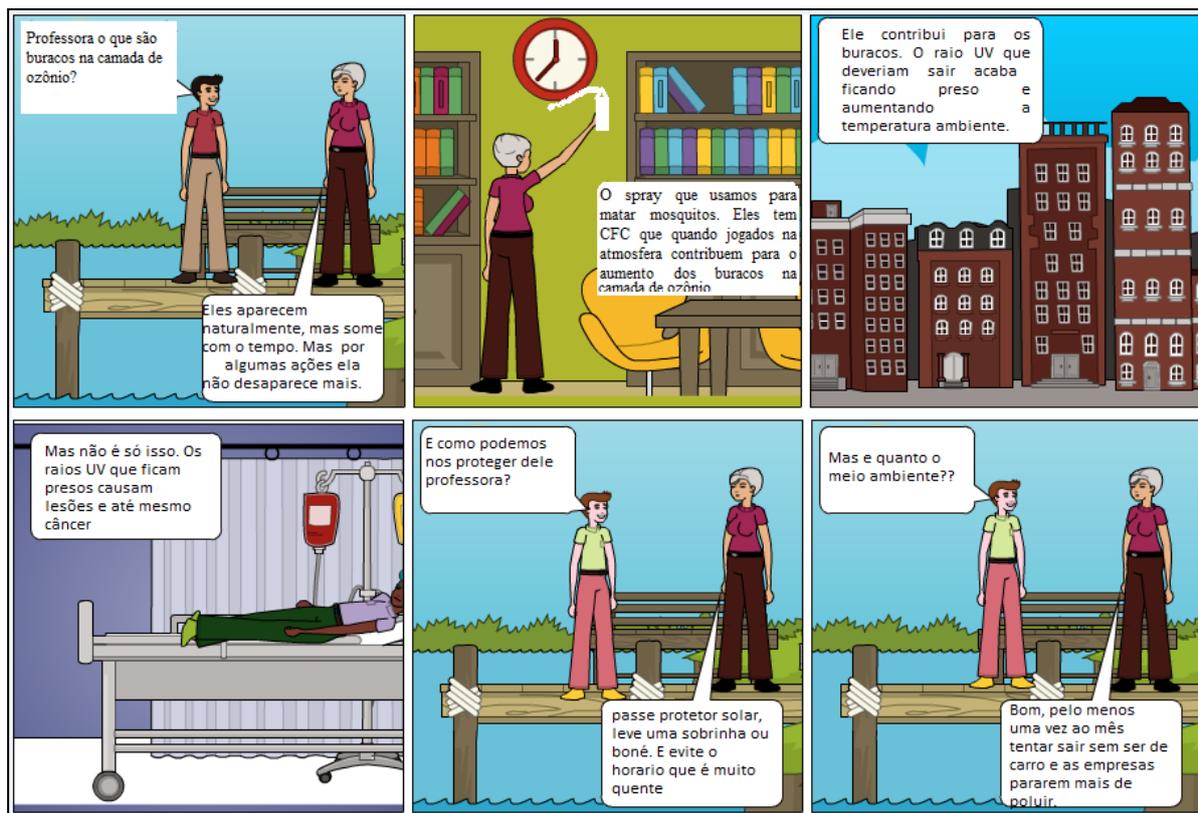


Figura 19 - História em quadrinhos do Grupo 04 feito no site Pixton Comics™.

TABELA 4.4.4 – Relação de alunos participantes do teste com questões subjetivas e múltipla sobre o tema Degradação da Camada de Ozônio do conteúdo Cinética Química e porcentagem de alunos participantes.

Teste com questões subjetivas e múltipla escolha	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)
Cinética Química e Degradação da Camada de Ozônio	G1	04	100
	G2	08	100
	G3	08	100
	G4	06	100
Total	04	26	100

4.5. ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS

A seguir apresentam-se tabelas de avaliação dos MCs sobre os conteúdos Soluções, Funções Inorgânicas e Cinética Química segundo os dez(10) parâmetros estabelecidos anteriormente.

A metodologia de análise dos mapas está dividida da seguinte forma:

- 1) Apresentação da tabela de avaliação com os respectivos conceitos. Cada categoria foi avaliada em 1,0 ponto. Há dez categoria totalizando 10,0 pontos. Tomou-se como média satisfatória o padrão 50%, ou seja, a metade do total permitido, ou seja, 5,0 pontos, conforme o trabalho de Lourenço (2008).
- 2) Discussão de aspectos relativos aos níveis de representação do conhecimento químico e ambiental, os quais são contemplados nos MCs.
- 3) Considerações sobre a estrutura dos MCs.

Os mapas objetos de estudo seguem a ordem estabelecida por atividades dos grupos nos tópicos Soluções, Cinética Química e Funções Inorgânicas.

4.5.1. ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS DO CONTEÚDO SOLUÇÕES

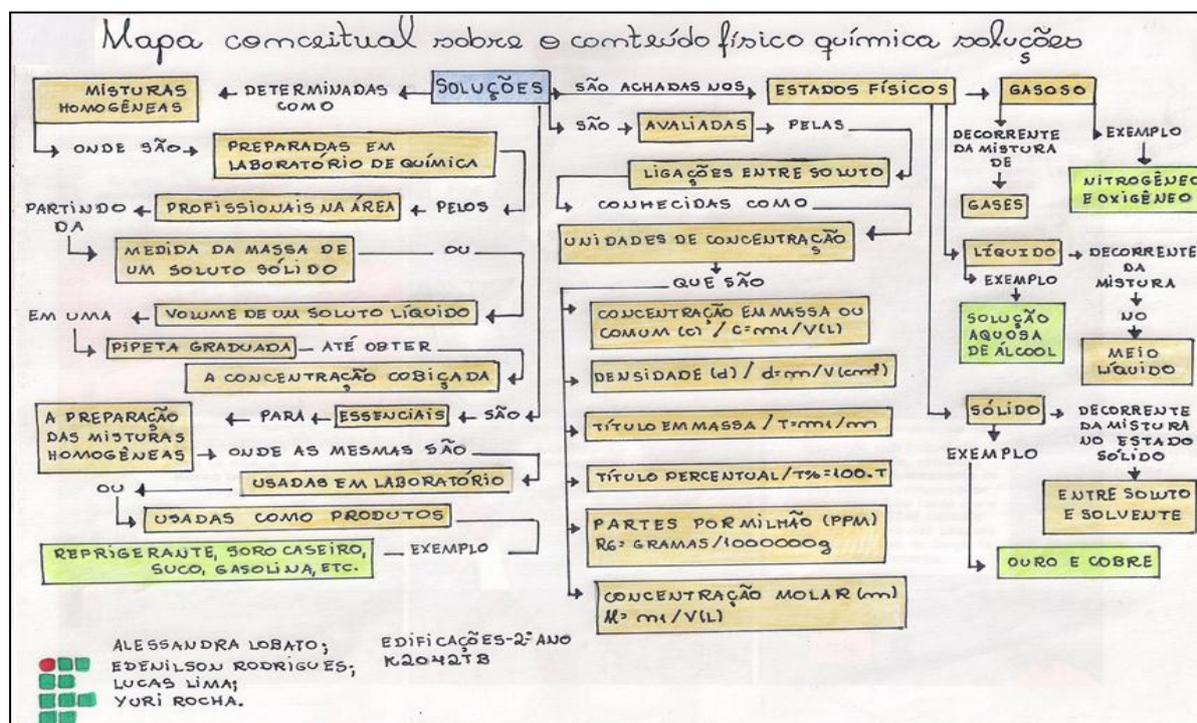


Figura 20 - Mapa Conceitual do Grupo 01

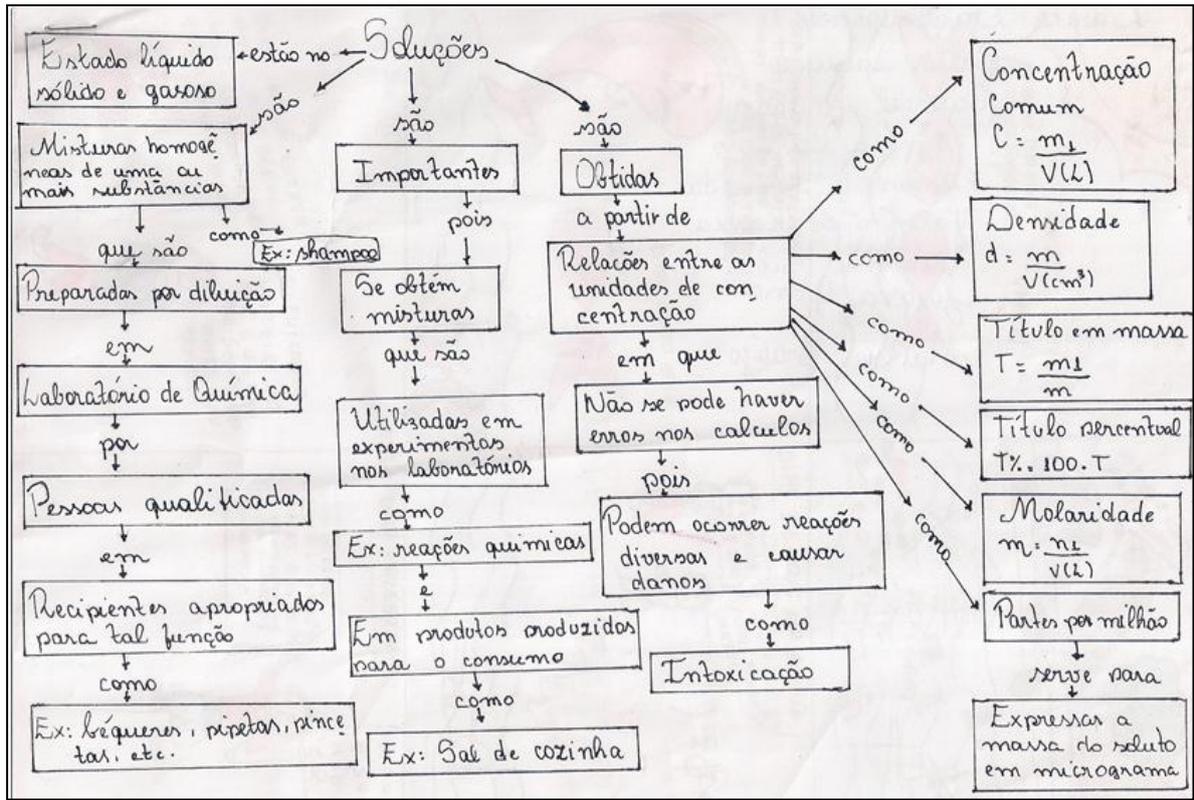


Figura 21 - Mapa conceitual do Grupo 02

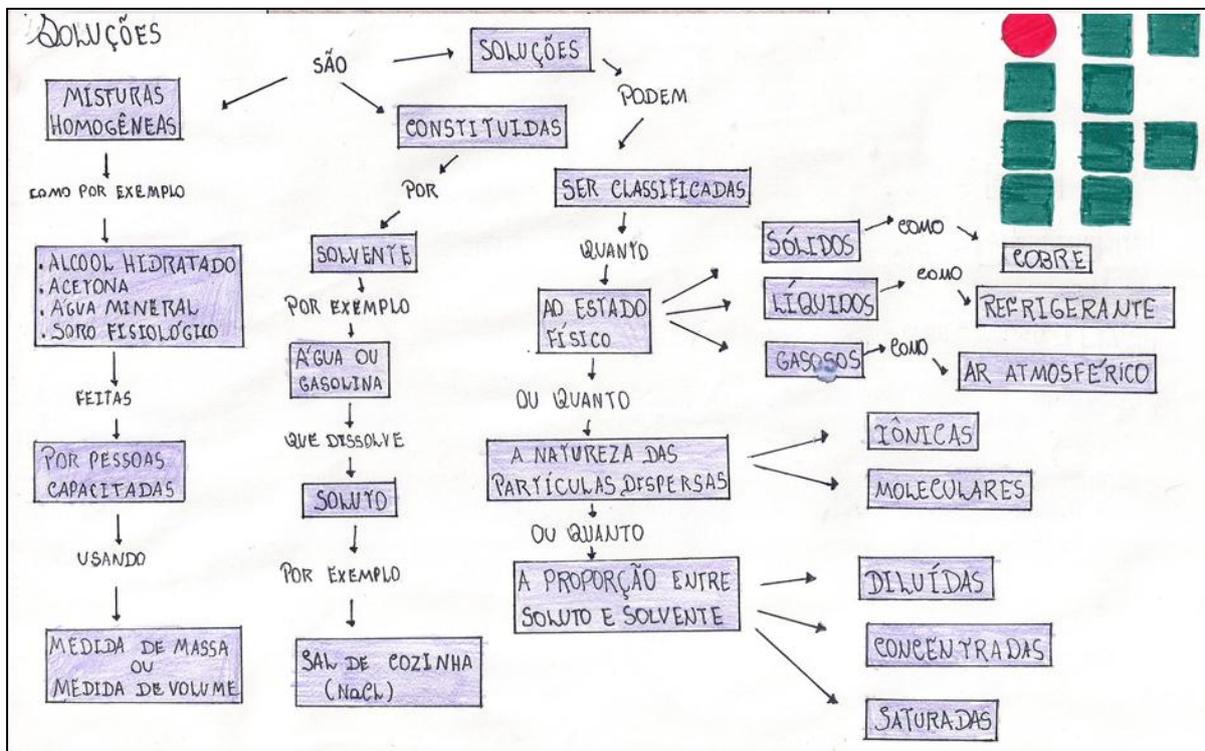


Figura 22 - Mapa conceitual do Grupo 03

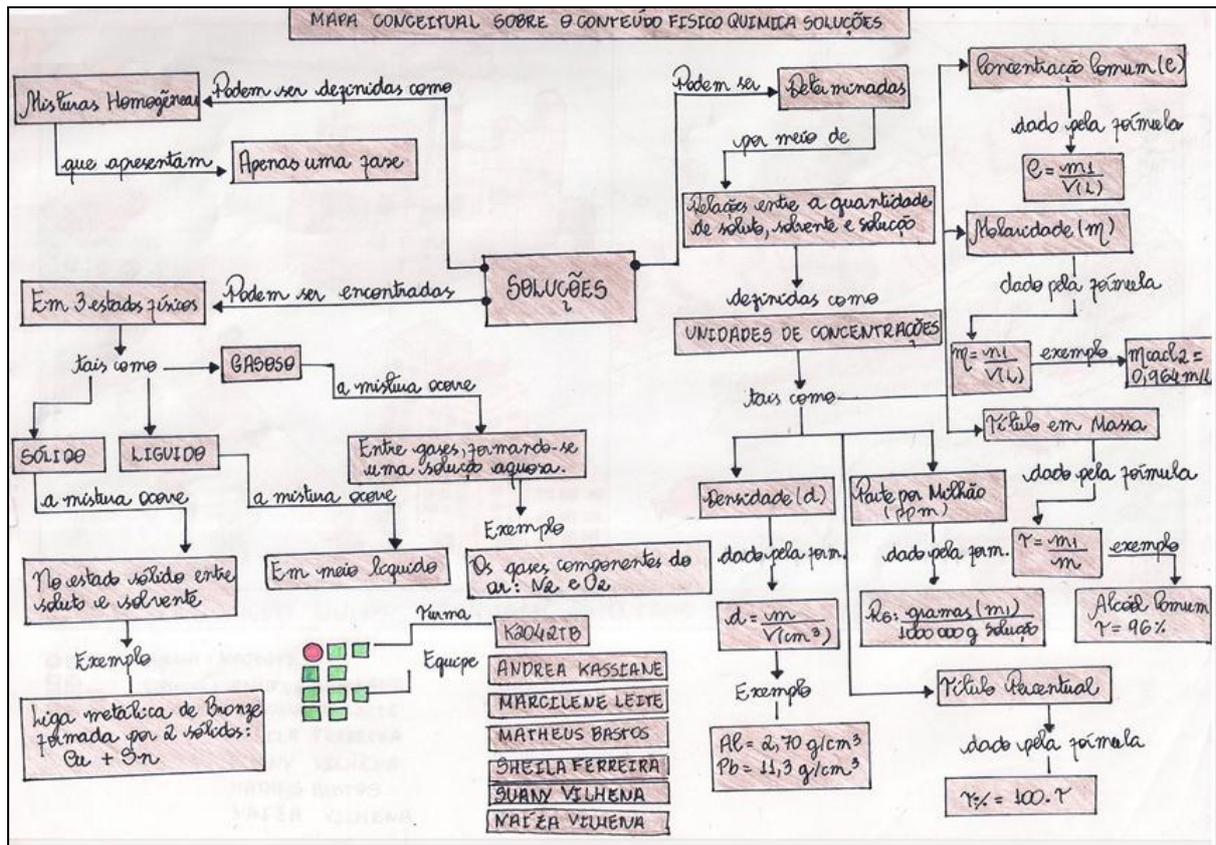


Figura 23 - Mapa conceitual do Grupo 04

TABELA 4.5.1.1 – Relação dos número de MCs elaborados pelos grupos, número de alunos participantes, porcentagem de alunos participantes e pontuação no conteúdo Soluções.

Construção de mapas conceituais	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Tema: Soluções	G1	04	100	9,5
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	10,0
	G4	06	100	10,0
Total	04	26	100	

TABELA 4.5.1.2 – Tabela de avaliação dos MCs sobre o conteúdo Soluções

GRUPOS	CATEGORIAS										PONTUAÇÃO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
G1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	9,5
G2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0
G3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0
G4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0
Frequência por categoria	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	

4.5.2. ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS DO CONTEÚDO FUNÇÕES INORGÂNICAS

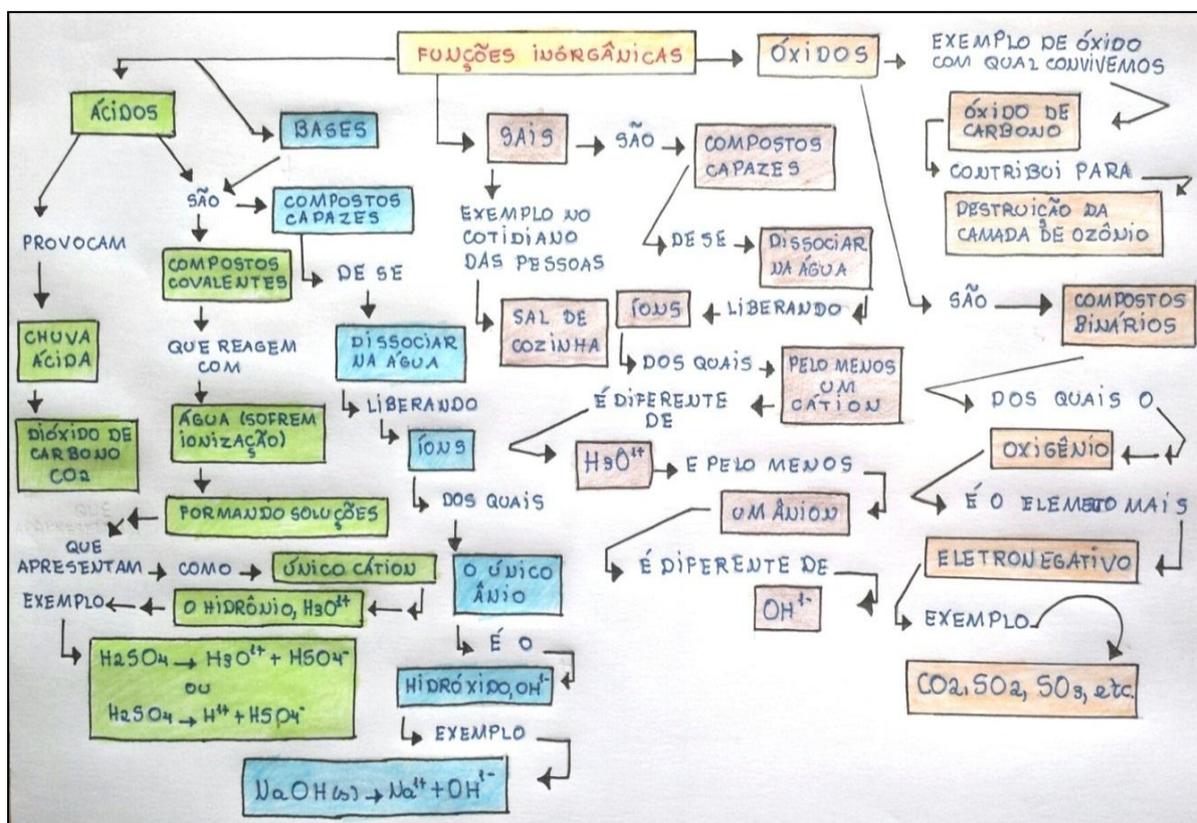


Figura 24 - Mapa conceitual do Grupo 01

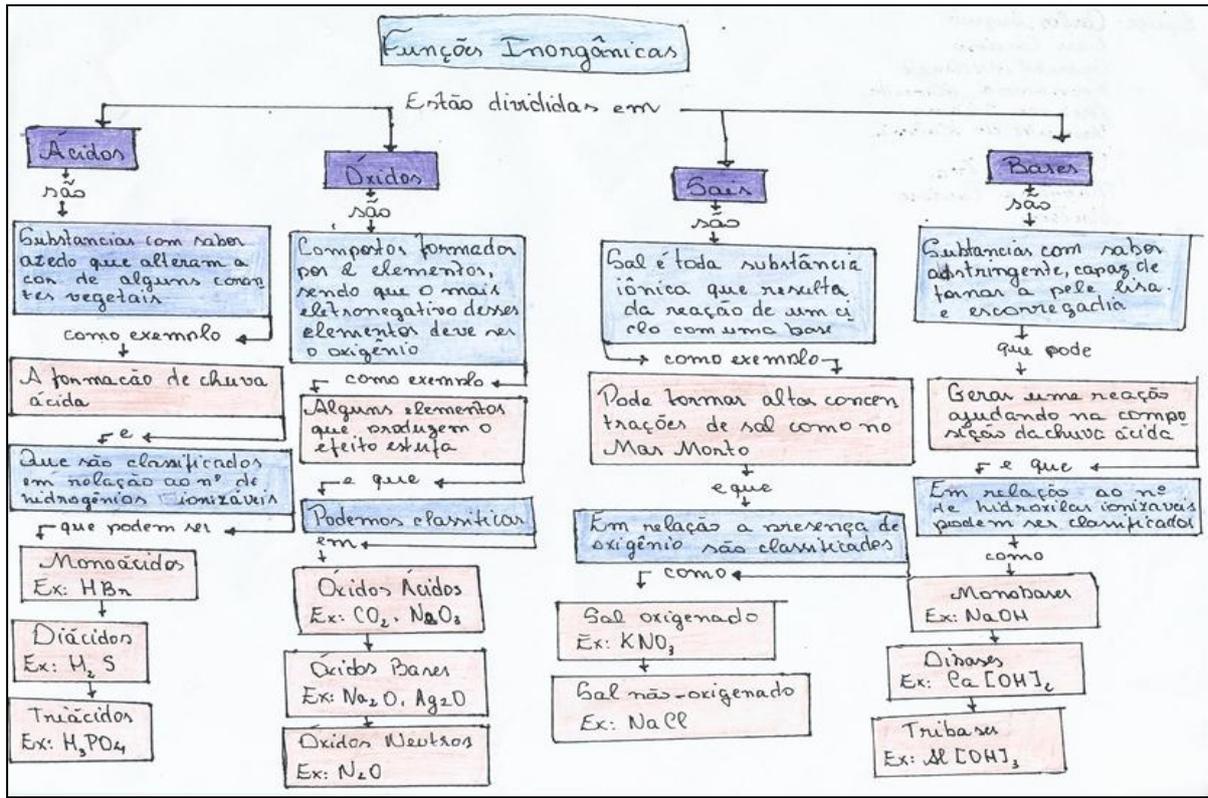


Figura 25 - Mapa conceitual do Grupo 02

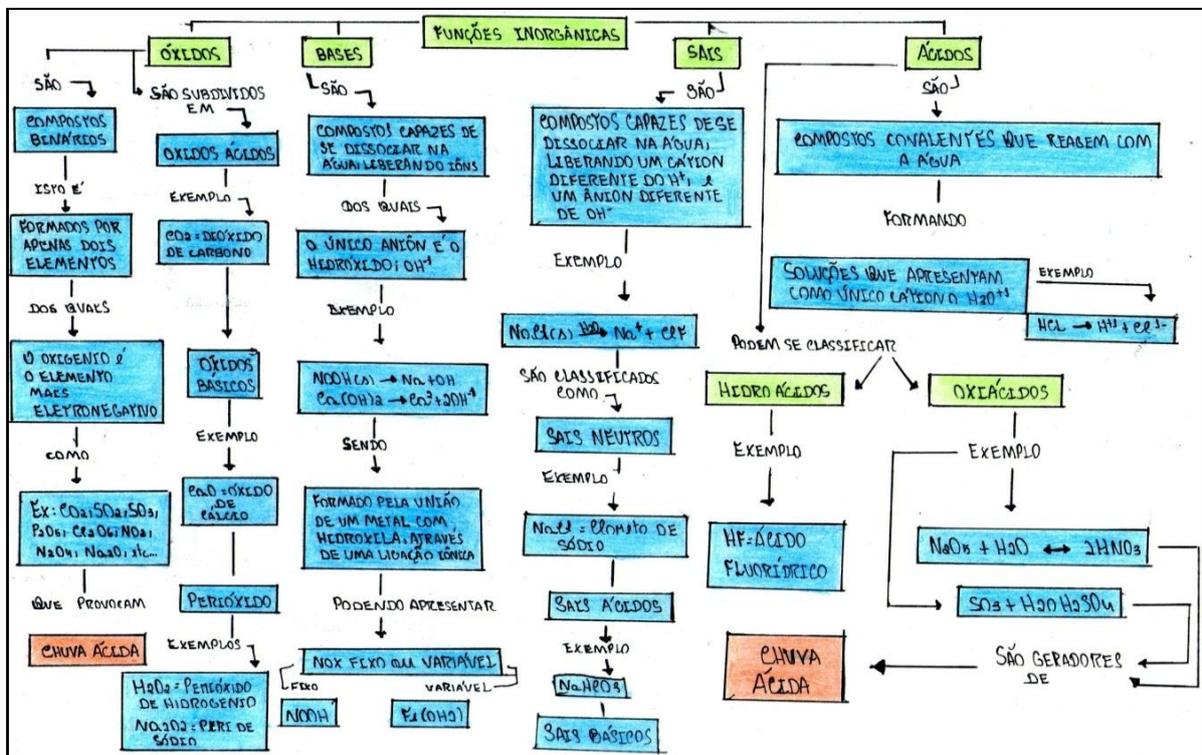


Figura 26 - Mapa conceitual do Grupo 03

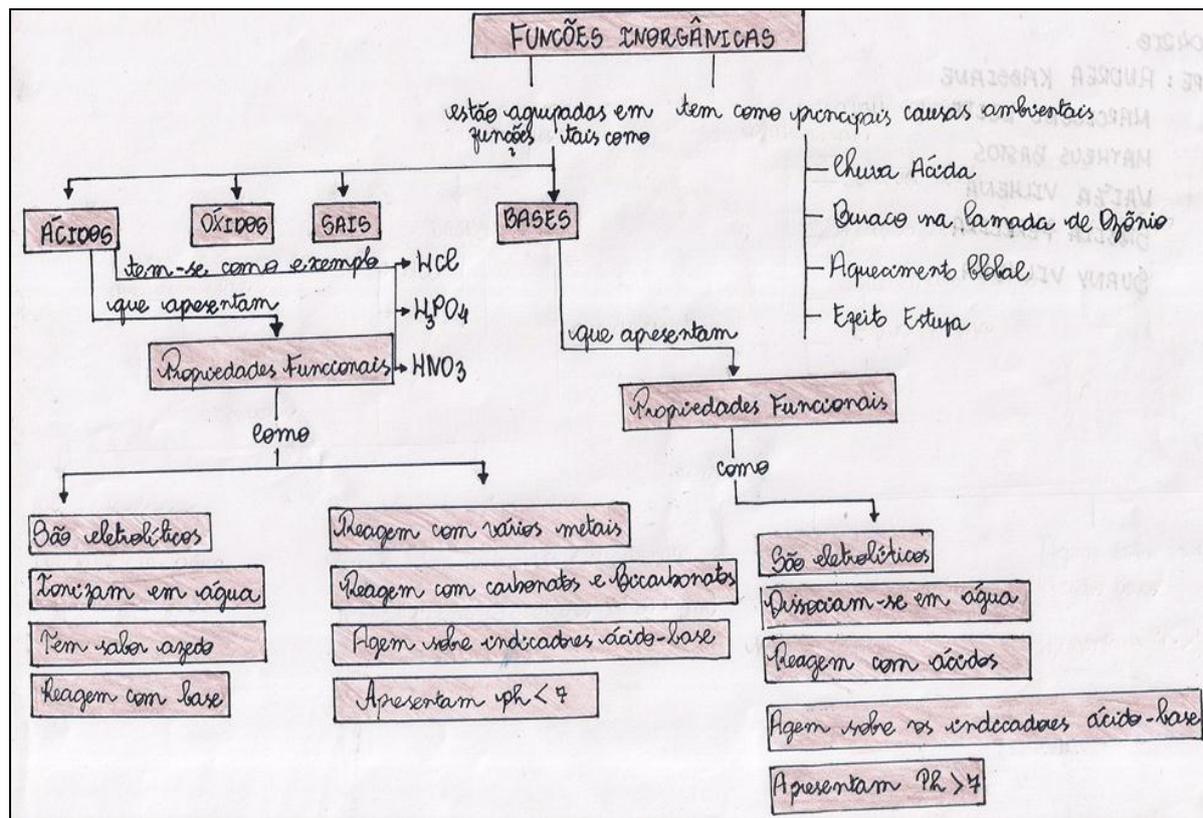


Figura 27 - Mapa conceitual do Grupo 04

TABELA 4.5.2.1 – Relação dos número de MCs elaborados pelos grupos, número de alunos participantes, porcentagem de alunos participantes e pontuação no conteúdo Funções Inorgânicas

Construção de mapas conceituais	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Conteúdo: Funções Inorgânicas	G1	04	100	10,0
	G2	08	100	9,5
	G3	08	100	10,0
	G4	06	100	9,0
Total	04	26	100	

TABELA 4.5.2.2 – Tabela de avaliação dos MCs sobre o conteúdo Funções Inorgânicas

GRUPOS	CATEGORIAS										PONTUAÇÃO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
G1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0
G2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	9,5
G3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0
G4	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	9,0
Frequência por categoria	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0	

4.5.3. ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS DO CONTEÚDO CINÉTICA QUÍMICA

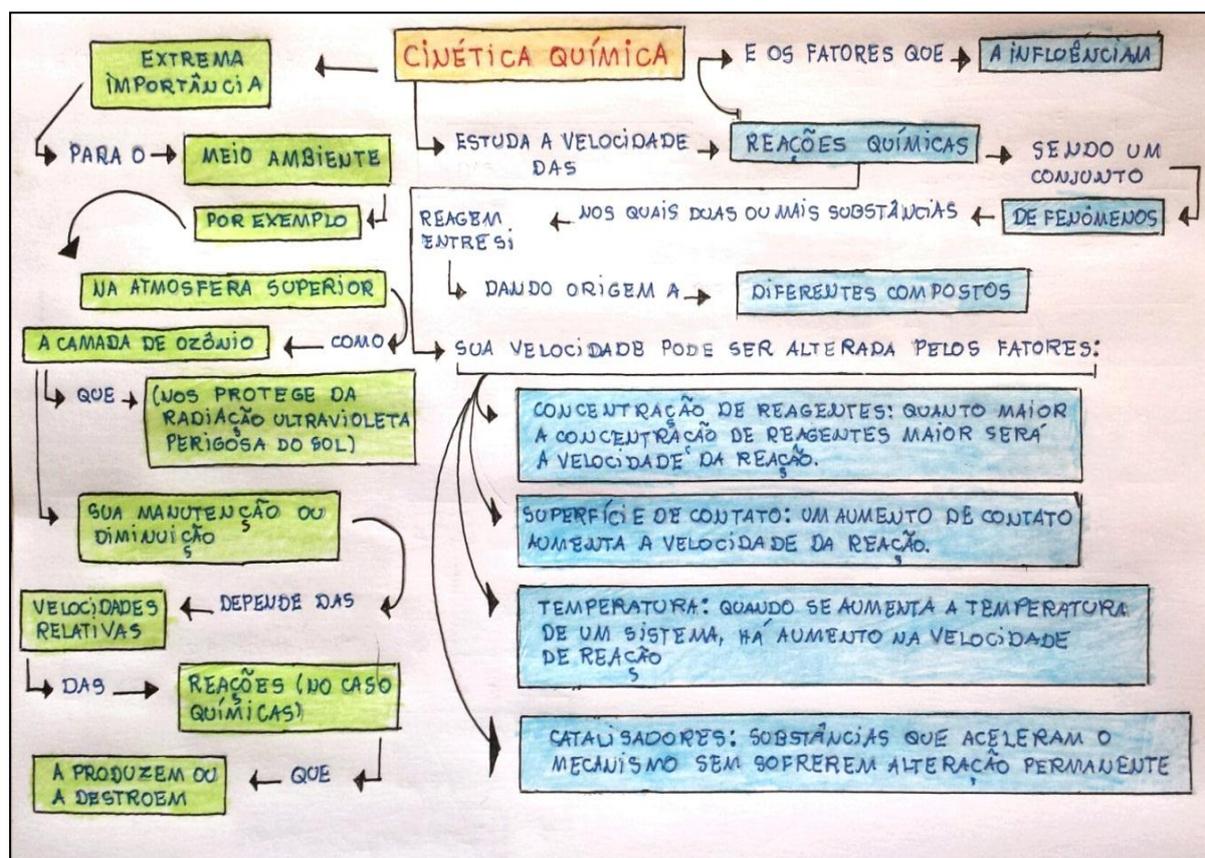


Figura 28 - Mapa conceitual do Grupo 01

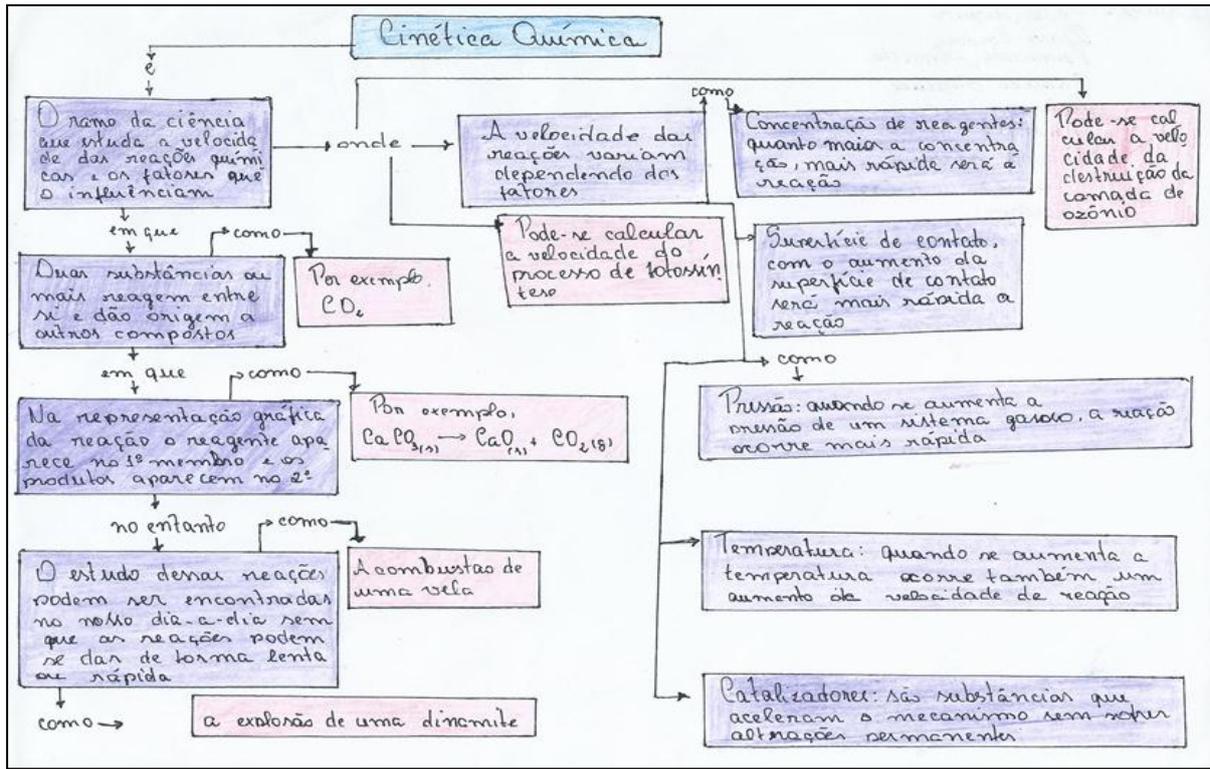


Figura 29 - Mapa conceitual do Grupo 02

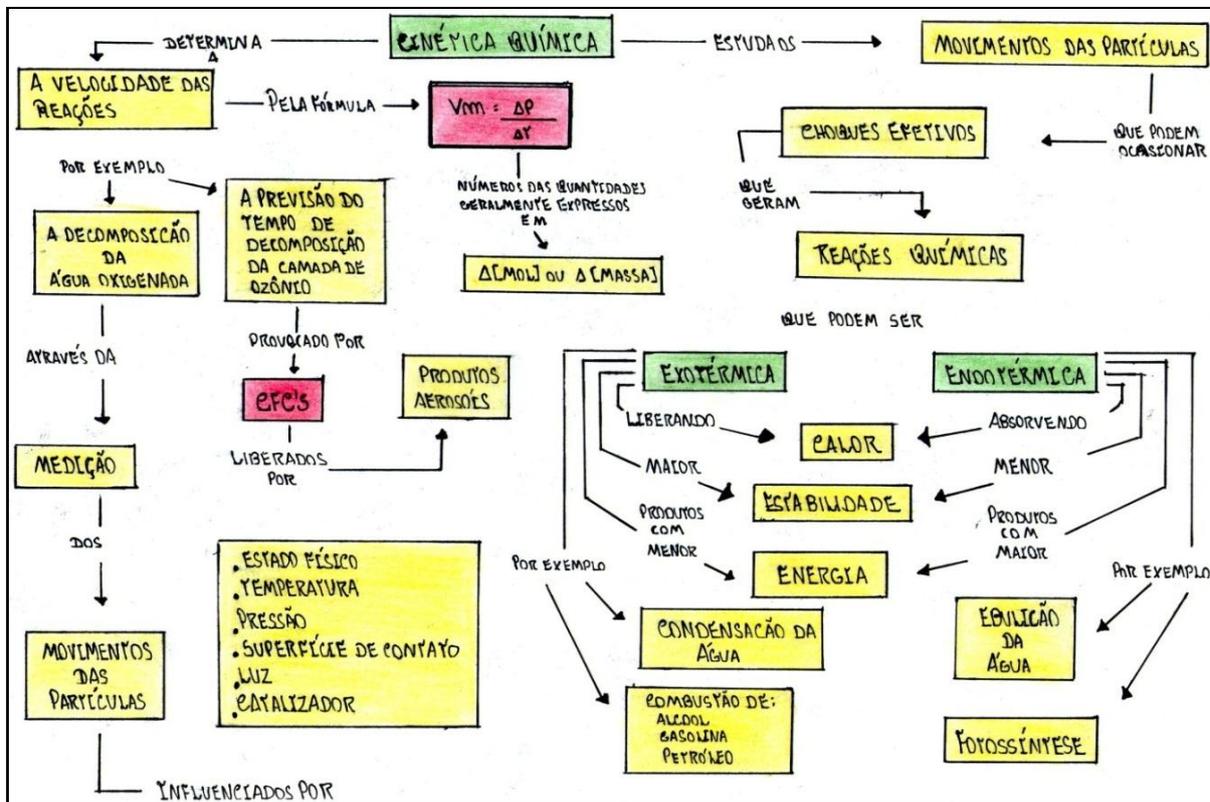


Figura 30 - Mapa conceitual do Grupo 03

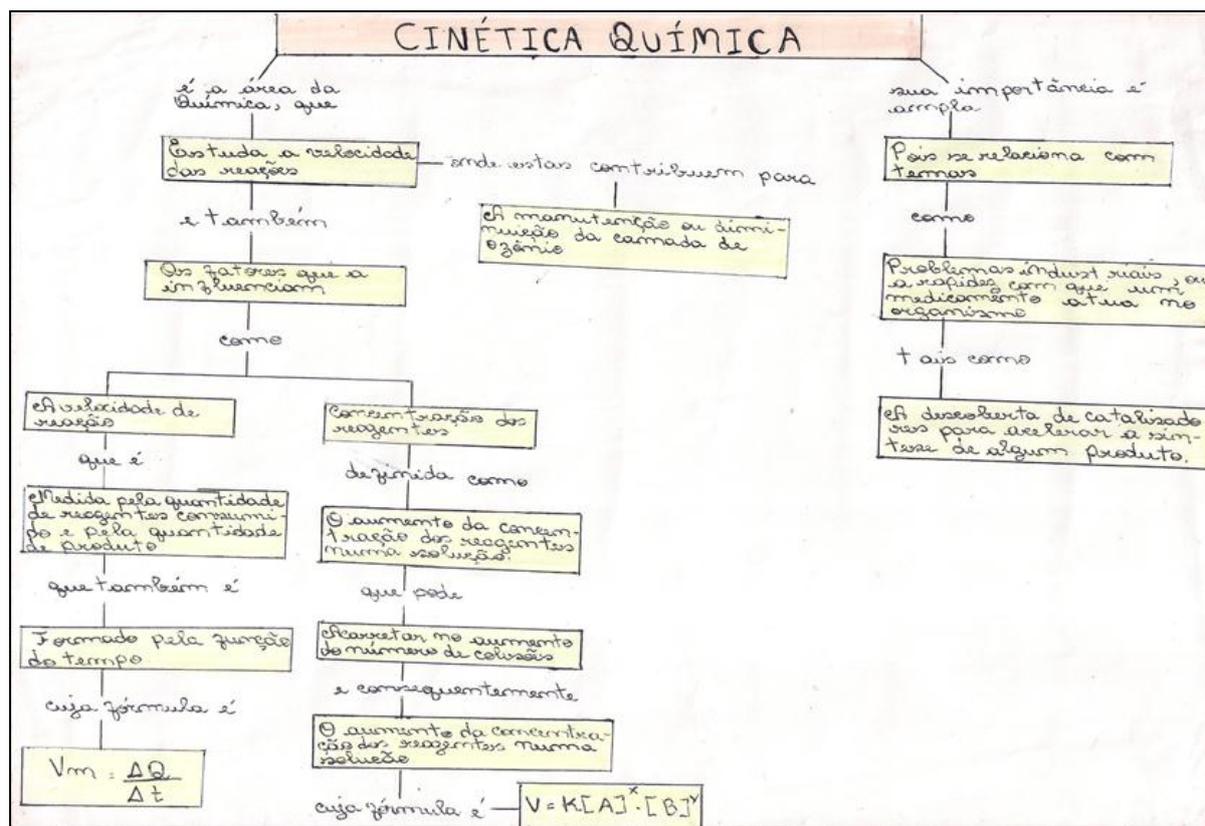


Figura 31 - Mapa conceitual do Grupo 04

TABELA 4.5.3.1 – Relação dos número de MCs elaborados pelos grupos, número de alunos participantes, porcentagem de alunos participantes e pontuação no conteúdo Cinética Química

Construção de mapas conceituais	Grupos	Total de alunos participantes	Porcentagem de alunos participantes (em %)	Pontuação
Conteúdo: Cinética Química	G1	04	100	10,0
	G2	08	100	10,0
	G3	08	100	10,0
	G4	06	100	9,5
Total	04	26	100	

TABELA 4.5.3.2 – Tabela de avaliação dos MCs sobre o conteúdo Cinética Química

GRUPOS	CATEGORIAS										PONTUAÇÃO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
G1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0
G2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0
G3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0
G4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	9,5
Frequência por categoria	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	

Vale ressaltar que estas atividades anteriores tinham caráter qualitativo, e, apesar de parecer uma uniformidade em relação aos valores quantitativos a elas atribuídas, oscilando entre 9,5 e 10,0 pontos, preferiu-se atribuir-lhes tais valores em virtude da grande dificuldade, esmero e aplicação deste grupo de alunos em análise, pois, para todos os envolvidos estas técnicas eram novas e necessitaram serem aprendidas e aperfeiçoadas.

A seguir é apresentado o total dos resultados em tabelas para as atividades orientadas segundo as abordagens EA, CTSA, e Aprendizagem Significativa de Ausubel para o conteúdo Soluções, Funções Inorgânicas e Cinética Química.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

TABELA 4.5.4 – Relação de atividades contempladas, número de mapas confeccionados e alunos participantes, Pontuação Média dos Grupos e Crescimento e/ou decréscimo do Ensino Aprendizagem no conteúdo Soluções.

Grupos da turma do 2º ano de Edificações do Instituto Federal do Pará(IFPA)	Atividades orientadas segundo as abordagens EA, CTSA e Aprendizagem Significativa de Ausubel para o conteúdo Soluções						Crescimento ou decréscimo do ensino aprendizagem aplicando a abordagem EA e CTSA em comparação com a nota 7,0 dada pela expressão: CD = $(\frac{M - 7}{7}) \times 100$	
	P1=10,0 pontos	P2=10,0 pontos	P3=10,0 pontos	P4=10,0 pontos		P5=10,0 pontos		Média(M)
	Leitura, Exposição e discussão em grupo de um(01) artigo e um(01) vídeo sobre o tema seguido de perguntas endereçadas às equipes	Atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios	Elaboração de uma(01) estória em quadrinhos ou charge sobre o tema Contaminação por Metais Pesados	Teste com questões subjetivas e múltipla escolha individual		Construção de mapas conceituais		
G1	10,0	10,0	10,0	A1	8,0	9,5	9,5	35,71%
				A2	2,0		8,3	18,57%
				A3	4,0		8,7	24,28%
				A4	8,0		9,5	35,71%
G2	10,0	10,0	10,0	A5	2,0	10,0	8,4	20%
				A6	4,0		8,8	25,71%
				A7	2,0		8,4	20%
				A8	6,0		9,2	31,42%
				A9	4,0		8,8	25,71%
				A10	4,0		8,8	25,71%
				A11	4,0		8,8	25,71%
G3	10,0	10,0	10,0	A13	6,0	10,0	9,2	31,42%
				A14	6,0		9,2	31,42%
				A15	8,0		9,6	37,14%
				A16	4,0		8,8	25,71%
				A17	2,0		8,4	20%
				A18	4,0		8,8	25,71%
				A19	6,0		9,2	31,42%
G4	10,0	10,0	10,0	A21	8,0	10,0	9,6	37,14%
				A22	8,0		9,6	37,14%
				A23	2,0		8,4	20%
				A24	8,0		9,6	37,14%
				A25	8,0		9,6	37,14%
				A26	6,0		9,2	31,42%

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

TABELA 4.5.5 – Relação de atividades contempladas, número de mapas confeccionados e alunos participantes, Pontuação Média dos Grupos e Crescimento e/ou decréscimo do Ensino Aprendizagem no conteúdo Funções Inorgânicas.

Grupos da turma do 2º ano de Edificações do Instituto Federal do Pará(IFPA)	Atividades orientadas segundo as abordagens EA, CTSA e Aprendizagem Significativa de Ausubel para o conteúdo Funções Inorgânicas.						Crescimento ou decréscimo do ensino aprendizagem aplicando a abordagem EA e CTSA em comparação com a nota 7,0 dada pela expressão: CD = $(\frac{M - 7}{7}) \times 100$	
	P1=10,0 pontos	P2=10,0 pontos	P3=10,0 pontos	P4=10,0 pontos	P5=10,0 pontos	Média(M)		
	Leitura, Exposição e discussão em grupo de um(01) artigo e um(01) vídeo sobre o tema seguido de perguntas endereçadas às equipes	Atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios	Elaboração de uma(01) estória em quadrinhos ou charge sobre o tema Contaminação por Metais Pesados	Teste com questões subjetivas e múltipla escolha individual	Construção de mapas conceituais			
G1	10,0	10,0	9,0	A1	8,0	10,0	9,4	34,28%
				A2	8,0		9,4	34,28%
				A3	6,0		9,0	28,57%
				A4	8,0		9,4	34,28%
G2	10,0	10,0	10,0	A5	8,0	9,5	9,5	35,71%
				A6	6,0		9,1	30,00%
				A7	8,0		9,5	35,71%
				A8	6,0		9,1	30,00%
				A9	8,0		9,5	35,71%
				A10	8,0		9,5	35,71%
				A11	6,0		9,1	30,00%
				A12	6,0		9,1	30,00%
G3	10,0	10,0	9,0	A13	8,0	10,0	9,4	34,28%
				A14	8,0		9,4	34,28%
				A15	8,0		9,4	34,28%
				A16	8,0		9,4	34,28%
				A17	10,0		9,8	40,00%
				A18	8,0		9,4	34,28%
				A19	8,0		9,4	34,28%
				A20	8,0		9,4	34,28%
G4	10,0	10,0	10,0	A21	8,0	9,0	9,4	34,28%
				A22	8,0		9,4	34,28%
				A23	8,0		9,4	34,28%
				A24	8,0		9,4	34,28%
				A25	8,0		9,4	34,28%
				A26	8,0		9,4	34,28%

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

TABELA 4.5.6 – Relação de atividades contempladas, número de mapas confeccionados e alunos participantes, Pontuação Média dos Grupos e Crescimento e/ou decréscimo do Ensino Aprendizagem no conteúdo Cinética Química.

Grupos da turma do 2º ano de Edificações do Instituto Federal do Pará(IFPA)	Atividades orientadas segundo as abordagens EA, CTSA e Aprendizagem Significativa de Ausubel para o conteúdo Cinética Química.					Média(M)	Crescimento ou decréscimo do ensino aprendizagem aplicando a abordagem EA e CTSA em comparação com a nota 7,0 dada pela expressão: CD = $(\frac{M - 7}{7}) \times 100$	
	P1=10,0 pontos	P2=10,0 pontos	P3=10,0 pontos	P4=10,0 pontos	P5=10,0 pontos			
	Leitura, Exposição e discussão em grupo de um(01) artigo e um(01) vídeo sobre o tema seguido de perguntas endereçadas às equipes	Atividade experimental sobre o tema com entrega de relatórios	Elaboração de uma(01) estória em quadrinhos ou charge sobre o tema Contaminação por Metais Pesados	Teste com questões subjetivas e múltipla escolha individual	Construção de mapas conceituais			
G1	10,0	10,0	9,0	A1	8,0	10,0	9,4	34,28%
				A2	8,0		9,4	34,28%
				A3	8,0		9,4	34,28%
				A4	8,0		9,4	34,28%
G2	10,0	10,0	10,0	A5	8,0	10,0	9,6	37,14%
				A6	8,0		9,6	37,14%
				A7	8,0		9,6	37,14%
				A8	8,0		9,6	37,14%
				A9	8,0		9,6	37,14%
				A10	8,0		9,6	37,14%
				A11	8,0		9,6	37,14%
G3	10,0	10,0	9,0	A13	8,0	10,0	9,4	34,28%
				A14	6,0		9,0	28,57%
				A15	8,0		9,4	34,28%
				A16	8,0		9,4	34,28%
				A17	10,0		9,0	28,57%
				A18	8,0		9,4	34,28%
				A19	8,0		9,4	34,28%
				A20	8,0		9,4	34,28%
G4	10,0	10,0	10,0	A21	8,0	9,5	9,5	35,71%
				A22	8,0		9,5	35,71%
				A23	8,0		9,5	35,71%
				A24	10,0		9,9	41,42%
				A25	10,0		9,9	41,42%
				A26	8,0		9,5	35,71%

4.6. ANÁLISE GRÁFICA DO CRESCIMENTO DO ENSINO APRENDIZAGEM EM COMPARAÇÃO COM O VALOR MÁXIMO DE 42,85% EM FUNÇÃO DA MÉDIA 7,0.

Nos gráficos abaixo, evidencia-se o sucesso da avaliação continuada, ou seja, a avaliação diagnóstica, ou inicial; a avaliação contínua, ou formativa e a avaliação final, da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e da aplicação e inserção da EA e da CTSA, pois, todos os alunos alcançaram média acima do valor 7,0 pontos estabelecido como a mínima para a aprovação no IFPA, sendo que a menor nota foi 8,3 que corresponde ao CD=18,57% e a maior nota 9,9 correspondente ao maior CD=41,42%. Obteve-se uma média de notas por conteúdos iguais a:

- Conteúdo Soluções: 9,030
- Conteúdo Funções Inorgânicas: 9,3692
- Conteúdo Cinética Química: 9,4846

Esses valores corroboraram o fato de que os alunos manifestaram uma disposição para a aprendizagem significativa, ou seja, uma disposição para relacionar, de forma não arbitrária e substantiva, os novos materiais as suas estruturas cognitivas (Ausubel *et al.*, 1980: 34) e o fato de que com o andamento da pesquisa e a familiaridade com as metodologias, o aperfeiçoamento contínuo das ações pelos estudantes se daria cada vez mais, de forma ascendente.

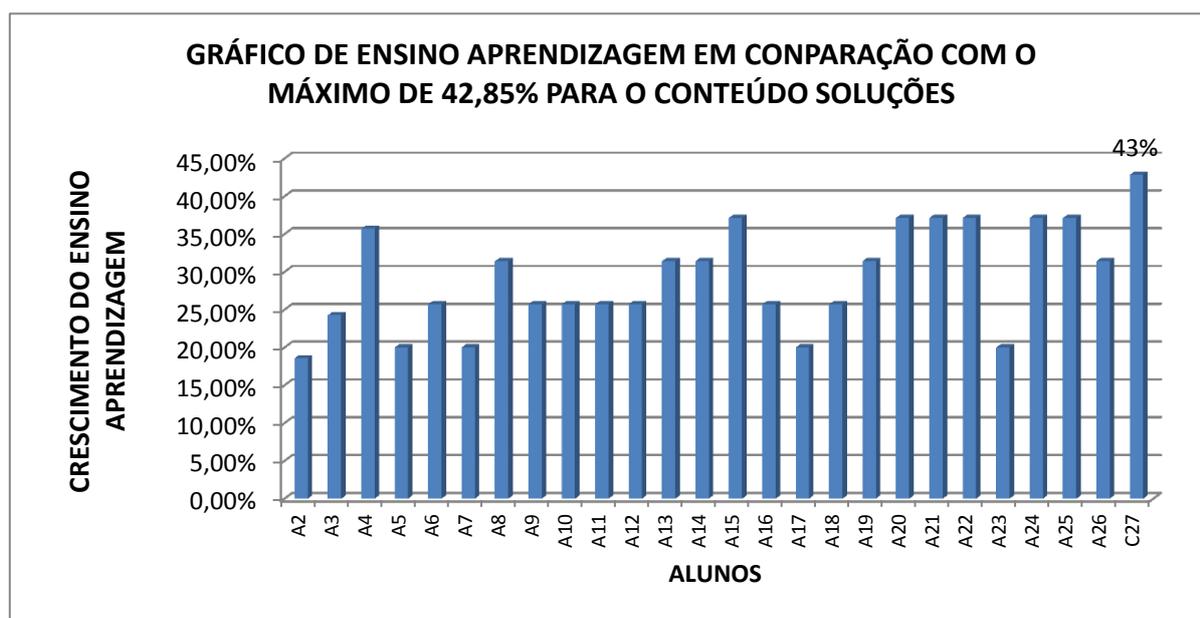


Figura 32 - Gráfico de crescimento do ensino aprendizagem para Soluções.

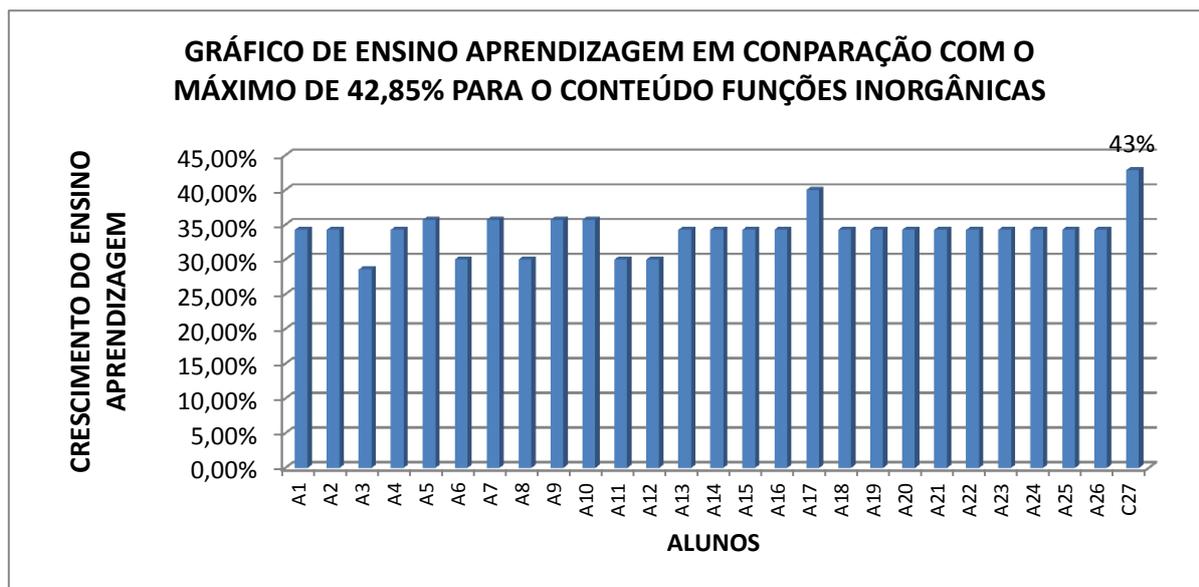


Figura 33 - Gráfico de crescimento do ensino aprendizagem para Funções Inorgânicas.

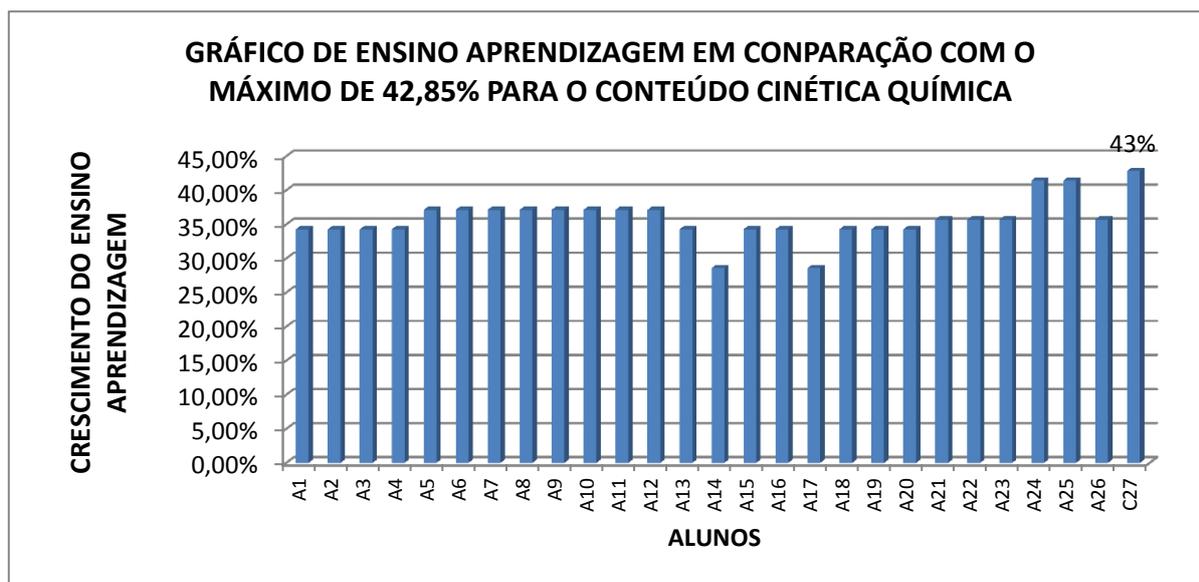


Figura 34 - Gráfico de crescimento do ensino aprendizagem para Cinética Química.

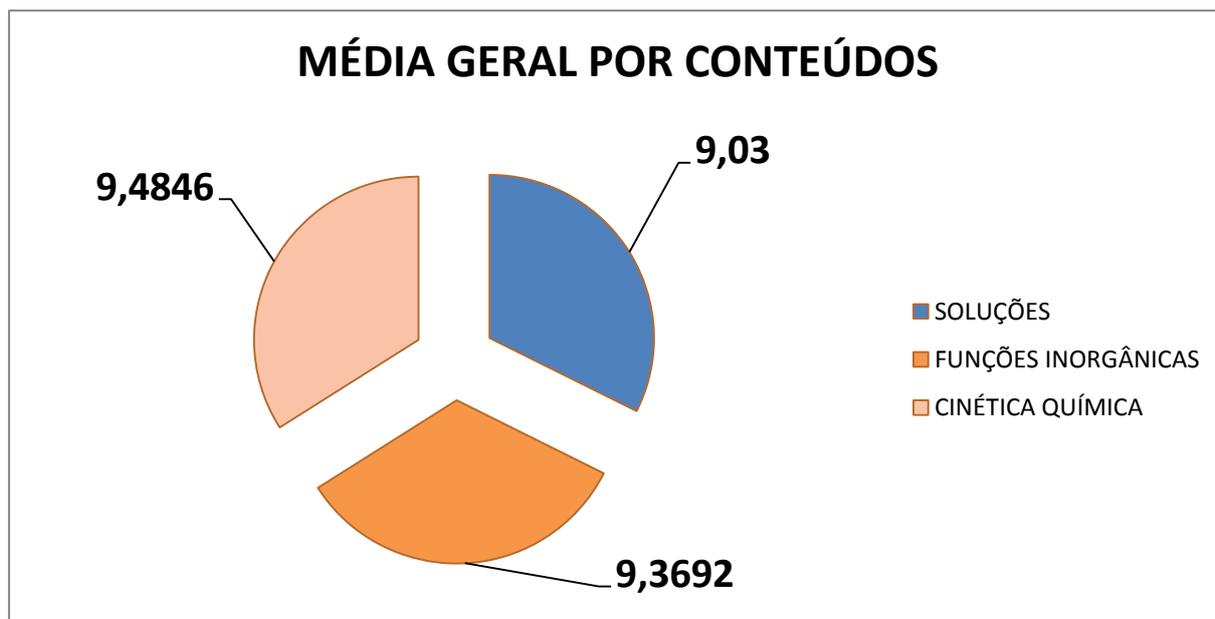


Figura 35 - Gráfico das médias gerais obtidas para cada conteúdo

4.7. AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PELOS ESTUDANTES

No tocante aos alunos, evidenciou-se ampla satisfação e enriquecimento dos seus conhecimentos apesar de todos terem afirmado que o trabalho executado foi bastante dispendioso. Nos muitos relatos houve a petição de continuidade da forma de ensino e avaliação.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

5

EDUCAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-
SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA): UTILIZAÇÃO DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS
COMO SUPORTE METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS EDUCACIONAIS
EM QUÍMICA

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo 5 foi estruturado com o intento de apresentar as conclusões referentes a esta pesquisa e, em seguida, expor as considerações finais. Abriga também, um panorama do impacto educacional que o estudo trouxe a instituição onde se realizou a pesquisa e à comunidade.

5.1. CONCLUSÕES

Pelos resultados, conclui-se que a EA segundo a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente (CTSA) com a utilização de problemáticas ambientais como suporte metodológico para construção de cenários educacionais em Química, auxiliada pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel com a construção de histórias em quadrinhos, mapas conceituais, leituras de artigos e utilização de experimentos, simulações e vídeos, mostrou-se extremamente válida para examinar a organização intelectual que os alunos assimilaram após um período instrucional. Os resultados vão de encontro com à teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a qual propõe que a aprendizagem somente será significativa se os estudantes estiverem predispostos a aprenderem com entendimento; em outras palavras, se forem instruídos e incentivados a aprenderem significativamente em detrimento a uma aprendizagem mecânica. Isto tudo se deu pelo esforço amplamente observado nos educandos que procuraram um aprendizado consciente e significante.

Sobre as atividades experimentais, trabalhou-se com temáticas bem simples e constantes no bojo das problemáticas ambientais. Um esforço muito grande foi laborado quando da realização da atividade concernente à Cinética Química, pois, foi desenvolvida uma técnica simples de determinação de ordens de reação sem a utilização de regressão linear, assunto complexo e distante da realidade matemática do ensino médio brasileiro, fato evidenciado pela utilização triângulos e do conceito de tangente. O mesmo pode-se afirmar sobre a atividade da realização de uma chuva ácida, quando se utilizaram reagentes simples e o escapamento de um carro. A utilização de vídeos e artigos também auxiliou no entendimento dos conceitos da EA.

No que tange a avaliação dos MCs, este trabalho apresentou uma metodologia que contempla tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos associados ao montante da avaliação.

Vale ressaltar que os suportes educacionais diversificados de ensino contemplados neste estudo foram muito bem aceitos pelos estudantes, o que evidencia por parte dos aprendizes uma preferência por caminhos que fujam da rotina monótona do quadro e giz ou do quadro e pincel que são bastante comuns nas escolas públicas e/ou particulares do Brasil.

5.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou evidente com este trabalho que os maus resultados da educação de uma forma geral indicam uma formação inicial frágil, descontextualizada, não interdisciplinar e mecânica por qual passam muitos dos professores nas universidades ou faculdades no Brasil na área de Química. Todo um contexto cerceado por infraestrutura inadequada, recursos materiais insuficientes ou inexistentes, políticas educacionais que não favorecem os professores e alunos acabam levando o ensino de forma geral e em particular o de Química a resultados alarmantes sob o ponto de vista dos índices de rendimento. Apesar de tudo isso, com a adoção de estratégias de ensino inovadoras e estimulantes como as utilizadas nesta pesquisa, verificou-se um grande avanço no ensino aprendizagem de alunos e nas mudanças que foram evidentes nas formas de avaliar.

5.3. IMPACTO DO TRABALHO DE PESQUISA NA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

O impacto na instituição em que se realizou a pesquisa foi bastante evidente, principalmente porque no que tange ao estudo da avaliação e a implementação de técnicas inovadoras, a mesma, devido a sua origem tecnicista de ensino, pois era uma Escola Técnica e que apesar de ter sido promovida a qualidade de Instituto, guarda ainda no seu bojo uma formação mecanicista, teve com este trabalho uma possível proposta para reduzir ou amenizar os modestos rendimentos do ensino aprendizagem com a utilização da EA, da CTSA, Aprendizagem Significativa e da Avaliação Continuada, o que se constitui numa ação em forma de intervenção pedagógica. Também observa-se que a comunidade foi beneficiada pois o professor pesquisador tem participado em grupo com outros professores de projetos que tem auxiliado na preparação de vestibulandos que apresentavam baixo rendimento do ensino aprendizado de Química através de oficinas e experimentações estimulantes e inovadoras.

Para trabalhos futuros a partir dos dados coletados e da idealização de outras atividades experimentais deseja-se a realização de pelo menos dois a quatro artigos voltados para Cinética Química, Equilíbrios Químicos, Chuva Ácida no contexto das Funções Ácidos e Óxidos e Efeito Estufa no contexto dos Óxidos e Funções Orgânicas com a exposição em simpósios voltados para Educação em Química. Também almeja-se a construção de um software cujo nome seja Fileo(amigável) que incorpore todos os suportes educacionais desenvolvidos neste trabalho e dentre outros.

Ao término dos trabalhos na turma do 2ºANO técnico, o professor pesquisador conjuntamente com os alunos fizeram considerações e uma avaliação e auto avaliação dos trabalhos concluindo para ambas as partes que a metodologia foi benéfica para o momento e para a sua continuidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6

EDUCAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-
SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA): UTILIZAÇÃO DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS
COMO SUPORTE METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS EDUCACIONAIS
EM QUÍMICA

6. REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

Almeida, J.G.A. (2003). A construção da gestão ambiental dos recursos minerais. Tese de doutoramento não-publicada, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.

Atkins, P.W. (1997). *Physical Chemistry*. 6^a ed. London: Oxford University Press.

Ausubel, David. P. (2003). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano.

Ausubel, David P. et al. *Educational psychology: a cognitive view*. 2nd.ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1978. Trad. para o português de Eva Nick *et al.* *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana (1980).

Baldissera, José. (1996). *O ensino e a aprendizagem em História e os mapas conceituais*. Tese de doutoramento em educação não-publicada, PUC, Porto Alegre, 1996.

Batista, J. A. P. (1997) *Construção de um instrumento de observação de práticas de Educação Ambiental – IOPEA*. Dissertação de mestrado não-publicada. Universidade de Lisboa, Departamento de educação da Faculdade de Ciências, Lisboa, Portugal.

Benjamin, Antônio Herman V. (1999). *Introdução ao direito ambiental brasileiro*. Revista de Direito Ambiental. São Paulo: pp. 48-82. Abril-Junho.

Besseler, Karl E. e Neder, A. de V. F. (2004). *Química em Tubos de Ensaio (Uma abordagem para principiantes)*. (1^a ed.) São Paulo: Editora Blucher.

Branco, M. J. (1999). *Educação Ambiental – Uma lacuna educativa*. Metodologias do ensino das Ciências. Investigação e práticas dos professores. Universidade de Évora. Évora. pp. 215-221.

Brasil. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, v. 134, n. 248, 23 dez. 1996. Seção 1, p. 27834-27841.

Brown, H. E. (2005). *LeMay e BE Burnsten. Química a Ciência Central*. São Paulo: Pearson Education do Brasil.

Bruner, J. S. (2001). *A cultura da educação*. Porto Alegre: Artmed.

Bogden, Christopher A. (1977). The use of concept mapping as a possible strategy for instructional design and evaluation in college genetics. M.Sc. dissertation, Cornell University, Ithaca, N.Y.

Bucchi, Paulo. (1998). Curso Prático de Matemática. (1ª ed.). São Paulo: Editora Moderna.

Cardoso, S. P. & Colinvaux, D. (2000). Explorando a Motivação para Estudar Química. Química Nova. Ijuí, ED. UNIJUÍ, v.23, n.3. p. 401-404.

Carvalho, Anna Maria Pessoa de (2004). Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson learning.

Carvalho, Isabel Cristina de Moura (2008). Educação Ambiental: A formação do sujeito ecológico. (3ª ed.). São Paulo: Cortez, 2008. 256 p.

Carvalho, I.C.M. Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da Educação. In: Brasil. Layrargues, P. P. (Coord.). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: DEA/MMA, 2004.

Castillo, R. (2013). Desastre Ambiental Minamata (1932-1968) Mercurio. [ficheiro em vídeo]. Disponível na World Wide Web: www.youtube.com/watch?v=MkooyuHVUsg.

Chassot, Attico & OLIVEIRA, Renato José de (1998). Ciência, Ética e Cultura na Educação. São Leopoldo. RS: Editora Unisinos. p. 135.

Coll, C. (1995). Aprendizagem escolar e construção do conhecimento. Porto Alegre: Artes Médicas, 3v.

Correa, Roberta Guimarães (2009). Estudo do Perfil Motivacional para o Aprendizado de Química. São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Química-UFSCAR. Dissertação de Mestrado não-publicada, 160 f.

Correia, P. R. M. et al. (2010) Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 4402-1 – 8. Disponível na World Wide Web: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/324402.pdf>. Consultado em 05 de Maio de 2014.

Constituição (1988). Constituição da república Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado.

Costamagna, A. M. (2001) Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 19, n. 2, p. 309-318.

Crocodile Chemistry (2006). (Versão 605) [Programa de Computador]. USA: Crocodile Clips Ltd.

Cunha, M. J. dos Santos (2009). *Investigação Científica: Os Passos da Pesquisa Científica no Âmbito das Ciências Sociais e Humanas*. Ousadias.

Díaz, A. P. (2002). *Educação Ambiental como projetos*. Trad. Fátima Murad. (2ª ed.). Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Artmed.

Dias, Genebaldo F. (1994). *Educação Ambiental: princípios e práticas*. 4. ed. São Paulo: Gaia. UNESCO Brasil: *EDUCAÇÃO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL (1999): Uma Visão Transdisciplinar Para Ações Compartilhadas/ UNESCO*. Brasília: Ed. IBAMA.

Feierabend, T. & EILKS, I. (2011). Teaching the societal dimension of chemistry using a socio-critical and problem-oriented lesson plan based on bioethanol usage. *Journal of Chemical Education*, v. 88, n. 9, p. 1250-1256.

Feltre, Ricardo (2010). *Ensino Médio*. (6ª ed.). São Paulo: Ed. Moderna, 2004. Vol. 2.

Ferreira, L.H. et al. *Ensino Experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada*. *Química Nova na Escola*, v.32, n.2, p.101-106.

Filho, Benigno Barreto & Silva, Claudino Xavier da (2000). *Matemática aula por aula*. (1ª ed.). São Paulo: FTD.

Filho, R. C. (2012). Camada de ozônio dá Nobel. *Química Nova na Escola*. Volume 2. p. 10-11. Disponível na World Wide Web: qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/atual1.pdf.

Firme, R.N. e Amaral, E.M.R.(2011). Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 2, p. 383-399.

Freire, Paulo (1987). *Pedagogia do oprimido*, (17ª. ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Gewandsznejder, Fernando & Linhares, Sérgio de Vasconcellos. (1991) *Biologia Programa Completo*. (10ª ed.). São Paulo: Ática.

- Giordan, A. & Souchon, C. (1996) Uma educação para o ambiente. Instituto de promoção Ambiental. Lisboa, 244 p.
- Grober, Ulrich. Von Kursachsen Nach Rio - Ein Lebensbild über den Erfinder der Nachhaltigkeit Hannß Carl Edler von Carlowitz und die Wegbeschreibung eines Konzeptes. Disponível na World Wide Web: http://www.forschungsheim.de/fachstelle/arb_carl.htm. Consultado em: 09 de Julho de 2014.
- Grüm, M.(1996). Ética e educação ambiental: A conexão necessária. Campinas: Papirus.
- Gowin, D.B. (1981). Educating. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Gowin, D.B.; Alvarez, M. (2005). The art of educating with V diagrams. New York: Cambridge University Press.
- Hoffmann, Jussara. (1995). Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade. (7ª ed.). Porto Alegre: Mediação.
- Jones, L & Atkins, P.(2005). Princípios de Química - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. (3ª ed.). Porto Alegre: Editora Bookman.
- Jordan, Andrew (1998).EU environmental policy at 25: the politics of multinational governance(European Union). Environment, Jan-Feb, 1998. Disponível na World Wide Web: www.findarticles.com. Consultado em 22 de Setembro de 2001.
- Kotter, J. P.(1999). Liderando a Mudança. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus.
- Kuhn, T.S.(2007). A Estrutura das revoluções científicas. (9ª ed.). São Paulo: Perspectiva, 264 p.
- Lazarus, Richard (2000). The Greening of America and the Graying of United States Environmental Law: reflections on environmental law's first three decades in the United States. Revista de Direito Ambiental ano 5 julho-setembro 2000 n.19.
- Lee, J. D. (1999) Química Inorgânica não tão Concisa. Tradução da (5ª ed.). São Paulo: Edgar Blucher.
- Lemos, Evelyse dos Santos. (2006). A Aprendizagem Significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. In: Dossiê do I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa. Série Estudos, UCDB, n. 21, p. 53-66, jun/2006. Campo Grande-MS.
- Libâneo, José Carlos (1991). Didática. São Paulo: Cortez.

– (2005). As teorias pedagógicas modernas revisitadas pelo debate contemporâneo na educação. In: LIBÂNEO, José Carlos; SANTOS, Akiko (Orgs.). Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade. Campinas: Alínea. p. 19-63.

Loureiro, C.F.B. (2006). Complexidade e Dialética: Contribuições à práxis política e emancipatória em Educação Ambiental. Educ. Soc., Campinas, vol. 27, n. 94, p. 131-152, jan./abr.

Lourenço, A. B. (2008). Análise de mapas conceituais elaborados por alunos da 8ª série do ensino fundamental a partir de aulas pautadas na teoria da aprendizagem significativa: a argila como tema de estudo. 2008. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Maia, D. J. *et al.* (2005). Chuva Ácida: Um Experimento para Introduzir Conceitos de Equilíbrio Químico e Acidez no Ensino Médio. Química Nova na Escola. 21, 10-11. Disponível na World Wide Web: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a09.pdf>.

Mahan, Bruce & Myers, Rollie J. (1995). Química um Curso Universitário. Tradução da 4ª ed. Americana. São Paulo: Edgar Blucher.

Margel, H. *et al.* (2006). From textiles to molecules - teaching about fibers to integrate students' macro-and microscale knowledge of materials. Journal of Chemical Education, v. 83, n. 10, p. 1552.

Marques, C.A. *et al.* (2007) Visões de meio ambiente e implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. Química Nova, v. 30, n. 8, p. 2043-2052.

MEC (2004). Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais. Meio Ambiente e Saúde. Brasília.

– (1999). Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília: Ministério da Educação (Secretaria de Educação Média e Tecnológica).

Monosowski, Elizabeth (1989). Políticas Ambientais e Desenvolvimento no Brasil. São Paulo: Cadernos FUNDAP. 9(16):15-24. Junho.

Moreira, M. A. (1980). Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. Ciência e Cultura, São Paulo, 32(4):474-79.

- (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. In: Investigações em Ensino de Ciências. Instituto de Física, UFRGS. Disponível na World Wide Web: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/capa.htm>.
- (2005). Aprendizagem significativa crítica. Porto Alegre.
- (2006). Mapas Conceituais e Diagramas V. Instituto de Física, UFRGS, 2006. Disponível na World Wide Web: http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.pdf.
- (1999). A Teoria de Ausubel. In: Aprendizagem Significativa. Brasília: Editora UnB.
- (2003). Linguagem e aprendizagem significativa. In: II Encontro Internacional: Linguagem, Cultura e Cognição. Mesa redonda Linguagem e Cognição na Sala de Aula de Ciências. Belo Horizonte, MG, Brasil, 16-18/jul/2003. Disponível na World Wide Web: www.if.ufrgs.br/~moreira.
- Moreira, M. A. & Buchweitz, Bernardo. (1993). Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 114 p.
- Moreira, M. A. & Masini, E.A.F. (2006). Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. (2ª ed.). São Paulo: Centauro Editora.
- Moreira, M.A. (2012). ¿Al final qué es aprendizaje significativo? Revista Currículum, La Laguna, 25: 29-56.
- Mintzes, J. et al. (2000). Ensinando ciência para a compreensão: Uma visão construtivista. Lisboa: Plátano, 304 p.
- Neves, R. M. (2001). Construção de um modelo para a Educação Ambiental visando a mudança na Cultura Organizacional. 2001. 155f. Dissertação (Mestrado em Administração) Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Nonaka, Ikujiro & Takeuchi, Hirotaka. (1997). Criação de conhecimento na empresa. Rio de Janeiro: Campus.
- Nova, E. V. (1994). Educar para o Ambiente. Projetos para a área – escola. Texto Editora. Lisboa, 96 p.
- Novak, J. D. A. (1981). Theory of education. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1977. Trad. p/português de M.A. Moreira, Uma teoria de educação. São Paulo, Pioneira.
- (2000). A Aprender, criar e utilizar o conhecimento. Lisboa: Plátano Ed. Técnicas.

Novak, J.D. & Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.

– (1999). *Aprender a aprender*. 2. ed. Lisboa: Plátano, 212 p.

Nunes, P. & Pino, J. C. (2008). Mapa conceitual como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo. *Experiências em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 53-63. Disponível na World Wide Web: http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID54/v3_n1_a2008.pdf. Consultado em 15 Junho de 2014.

OCDE (2009). *Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA)*. Disponível na World Wide Web: <http://www.oecd.org/dataoecd/54/12/46643496.pdf>. Consultado em 18 Julho de 2014.

Oliveira, M. A.(1998). *A CULTURA ORGANIZACIONAL*. São Paulo: Nobel.

PÁDUA, S.M. (1999). *Conceitos para se fazer educação ambiental*. Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Educação Ambiental. (3ª ed.) São Paulo: A Secretaria.

Pádua, S. & Tabanez, M. (1998). *Educação ambiental: caminhos trilhados no Brasil*. São Paulo: Ipê.

Palácio, S. M. et al. (2013). Químicas e Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula. *Química Nova na Escola*. 35, 79-83. Disponível na World Wide Web: qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/03-QS-61-11.pdf.

Pedrini, A.G. (2000). *Trajetórias da Educação Ambiental*. In: _____. (Org.). *Educação ambiental: reflexões e práticas contemporâneas*. (3ª ed.). Petrópolis: Vozes.

Pereira, F.D. et al. (2010). Nanotecnologia: desenvolvimento de materiais didáticos para uma abordagem no ensino fundamental. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 73-77.

Polanyi, Michael. (1967). *The Tacit Dimension*. London: Routledge e Kegan Paul Ltd.

Neto, José A. da S. Pontes. (1999). Notas a respeito da aprendizagem significativa e da aprendizagem mecânica. *Vertentes: UNESP-Assis*, 5:65-78.

Pozo, J. I. (2002). *Teorias cognitivas de aprendizagem*. Porto Alegre: ArtMed.

Programa do Globo Ecologia sobre a destruição da Camada de Ozônio. (2011). *Camada de Ozônio [ficheiro em vídeo]*. Disponível na World Wide Web: www.youtube.com/watch?v=JFgqgyqfIM0.

- Reigota, M. (1994). O que é Educação Ambiental. São Paulo: Brasiliense.
- (1998). O que é educação ambiental? São Paulo: Editora Brasiliense. Coleção Primeiros Passos.
- (2002). A floresta e a escola: por uma educação pós-moderna. 2ª Ed. São Paulo: Cortez editora.
- Rebelo, I.S. & PEDROSA, M.A. (2008). Formação contínua de professores para uma orientação CTS do ensino de química: um estudo de caso. Química Nova na Escola, v. 27, p. 30-33.
- Rowell, Richard M. (1978). Concept mapping: evaluation of children's science concepts following Audio-Tutorial instruction. Ph. D. thesis, Cornell University, Ithaca, N. Y., U.S.A.
- Salvador, E & USBERCO, J. (2005). Vols 1, 2, e 3 – Química-Ensino Médio. (11ª ed.). São Paulo: Editora Saraiva.
- Santos, Luiz Pereira dos & Mól, Gerson de Souza.(2013). Química cidadã: Ensino Médio. (2ª ed). São Paulo. p. 106-112.
- Santos, W.L.P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. Ciência & Ensino, v. 1. Disponível na World Wide Web: <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/149/120>. Consultado em 18 julho de 2014.
- Santos, W.L.P & Mortimer,E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. Ciência & Educação, v.7, p. 95-111, 2001. – (Santos e Mortimer, 2001).
- Sardeli, C. (2008). Chuva Ácida. [ficheiro em vídeo]. Disponível na World Wide Web: <http://www.youtube.com/watch?v=Ecovtts49Dw>.
- Schön, Donald. (2000). Educando o profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Silva, D. J. da. (1998). Uma abordagem cognitiva ao planejamento estratégico do desenvolvimento sustentável. 240 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Silva, J. G. (2007). Desenvolvimento de um ambiente virtual para estudo sobre representação estrutural em Química. 172 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

- Sorrentino, M. (1998). De Tbilisi a Tessaloniki, a educação ambiental no Brasil. In: JACOBI, P. et al. (orgs.). Educação, meio ambiente e cidadania: reflexões e experiências. São Paulo: SMA. p.27-32.
- Stewart, James et al. (1979). Concept maps: a tool for use in biology teaching. *The American Biology Teacher*, 41(3):171-75.
- Torres, J.R. Educação ambiental crítico-transformadora e a abordagem temática freireana. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica não publicada, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- Veiga, Ilma Passos Alencastro. (1991). Técnicas de Ensino: Por que não? Campinas: Editora Papirus. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).
- Weisz, Telma. (1999). O Diálogo entre o Ensino e a Aprendizagem. São Paulo: Ática.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Récherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23): 133-170.
- Zakrzewski, S.B. & Sato, M. (2007) Historiando a educação ambiental nos programas escolares gaúchos. *Pesquisa em educação ambiental*, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 109-132.
- Zuin, V.G. et al. (2009). O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1, p. 3-8.

ANEXOS

7

EDUCAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-
SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA): UTILIZAÇÃO DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS
COMO SUPORTE METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS EDUCACIONAIS
EM QUÍMICA

ANEXO I: TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA CIENTÍFICA*.



UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E
ALTO DOURO
Quinta de Prados 5000-801, Vila Real-Portugal
Geral - Tel.: 259 350 000 <http://www.utad.pt>



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ - CAMPUS
ABAETETUBA

Rua Rio Grande do Sul, nº 3322, Bairro da
Francilândia – Abaetetuba – Pará - Brasil

<http://abaetetuba.ifpa.edu.br>

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) aluno(a) do curso de edificações – matriculado(a) na componente curricular QUÍMICA II.

Estou desenvolvendo uma pesquisa no 1º semestre de 2014 cujo título é "Educação Ambiental segundo a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente(CTSA): Utilização de problemáticas ambientais como suporte metodológico para construção de cenários educacionais em Química", que tem como objetivo geral promover mudanças de competências, de valores, de atitudes e comportamentos, incrementando o conhecimento científico sobre Química e preservação do ambiente, pautados na perspectiva crítico-transformadora da EA, do enfoque CTSA e da Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel. Tal pesquisa é para fins de dissertação de mestrado em Engenharia do Ambiente do convênio luso-brasileiro da UTAD-PT. Você estudante, matriculado(a) na componente curricular QUÍMICA II, está sendo convidado(a) a participar dessa pesquisa mediante adesão espontânea, ou seja, você tem liberdade para recusar-se a participar da pesquisa, e ainda, de desistir dela a qualquer momento.

Ao aceitar a pesquisa você permite o uso dos materiais, atividades desenvolvidas e utilizados na disciplina QUÍMICA II, no primeiro semestre de 2014. O professor pesquisador garante que as informações obtidas serão utilizadas apenas para fins científicos vinculados ao presente projeto de pesquisa sendo que você não será identificado(a) em qualquer publicação científica(dissertação, tese, artigo, palestras, eventos...), que possa resultar deste estudo. Eu, José Pinheiro da Costa Júnior, professor Efetivo do IFPA na cadeira de Química assumo a responsabilidade na condução desta pesquisa.

Caso ainda haja alguma dúvida você poderá pedir esclarecimentos pelo email: jose.pojr@gmail.com, ou pessoalmente com o professor pesquisador.

Eu, _____, CPF ou RG nº _____, estou ciente das informações recebidas e concordo em participar da pesquisa e de suas formas de desenvolvimento.

Pesquisador: Prof. Esp. José Pinheiro da Costa Júnior

Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge de Campos Favas

Assinatura do(a) estudante

Assinatura do(a) coordenador(a) de ensino médio Integrado do IFPA-Campus de Abaetetuba

* Adaptado de: CORREA, Roberta Guimarães. Estudo do Perfil Motivacional para o Aprendizado de Química. São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Química-UFSCAR, 2009. Dissertação de Mestrado, 160 f.

Físico-Química

Conteúdo: Soluções

PROFESSOR : José Pinheiro da Costa
Júnior

Tópicos principais: Dispersões;
Relações quantitativas
soluto/solvente/solução;
Contaminação por Mercúrio
Aplicações; Titulação ou Análise
Volumétrica.

E-mail: jose.pinheiro@ifpa.edu.br

1) DISPERSÃO

É todo sistema no qual uma substância A, sob forma de pequenas partículas, distribui-se uniformemente em toda a extensão de uma outra substância B. A substância A constituirá o disperso do sistema; B será o dispersante ou dispersante.

Observações:

1ª) O disperso também é denominado soluto.

2ª) O dispersante ou dispersante é denominado solvente.

Exemplos:

1ª) Adicionando-se água a uma porção de sacarose(açúcar comum, $C_{12}H_{22}O_{11}$) e agitando-se, esta divide-se em pequenas partículas que se distribuem uniformemente por toda a água. Obtemos assim, uma dispersão de sacarose em água, na qual a sacarose é o disperso e água é o dispersante ou dispersante.

2ª) A tintura de iodo(I_2), ou melhor dizendo, a mistura de iodo em álcool(C_2H_5OH), que é

largamente utilizada na profilaxia de infecções é um exemplo de dispersão onde o iodo é o disperso e o álcool é o dispersante ou dispersante.

As dispersões possuem uma classificação que é feita de acordo com o tamanho médio das partículas dispersas. Sendo assim teremos:

2. O CONCEITO DE SOLUÇÃO

Mistura constituída por uma ou mais substâncias(solutos) dispersas no solvente, onde é possível observar apenas uma fase. São também denominadas misturas homogêneas. Numa solução as partículas dispersas possuem um tamanho médio da ordem de 1nm (10^{-9} metros), onde, não é possível sedimentá-las(separá-las) ou observá-las com nenhum tipo de microscópio.

Exemplo:

O álcool hidratado encontrado nos supermercados é uma solução contendo em média 4% de água dissolvida em 96% de álcool puro.

3. DISPERSÃO COLOIDAL

Mistura heterogênea formada por macromoléculas ou macro íons, cujo tamanho médio encontra-se na faixa de 1nm a 100nm. Elas são heterogêneas porque quando tratadas por ultra centrifugas as substâncias podem ser separadas.

Exemplo: O leite é uma mistura coloidal onde, com a utilização de uma centrifuga pode-se separar o soro das gorduras.

4. SUSPENSÕES

As partículas são grandes aglomerados de átomos, íons ou moléculas

apresentando um tamanho médio acima de 100nm(10^{-7} m).

Exemplo: As águas dos rios constituem exemplos de suspensões, onde, a olho nu, se consegue claramente observar o barro espalhado pela água.

HOMOGÊNEA	HETEROGÊNEA	
Solução	Colóide	Suspensão
Soluto + Solvente	Disperso + Dispersante	Disperso + Dispersante
-Álcool 96° GL(96% de álcool e 4% de água). -Água mineral. -Ligas metálicas (latão, bronze, etc.)	-Nuvem. -Poeira suspensa no ar. -Gelatina, leite. -Manteiga. -As células dos organismos vivos estão em meio coloidal	-Água e areia em agitação. -Fumaças em geral. -Café.

Das dispersões citadas, as soluções são as mais importantes para a química e serão a partir de agora estudadas em mais detalhes do ponto de vista quantitativo, ou seja, das relações entre as quantidades relativas entre soluto e solvente.

Outra classificação diz respeito ao grau ou coeficiente de solubilidade. Portanto:

5. COEFICIENTE DE

SOLUBILIDADE(Cs)

É a quantidade máxima de soluto que um determinado solvente pode dissolver sob determinadas condições de temperatura e

pressão. É normalmente expresso em gramas de soluto para cada 100g de solvente.

Observe a solubilidade do sal nitrato de potássio(KNO_3) para cada 100g de H_2O em diferentes temperaturas na tabela ao lado:

SOLUBILIDADE DO KNO_3 EM ÁGUA	
TEMPERATURA(°C)	GRAMAS DE KNO_3 /100 DE ÁGUA
0	13,3
10	20,9
20	31,6
30	45,8
40	63,9
50	85,5

Logo, observa-se que quando ocorre um incremento na temperatura a solubilidade, nesse caso, aumenta.

Portanto em relação ao coeficiente de solubilidade as soluções podem ser classificadas:

5.1. SOLUÇÕES INSATURADAS: Soluções que apresentam menos soluto que o estabelecido pelo grau de solubilidade. **São soluções estáveis.**

Exemplo: A $20^\circ C$ uma solução que apresentar 30g de KNO_3 será uma solução insaturada pois a solubilidade do sal está abaixo do valor estabelecido pelo grau de solubilidade.

5.2. SOLUÇÕES SATURADAS: Soluções que atingiram ou alcançaram o grau de

solubilidade numa determinada temperatura. **São consideradas soluções estáveis.**

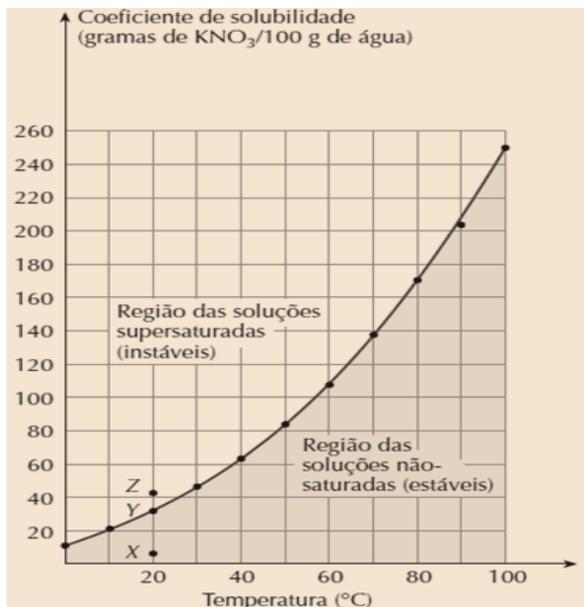
Exemplo: O máximo que um litro de água consegue dissolver do sal sulfato de cálcio(CaSO_4) a 25°C de temperatura são 2g/Litro; logo uma solução deste tipo chama-se saturada.

5.3. SOLUÇÕES SUPERSATURADAS: São soluções idealizadas, ou seja, que não existem na prática e apresentam excesso de soluto, ultrapassando o coeficiente de solubilidade.

5.4. GRÁFICOS DE SOLUBILIDADE: São gráficos que apresentam a variação da solubilidade do soluto para cada 100g de solvente em diferentes temperaturas.

Exemplos

Coeficiente de solubilidade(g KNO_3 / 100 de H_2O)



- **A região(Z)** acima da curva apresenta as soluções supersaturadas, ou seja, as soluções que ultrapassaram o valor estabelecido pelo coeficiente de solubilidade.

- **A região(X)** abaixo da curva apresenta as soluções insaturadas que são estáveis.

- **A curva(Y)** representa as soluções saturadas.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

1- Uma solução aquosa de KNO_3 , contendo 20% de soluto, tem 30% do seu solvente evaporado. O coeficiente de solubilidade do KNO_3 a 20°C é igual a 31,5g de soluto/100 de água. Qual a massa de KNO_3 cristalizada a partir de 1Kg da solução inicial, se a temperatura de equilíbrio for igual a 20°C ?

Resolução:

Primeiramente devemos atentar para o fato de que a solução inicial possui 1000g de massa e, sendo assim, 20% de soluto de 1000g é equivalente a 200g de KNO_3 .

A solução aquosa sofre um aquecimento até 100°C e parte do solvente evapora. Essa alíquota de solvente que evapora é igual a 30% da massa restante da solução(800g de água); logo:

$$\begin{array}{r} 800\text{g} \text{ — } 100\% \\ X \text{ — } 30\% \\ X = \frac{800 \cdot 30}{100} = 240\text{g} \end{array}$$

Então, da solução original restam 800g – 240g = 560g de solvente a 100°C .

Em seguida acontece um resfriamento até a temperatura de 20°C onde a solubilidade é igual a 31,5g de KNO_3 /100g de água. Nesse ponto temos 560g de água.

Então, vamos calcular a massa de KNO_3 que é dissolvida.

$$\begin{array}{r} 31,5\text{g de } \text{KNO}_3 \text{ — } 100\text{g de água} \\ \text{Y} \text{ — } 560\text{g de água} \\ Y = 31,5 \cdot 560 / 100 = 176,4\text{g} \end{array}$$

dissolvidas.

Portanto, teremos depositados 200 – 176,4 = **23,6g** de KNO_3 sólidos.

6. UNIDADES DE CONCENTRAÇÃO:

São relações matemáticas que permitem identificar de forma quantitativa as proporções entre soluto e solvente.

Abaixo é anunciada a convenção para as quantidades relativas entre soluto, solvente e solução.

☞ **Índice 1**, para as quantidades relativas ao soluto.

☞ **Índice 2**, para as quantidades relativas ao solvente.

☞ **Sem índice**, para as quantidades relativas a própria solução.

6.1. CONCENTRAÇÃO COMUM (C):

É o quociente da massa do soluto(em gramas) pelo volume da solução(em litros). Matematicamente:

$$C = \frac{m_1(g)}{V(L)} \Rightarrow \text{unidade : g / L}$$

EXERCÍCIO RESOLVIDO

1- Calcule a concentração em gramas por litro(g/L) de uma solução que apresenta 50g de cloreto de prata(AgCl) dissolvidos em 250mL de solução?

Resolução:

$$m \text{ AgCl} = 50g$$

$$\text{Volume} = 250\text{mL}=0,25\text{L}$$

$$C = \frac{m_1(g)}{V(L)} = \frac{50}{0,25} \text{g/L}$$

$$C = 200\text{g/L}$$

6.2. DENSIDADE(d):

É a relação entre a massa da solução dada em gramas e o volume da solução dado em mL.

$$d = \frac{m}{V(\text{mL})} \Rightarrow \text{unidade : g / mL}$$

6.3. TÍTULO EM MASSA OU SIMPLEMENTE TÍTULO (τ):

É a relação entre a massa do soluto e a massa total da solução.

$$\tau = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

O título não apresenta unidade, pois, é uma relação entre grandezas iguais(massa).

Define-se o título percentual como o título em massa multiplicado por 100.

$$\tau\% = 100\tau$$

6.4. RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO COMUM(C) E A DENSIDADE(d):

$$C = 1000 \cdot d \cdot \tau$$

Obs.: A demonstração será efetuada pelo referido professor.

6.5. CONCENTRAÇÃO EM PARTES POR MILHÃO (ppm):

É a relação entre a massa do soluto em miligramas(mg) e massa da solução em quilogramas(Kg).

$$\text{ppm} = \frac{\text{gramas do soluto}}{1000000 \text{ de g da solução}} = \frac{m_1(\text{mg})}{m(\text{kg})}$$

EXERCÍCIO RESOLVIDO:

Uma água contaminada com mercúrio encerra 0,02% em massa de mercúrio. Qual é a quantidade de mercúrio nessa água, em ppm?

Resolução:

Na resolução deste problema devemos atentar para o fato já sabido de que a concentração em massa percentual ou título percentual foi dada pelo próprio problema sendo de 0,02%; então:

0,02g de soluto — 100g de solução

$$\begin{array}{r} \diagdown \quad \diagup \\ x \quad \quad \quad \text{— 1000000g de solução} \end{array}$$

$$x = \frac{0,02 \cdot 1000000}{100}$$

$$x = 200 \text{ ppm}$$

CONTAMINAÇÃO PELO MERCÚRIO

As águas residuais de inúmeros processos industriais lançadas nos mares contém cátions Hg^{2+} , que sob a ação de microorganismos, são biotransformados em dimetilmercúrio, $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$, altamente tóxico. Esse composto contamina e mata grandes quantidades de peixes. E quando nos alimentamos desses peixes, sofremos sérios distúrbios. O $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$, que é solúvel em gordura cai na corrente sanguínea e é transportado até o cérebro, onde se acumula produzindo sérias lesões no sistema nervoso e até a morte. Além dessas lesões o $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$ pode produzir cegueira, lesões na pele e mutação nos genes, com seriíssimos efeitos genéticos. Os sintomas de

envenenamento por mercúrio aparecem quando a concentração atinge 5 ppm e produz a morte quando atinge 12 ppm.

Tem havido graves acidentes ambientais provocados pelo $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$. Um dos mais sérios ocorreu em 1967 em Minamata(Japão): 50 pessoas morreram e aproximadamente 1000 ficaram permanentemente mutiladas. Sua alimentação era à base de peixes, que estavam contaminados com alto teor de mercúrio.

6.6. NÚMERO DE MOLS:

É a relação entre a massa de uma substância qualquer utilizada num experimento e massa atômica(se for um elemento químico) ou a massa molecular(no caso de moléculas).

$$n = \frac{m}{M_1}$$

6.7. FRAÇÕES MOLARES:

As frações molares são definidas como relações entre n° de mols. Portanto temos:

a) Fração molar do soluto: É a relação entre o número de mols do soluto e o número de mols da solução.

Matematicamente:
$$X_1 = \frac{n_1}{n} = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

b) Fração molar do solvente: É a relação entre o número de mols do solvente e o número de mols da solução.

Matematicamente:

$$X_2 = \frac{n_2}{n} = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

Observação nº1: As frações molares não possuem unidade.

Observação nº2:

A soma das frações molares sempre é igual a unidade.

$$X_1 + X_2 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} + \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

$$X_1 + X_2 = \frac{n_1 + n_2}{n_1 + n_2} = 1$$

6.8. CONCENTRAÇÃO MOLAR (m): é o quociente entre o número de mols do soluto e volume da solução dado em litros.

Matematicamente:

$$m = \frac{n_1}{V(L)}$$

$$\text{como } n_1 = \frac{m_1}{M_1}$$

$$\text{teremos : } m = \frac{m_1}{M_1 V}$$

unidade : mol/L ou Molar ou M

*Uma fórmula
muito importante é
a relação:*

$$C = m.M$$

6.9. CONCENTRAÇÃO MOLAL(W):

É o quociente entre o número de mols do soluto e massa em quilogramas do solvente.

Matematicamente:

$$W = \frac{n_1}{m_2(Kg)} \quad \text{ou} \quad W = \frac{1000.m_1}{m_2.M_1}$$

Unidade : mol / kg ou molal

6.10. EQUIVALENTES-GRAMA (eq-g)

Os **equivalentes-grama** constituem um poderoso método utilizado pelos químicos para determinação de massas e número de mols quando usados em conjunto com a unidade de concentração denominada **concentração normal(N)** que veremos mais adiante. Observe as definições de **equivalentes-grama(eq-g)** para os ácidos, bases, cátions e ânions de sais e de oxidantes e redutores.

a) EQUIVALENTE-GRAMA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS:

Constitui a relação entre o átomo-grama do elemento e o seu número de oxidação corrente quando numa reação química.

a) Na(Na=23g)

b) Fe(Fe=55,85g)

Teremos os seguintes equivalentes – grama (eq – g)

para o sódio e ferro

$$E_{Na} = \frac{At - g}{k}$$

$$E_{Na} = \frac{23}{1}$$

$$E_{Na} = 23g$$

(K = 2 e K = 3)

$$E_{Fe}^2 = \frac{At - g}{k}$$

$$E_{Fe}^3 = \frac{At - g}{k}$$

$$E_{Fe}^2 = \frac{55,85}{2}$$

$$E_{Fe}^3 = \frac{55,85}{3}$$

$$E_{Fe}^2 = 27,925g$$

$$E_{Fe}^3 = 18,617g$$

b) EQUIVALENTE-GRAMA DOS ÁCIDOS:

É a relação entre a molécula-grama do ácido e o número de hidrogênios ionizáveis. Tomemos o exemplo para o H₂SO₄(98g) e H₂S(34g).

$$\Rightarrow E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{\text{At} - g}{k}$$

$$E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{98}{2}$$

$$E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 49g$$

$$\Rightarrow E_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{\text{At} - g}{k}$$

$$E_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{34}{2}$$

$$E_{\text{H}_2\text{S}} = 17g$$

OBSERVAÇÕES: H_3PO_3 e H_3PO_2 apresentam apenas 2 e 1 hidrogênios ionizáveis respectivamente devido ao fato de que no primeiro ácido existe um hidrogênio ligado ao fósforo e no segundo ácido existe dois hidrogênios ligados no fósforo, como ilustrado nas figuras abaixo:

$$E = \frac{M}{k}$$

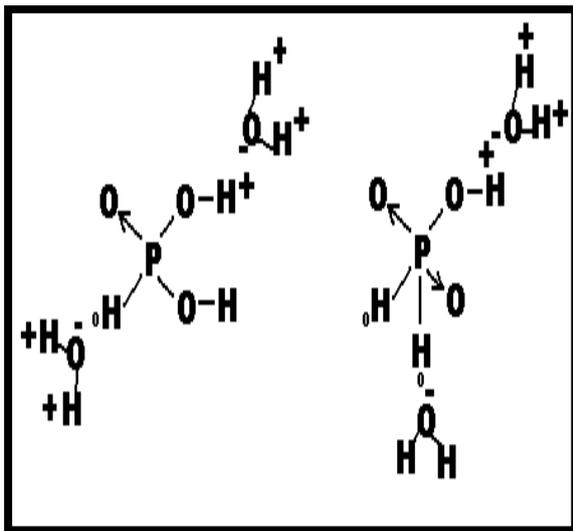
$$E = \frac{M}{k}$$

$$E = \frac{66}{1}$$

$$E = \frac{82}{2}$$

$$E = 66g$$

$$E = 41g$$



A explicação para este fato está na eletronegatividade dos átomos. O fósforo e o hidrogênio apresentam eletronegatividade aproximadamente iguais a 2,1 e o oxigênio 3,5.

A ligação entre o fósforo e o hidrogênio é praticamente apolar e as ligações entre o oxigênio e o hidrogênio são polares. Isto influencia bastante pois os hidrogênios que efetivamente sofrem ionização provocada pelo solvente são aqueles que apresentam pontos de polaridade, sendo assim são atraídos pelo lado negativo da molécula do solvente que consegue arrancá-lo. No caso da água é o oxigênio que apresenta polaridade negativa.

c) EQUIVALENTE-GRAMA DAS BASES:

É a relação entre a molécula-grama(molecular) ou íon-fórmula(iônico) da base pelo seu número de hidroxilas. Tomemos como exemplos as bases $\text{Al}(\text{OH})_3$ e $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Dados :

Al=27g ,

Ca=40g,

H=1g,

O=16g

$$\Rightarrow E_{\text{Al(OH)}_3} = \frac{\text{At} - g}{k}$$

$$E_{\text{Al(OH)}_3} = \frac{78}{3}$$

$$E_{\text{Al(OH)}_3} = 26 \text{ g}$$

$$\Rightarrow E_{\text{Ca(OH)}_2} = \frac{\text{At} - g}{k}$$

$$E_{\text{Ca(OH)}_2} = \frac{74}{2}$$

$$E_{\text{Ca(OH)}_2} = 37 \text{ g}$$

d) EQUIVALENTE-GRAMA DOS SAIS:

É a relação do íon fórmula do sal e a valência total do cátion ou do ânion que efetivamente reage. Tomemos como exemplos os sais CaCl_2 , CaSO_4 e KI .

Dados:

$$\text{Ca} = 40\text{g}$$

$$\text{Cl} = 35,5\text{g}$$

$$\text{K} = 39\text{g}$$

$$\text{I} = g$$

$$\Rightarrow E_{\text{CaCl}_2} = \frac{\text{At} - g}{k}$$

$$E_{\text{CaCl}_2} = \frac{111}{2}$$

$$E_{\text{CaCl}_2} = 55,5 \text{ g}$$

$$\Rightarrow E_{\text{CaSO}_4} = \frac{\text{At} - g}{k}$$

$$E_{\text{CaSO}_4} = \frac{136}{2}$$

$$E_{\text{CaSO}_4} = 68 \text{ g}$$

$$\Rightarrow E_{\text{KI}} = \frac{\text{At} - g}{k}$$

$$E_{\text{KI}} = \frac{166}{1}$$

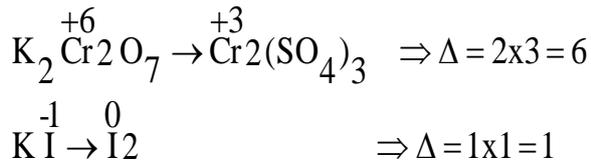
$$E_{\text{KI}} = 166 \text{ g}$$

e) EQUIVALENTE-GRAMA DOS OXIDANTES E REDUTORES:

É a relação entre a molécula-grama(molecular) ou íon-fórmula(iônico) do oxidante ou redutor pela variação total do seu nóx(Δ total do nóx). Tomemos o exemplo de reação abaixo de oxirredução:



As substâncias $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ e KI estão apresentando variação em seus nox. Observe:



$$\Rightarrow E_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{\text{At} - g}{\Delta}$$

$$E_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{294}{6}$$

$$E_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 49 \text{ g}$$

$$\Rightarrow E_{\text{KI}} = \frac{\text{At} - g}{\Delta}$$

$$E_{\text{KI}} = \frac{166}{1}$$

$$E_{\text{KI}} = 166 \text{ g}$$

6.11. NÚMERO DE EQUIVALENTES-GRAMA (n^oeq-g):

É o quociente da massa(m) da substância pelo seu equivalente-grama. Matematicamente temos:

$$n^{\circ}\text{eq} - \text{g} = \frac{m}{\text{eq} - \text{g}}$$

EXEMPLO RESOLVIDO:

Calcule o n^o de equivalentes-grama correspondentes a 245gramas de ácido sulfúrico, que sofre neutralização total. Massa atômicas: H=1g , O=16g , S=32g.

Resolução:

Como ocorre neutralização total o número de hidrogênios ionizáveis é igual a 2. Calculemos o equivalente-grama do ácido primeiramente.

$$E = \frac{M}{k} = \frac{98}{2} = 49\text{g}$$

$$n^{\circ}E = \frac{m}{\text{eq} - \text{g}} = \frac{245}{49} = 5 \text{ equivalentes} - \text{grama}$$

Propriedade Fundamental dos Equivalentes-Grama



Os equivalentes-grama sempre reagem na proporção 1 para 1

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS:

1- Qual a massa de hidróxido de sódio que é neutralizada por 0,1 equivalente-grama de ácido nítrico?

Resolução:

Como os equivalentes-grama sempre reagem na proporção de 1 para 1 então, 0,1 eq-g de ácido necessitará também de 0,1 eq-g de base.

Logo:

$n^{\circ}\text{eq-g da base} = n^{\circ}\text{eq-g do ácido}$

$n^{\circ}\text{eq-g da base} = 0,1$

$$\frac{m}{E(\text{base})} = 0,1$$

$$\frac{m}{\frac{M(\text{base})}{K}} = 0,1 \Rightarrow M(\text{base}) = 40\text{g e}$$

o K da base vale 1

Logo :

$$m = 0,1 \times \frac{M}{K} = \frac{0,1 \times 40}{1} = 4\text{g}$$

2- 5,6g de lítio reagem com 6,4g de oxigênio. Qual o equivalente grama do lítio?

Resolução:

Começamos pelo oxigênio tomando o seu equivalente grama:

$$E_{\text{O}_2} = \frac{\text{At-g}}{k} = \frac{32}{4} = 8\text{g}$$

$$\begin{array}{l} E_{\text{O}_2} \rightarrow E_{\text{Li}} \\ 6,4 \rightarrow 5,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 8,0 \rightarrow E_{\text{Li}} \\ 6,4 \rightarrow 5,6 \end{array}$$

Logo, o $E_{\text{Li}} = 7\text{g}$

3- Tratando-se 5g de zinco com ácido clorídrico, em excesso, obtém-se 1,714 litros de hidrogênio, nas condições normais. Qual o equivalente-grama do zinco?

Resolução:

Começamos pelo estabelecimento da equação química representativa da reação:



Como o número de equivalentes-grama sempre reagem na proporção de 1 para 1 é válido admitirmos que 1eq-g de zinco liberam 1eq-g de gás hidrogênio.

$$E_{\text{H}_2} = \frac{\text{At-g}}{k} = \frac{2}{2} = 1\text{g}$$

$$\text{Como } 1E_{\text{H}_2} = 1\text{g} = \frac{22,4\text{L}}{2} = 11,2\text{L}$$

basta fazer a regra de três simples.

$$\begin{array}{l} 1E_{\text{Zn}} \rightarrow 11,2\text{L} \\ 5\text{g} \rightarrow 1,714\text{L} \end{array}$$

$$1E_{\text{Zn}} = \frac{5\text{g} \times 11,2\text{L}}{1,714\text{L}}$$

$$1E_{\text{Zn}} \cong 32,67\text{g}$$

6.12. NORMALIDADE (N):

É o quociente do número de equivalentes-grama do soluto pelo volume da solução dado em litros.

Matematicamente:

$$N = \frac{n^{\circ}E_1}{V(L)}$$

$$N = \frac{m_1}{E_1 \cdot V(L)}$$

unidade \Rightarrow eq-g/L ou NORMAL ou N

EXEMPLO RESOLVIDO:

1- Qual a normalidade de uma solução que tem 7,3g de ácido clorídrico dissolvidos em 250 mL de solução?(Massas atômicas: H=1g/mol; Cl=35,5g/mol.)

Resolução:

Para o HCl temos:

$$M_{\text{HCl}} = 36,5\text{g}$$

$$E_{\text{HCl}} = \frac{M_{\text{HCl}}}{k} = \frac{36,5}{1} = 36,5\text{g}$$

$$N = \frac{m_1}{E_1 \cdot V} \Rightarrow N = \frac{7,3}{36,5 \cdot 0,25} = 0,8 \text{ Normal}$$

2- Quantos equivalentes-grama de soluto existem em 200 mL de solução 0,5 normal?

Resolução:

$$N = \frac{n^{\circ}E}{V(L)}$$

$$n^{\circ}E = N \times V$$

$$n^{\circ}E = 0,5 \cdot 0,2$$

$$n^{\circ}E = 0,1E$$

3- Qual a normalidade de uma solução 0,2 molar de ácido ortofosfórico?

Resolução:

Neste problema pede-se a normalidade a partir de uma outra unidade de concentração, a molaridade. Neste caso devemos proceder da seguinte maneira:

$$N = \frac{n^{\circ}E}{V(L)}$$

$$N = K \cdot \text{molaridade}$$

$$N = \frac{m_1}{E \cdot V(L)}$$

$$N = 3 \times 0,2 = 0,6 \text{ Normal}$$

$$N = \frac{m_1}{\frac{M_1}{K} \cdot V(L)}$$

$$N = \frac{K \cdot m_1}{M_1 \cdot V(L)}$$

A área no
balão
representa a
molaridade

Logo:

$$N = K \cdot m \text{ (fórmula-Relação)}$$

7. DILUIÇÃO DE SOLUÇÕES

Diluir uma solução significa acrescentar uma quantidade a mais de solvente sem que seja alterada a massa do soluto.

Algumas(mais importantes) das equações da diluição são apresentadas ao lado e a devida demonstração será feita pelo professor.

Observe:

Para a concentração : $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$ (1)

Para a molaridade : $m_1 \cdot V_1 = m_2 \cdot V_2$ (2)

Obs.: O m que aparece na equação (2) é o de molaridade .

Para o título : $T_1 \cdot m_1 = T_2 \cdot m_2$ (3)

Obs.: O m que aparece na equação (3) é o de massa do soluto 1 e 2.

Para a normalidade : $N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$ (2)

Para a molalidade : $W_1 \cdot m_1 = W_2 \cdot m_2$ (2)

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS:

1- 200 mL de solução 5 molar de ácido nítrico foram diluídos com água destilada, até a obtenção de uma solução 2 molar. Qual o volume da solução final?

Resolução:

$$m_1 \cdot V_1 = m_2 \cdot V_2$$

$$5 \cdot 200 = 2 \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{1000}{2}$$

$$V_2 = 500 \text{ mL}$$

2- Que volume de água devemos acrescentar a 150 mL de solução 0,8 N de KOH para torna-la 0,2 N?

Resolução:

$$N' \cdot V' = N'' \cdot V''$$

$$0,8 \cdot 150 = 0,2 \cdot V''$$

$$V'' = \frac{0,8 \cdot 150}{0,2} = 600 \text{ mL}$$

600 mL deverá ser o volume final, portanto a diferença $V'' - V' = 600 - 150 = 450$ mL deverá ser o volume acrescentado.

3- Que massa de água devemos acrescentar a 1Kg de solução aquosa contendo 20% de NaCl em massa , a fim de torná-la 10% em massa?

Resolução:

Como a solução é 20% em massa de soluto, temos então 200g de soluto e 800g de solvente. Daí, tiramos que:

$$\tau_{final} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \Rightarrow 0,1 = \frac{200}{200 + m_2}$$

$$(200 + m_2) = \frac{200}{0,1}$$

$$200 + m_2 = 2000$$

$$m_2 = 2000 - 200 = 1800 \text{ g}$$

Como a solução apresentava 800 g de água deve-se adicionar 1000 g para se obter a concentração desejada.

8. MISTURA DE SOLUÇÕES DE MESMO SOLUTO E MESMO SOLVENTE

Ao misturarmos soluções de mesmo soluto e mesmo solvente e supondo que estão nas mesmas condições físicas (estado líquido e mesma temperatura e pressão) obtemos uma solução final que apresenta um volume igual à soma dos volumes das soluções iniciais e massas de soluto igual à soma das massas iniciais dos solutos em suas respectivas soluções.

As fórmulas mais importantes são:

Para a concentração:

$$C_F = \frac{C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

Para a molaridade:

$$m_F = \frac{m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

Obs.: O m que aparece na segunda equação é o m da molaridade.

Para a normalidade:

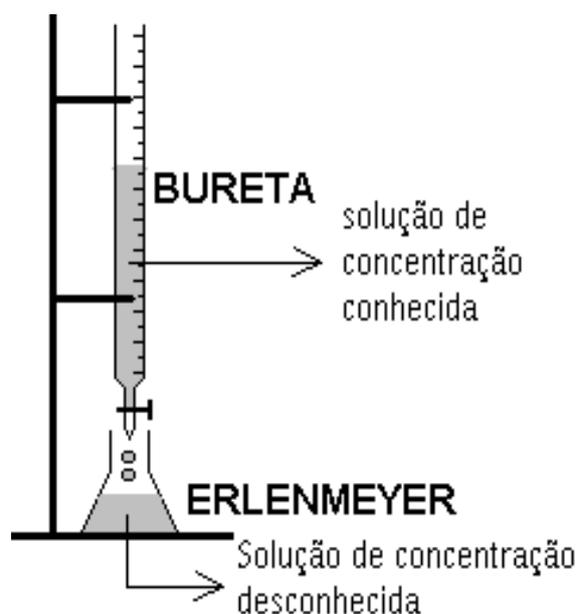
$$N_F = \frac{N_1 \cdot V_1 + N_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

9. ANÁLISE VOLUMÉTRICA, NEUTRALIZAÇÃO, TITULAÇÃO OU VOLUMETRIA

É um método de análise química bastante difundido nos laboratórios de pesquisa e que consiste em determinar a concentração de uma solução cujas

relações soluto e solvente são desconhecidas a partir de uma solução cuja concentração é conhecida.

Utiliza-se nos processos manuais de laboratórios, excluindo-se os processos mecânicos de titulação (atualmente em um dos laboratórios da UFPA, por exemplo, utilizam-se processos de titulação eletroeletrônicos) geralmente, bureta, suporte universal, pissetas, garras, elenmeyer e/ou béquer, indicador e solução de concentração conhecida e desconhecida. Observe o esquema:



O processo de titulação é baseado na neutralização total dos reagentes.

OBSERVE OS EXEMPLOS:

1- 50 mL de solução de hidróxido de sódio reagem completamente com 15 mL de HCl 2N.

a) A normalidade da solução de hidróxido de sódio.

b) A massa de hidróxido de sódio aí existente.

$$\begin{aligned} \text{a) } V_1 \cdot N_1 &= V_2 \cdot N_2 \Rightarrow 50N_1 = 15.2 \\ N_1 &= \frac{30}{50} \\ N_1 &= 0,6 \text{ normal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } N &= \frac{n^{\circ} \text{eq} - g}{V} \\ 0,6 &= \frac{n^{\circ} \text{eq} - g}{0,05} \\ n^{\circ} \text{eq} - g &= 0,05 \cdot 0,6 \\ n^{\circ} \text{eq} - g &= 0,03 \\ \frac{m}{E} &= 0,03 \quad \text{onde, } E = 40g \\ \frac{m}{40} &= 0,03 \\ m_{\text{NaOH}} &= 1,2 \text{ gramas} \end{aligned}$$

2- 10 mL de solução de ácido clorídrico, de densidade 1,095g/mL e contendo 18% de HCl, em massa são neutralizados por 40 mL de solução de NaOH. Qual a normalidade dessa solução?

$$\begin{aligned} C &= 1000 \cdot d \cdot T \Rightarrow C = 1000 \cdot 1,095 \cdot 0,18 \\ C &= 197,1 \text{ g/L} \quad \text{e tomando a relação} \\ C &= M \cdot m \end{aligned}$$

$$197,1 = 36,5 \cdot m$$

$$\text{Molaridade} = 5,4 \text{ molar}$$

Como a normalidade é $N = K \cdot m$, tem-se:

$$N_{\text{HCl}} = 1 \times 5,4 = 5,4 \text{ Normal}$$

$$V_{\text{HCl}} \cdot N_{\text{HCl}} = V_{\text{NaOH}} \cdot N_{\text{NaOH}}$$

$$10 \times 5,4 = 40 \times N_{\text{NaOH}}$$

$$N_{\text{NaOH}} = \frac{10 \times 5,4}{40}$$

$$N_{\text{NaOH}} = 1,35 \text{ normal}$$

OBSERVAÇÃO: Apesar de termos estudado a concentração normal e equivalentes grama, iremos utilizar mais os conceitos de cálculo estequiométrico nas atividades teóricas e experimentais em virtude da IUPAC considerar para tais a concentração molar como retentora das quantidades de matéria ou mols. Para isso, vamos observar o exemplo que inclusive utiliza o conceito de pureza ou teor:

Exemplo Resolvido: A soda cáustica é um sólido constituído principalmente de hidróxido de sódio (NaOH). Para analisar a qualidade de uma certa marca de soda cáustica comercial, uma amostra de 0,480g foi dissolvida em água suficiente para formar 100,0mL de solução. Uma alíquota de

10,00mL desta solução foi titulada com solução de HNO₃ 0,100mol/L, consumindo 6,00mL da solução de HNO₃.

a) Escreva a equação balanceada da reação que ocorre durante a titulação.

b) A concentração da solução de NaOH preparada é de _____ mol/L.

c) A percentagem (em massa) de NaOH na soda cáustica analisada é de _____%.

Resolução:

Pode-se partir do número de mols do ácido:

$$m_{HNO_3} = \frac{n}{V(L)}$$

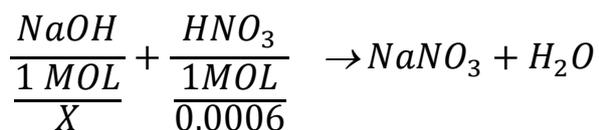
Lembrando que 6mL = 0,006L

$$0,100 = \frac{n}{0,006}$$

Onde:

$$n = 0,100 \times 0,006 = 0,0006 \text{ mols}$$

a) Para o item A, tem-se a reação:



$$X = 0,0006 \text{ de NaOH}$$

b) Para o item B, tem-se a partir do n_{NaOH} obtido, a concentração molar da base:

$$m_{NaOH} = \frac{n}{V(L)}$$

$$m_{NaOH} = \frac{0,0006}{0,01}$$

$$m_{NaOH} = 0,06 \text{ mol/L}$$

c) Para o item C, calcula-se o teor a partir da massa obtida na molaridade em 100 mL, uma vez que os 10 mL de NaOH representam a mesma concentração dos 100 mL:

$$m_{NaOH} = \frac{n}{V(L)}$$

$$0,06 = \frac{\text{massa}}{40,01}$$

$$\text{massa}_{NaOH} = 0,24 \text{ gramas em } 100\text{mL}$$

O teor ou pureza pode ser calculado da seguinte forma:

$$\frac{0,48}{0,24} = \frac{100\%}{\text{Teor}}$$

$$\text{Teor} = \frac{0,24 \cdot 100}{0,48} = 50\%$$

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL
SEGUNDO A ABORDAGEM
CIÊNCIA-TECNOLOGIA-
SOCIEDADE E
AMBIENTE(CTSA):
Unidade Temática Experimental
nº01 Potencialmente
Significativa sobre Toxicidade
de Metais Pesados em Solução
Aquosa: Uma Análise por
Bioensaio do Conteúdo
Soluções**

1) Atividade/estratégia

Será desenvolvida antes do desenvolvimento do conteúdo pelo professor com alunos do 2º ano do curso técnico integrado de edificações do IFPA através de trabalho experimental de grupo nas dependências do laboratório multidisciplinar e do herbário desta instituição culminando com a exposição dos resultados obtidos, discussões e reflexões de acordo com as perspectivas da EA e CTSA.

2) Conteúdo da disciplina de Química

Concentrações de soluções e diluição.

3) Objetivos a trabalhar no desenvolvimento da EA e do ensino aprendizagem do aluno

- Promover reflexões através de 01(um) vídeo sobre contaminação de águas por metais pesados, 01(um) experimento e da utilização de uma charge sobre poluição, contaminação,

exposição e degradação do meio ambiente por metais pesados que deverá ser feita em equipes.

- Contaminação ambiental e suas consequências à saúde humana.
- Analisar o crescimento ou decréscimo do ensino aprendizagem em relação à meta mínima da instituição que corresponde à nota 7,0.
- Promover um ensino de química prazeroso, a contextualização, a interdisciplinaridade e a EA.

4) Conceitos-chave a serem relacionados com a abordagem CTSA e EA

- Relações entre Ciência, tecnologia, Sociedade e Ambiente.
- Propor a discussão da interferência de metais potencialmente tóxicos sobre os organismos.
- Contaminação.
- Prevenção.
- Inibidor do crescimento.
- Agente mutagênico.
- Atividades integradas com outras disciplinas como a biologia, agronomia, matemática e a história dentre outras e tecnologias.

5) Materiais

- Sulfato de cobre($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
- Bulbos de cebola com diâmetro de 3,5 a 4,0 cm de diâmetro secos e sem formação de folhas ou raízes.

- 04 copos de vidro ou plásticos de 100 mL com tampa (a tampa pode ser de EVA).
- 01 Proveta de 200 mL.
- Balança com uma casa decimal ou mais.
- Uma régua escolar.
- Água mineral.

6) Desenvolvimento da atividade

- 1- Discutir a conscientização ambiental através de um vídeo sobre a contaminação por metais pesados.
- 2- Propor a utilização de um bioensaio simples e de baixo custo para abordar os efeitos de metais pesados em soluções aquosas de diferentes concentrações através do monitoramento do crescimento das raízes da cebola por um determinado período e analisar a inibição desse crescimento em

função da presença de concentrações crescentes do metal ao organismo-teste através dos seguintes passos:

1. Preparar 03(quatro) soluções com 100 mL cada uma na seguinte ordem de concentrações 0,01 g/L; 0,04 g/L; 1,00 g/L.
2. Uma solução de 100 mL com concentração de 0,00 g/L em Cu^{+2} denominada controle negativo constituída de água mineral não contaminada.
3. Numerar os quatro copos plásticos de 01 a 04.
4. Encher os copos até a borda com as soluções contaminadas e a solução de controle.
5. Preparar 04(quatro) tampas de EVA ou outro material adequado com furos grandes para encaixar as cebolas de diâmetros próximos.
6. Tampar as soluções e encaixar as cebolas de modo que a região

radicular fique em contato com as soluções.

7. Guardar em local de iluminação natural por mais ou menos 20(vinte) dias e ficar longe de áreas com calor excessivo.
8. Caso seja necessário repor a água evaporada durante os dias de observação com o cuidado de não transbordar.
9. Após os 20(vinte) dias, retirar as cebolas das soluções, lavá-las com água corrente e medir com uma régua o comprimento das raízes.
10. Com os valores medidos, construir uma tabela relacionando a concentração da solução com o crescimento da raiz.
11. Plotar o decaimento do comprimento das raízes em função da exposição às diferentes concentrações de cobre(Cu), ou seja, Comprimento da raiz(cm) X Concentração de cobre (g/L).

7) A pós a atividade obteve-se os resultados obtidos com a atividade.

Tabela 01: Comprimento das raízes (cm) e inibição do crescimento(%) após 20(vinte) dias

Solução	Concentração em de Cu ⁺² (g/L)	Comprimento da raiz em cm (C)	Inibição (%) do crescimento dada pela expressão: $I = \left(\frac{5 - C}{5}\right) \times 100$
01	0,00	5,0	0,0
02	0,100	2,2	56
03	0,400	1,3	74
04	1,000	1,0	80

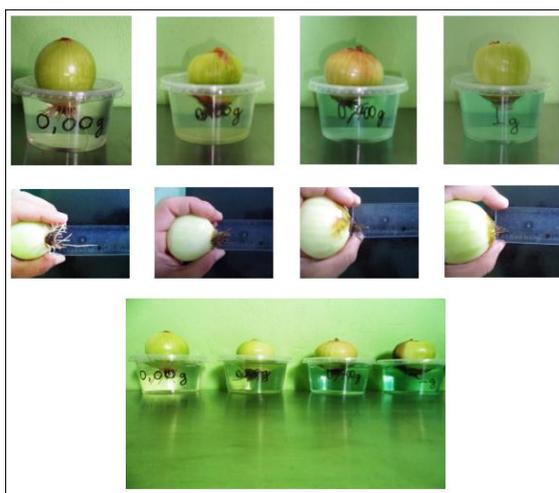


Figura 02: Bulbos em ordem crescente de concentração 0,00 g/L; 0,01 g/L; 0,04 g/L; 1,00 g/L e seus respectivos crescimentos 5,0 cm, 2,2 cm, 1,3 cm e 1,0 cm.

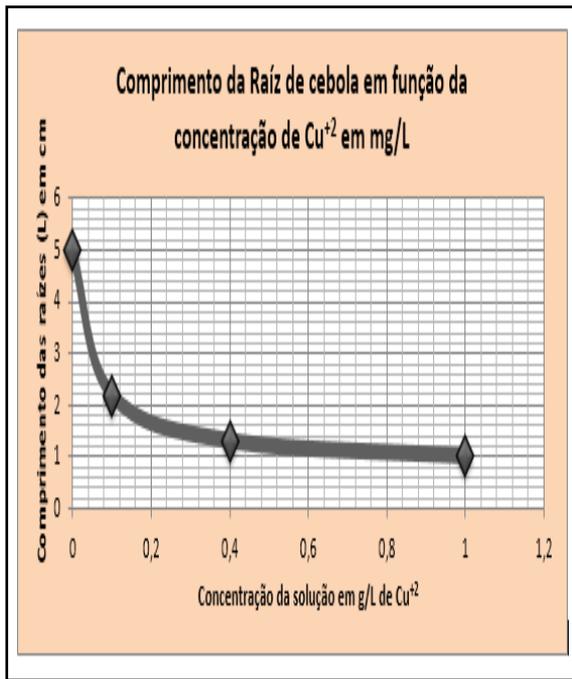
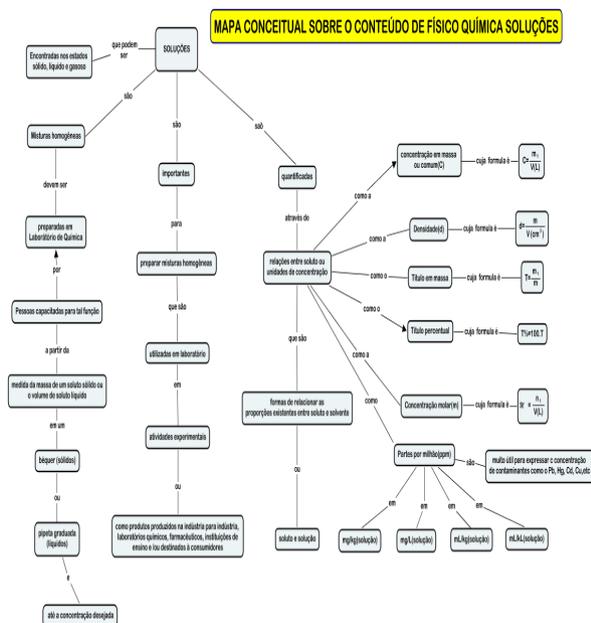


Figura 03: Gráfico obtido a partir dos bulbos em ordem crescente de concentração 0,00 g/L; 0,01 g/L; 0,04 g/L; 1,00 g/L e seus respectivos

8. Desenvolver um Mapa Conceitual(MC) a partir do MC protótipo abaixo, lembrando que é importante acrescentar exemplos nos retângulos e alusivos a EA.



REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

FELTRE, Ricardo (2004). Vol. 2 - Ensino Médio. 6ª ed. São Paulo: Ed. Moderna.

SALVADOR, E e USBERCO, J. (2005). Vols 1, 2, e 3 – Química-Ensino Médio. 11ª ed. São Paulo: Editora Saraiva.

LEE, J. D. (1999). Química Inorgânica não tão Concisa. Tradução da 5ª ed. Inglesa. São Paulo: Edgar Blucher.

MAHAN, Bruce e MYERS, Rollie J. (1995) Química um Curso Universitário. Tradução da 4ª ed. Americana. São Paulo: Edgar Blucher.

BROWN, L. Theodore; LeMAY, H. Eugene, BURSTEN; E. Bruce. (2005). Química a Ciência Central. 9ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil.

JONES, L e ATKINS, P. (2005). Princípios de Química - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 3ª ed. Porto Alegre: Editora Bookman.

Físico-Química

Assunto: Cinética Química
 PROFESSOR : José Pinheiro da Costa
 Júnior

Tópicos Principais: Velocidades Médias de Formação e Decomposição de Produtos e Reagentes; Equação de Velocidade; Fatores que alteram a Velocidade de Reação Ordens de Reação em relação aos Reagentes; Ordem Global da Reação.

E-mail: jose.pinheiro@ifpa.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento e o estudo da velocidade das reações, além de ser muito importante em termos industriais, também está relacionado ao nosso dia-a-dia, quando guardamos alimentos na geladeira para retardar sua decomposição ou usamos panela de pressão para aumentarmos a velocidade do cozimento dos alimentos. Sendo assim, as reações químicas ocorrem com velocidades diferentes, e estas podem ser alteradas.

A reação do hidrogênio (H₂) com o oxigênio(O₂) usados na propulsão de um ônibus espacial é instantâneo; porém, a fermentação da uva para a produção de vinagre pode demorar dias para se completar.

2. VELOCIDADE DE UMA REAÇÃO

A velocidade de uma reação pode ser calculada pela diminuição da quantidade dos reagentes ou pelo aumento da quantidade dos produtos, por unidade de tempo.

Essas quantidades normalmente são indicadas pela concentração molar dessas substâncias, sendo representadas por colchetes [] contendo a fórmula da substância.

2.1. VELOCIDADE MÉDIA

Habitualmente trabalhamos com a velocidade média de uma reação em que relacionamos a variação da concentração e o intervalo de tempo Δt .

A expressão da velocidade média é dada por:

$$V_m = \frac{-\{[X]_f - [X]_i\}}{[t]_f - [t]_i}$$

Ao calcularmos a $\Delta[\text{reagentes}]$, notamos que ela apresenta valores negativos, pois a concentração final dos reagentes é sempre menor que a inicial transcorrido um intervalo de tempo. Devido a esse fato adotamos em química as expressões:

$$V_m = \frac{-\Delta[\text{reagentes}]}{\Delta t} \quad \text{ou}$$

$$V_m = \frac{\Delta[\text{produtos}]}{\Delta t}$$

e, como se vê para os produtos a variação é positiva. Para os reagentes passa a tomar valores positivos desde que coloquemos o sinal negativo antes da variação $\Delta[\text{reagentes}]$.

Vejamos um exemplo:

A relação a seguir mostra a variação da concentração de uma substância A, em função do tempo em uma reação química:



Tempo (min)	[A] mol/L
0,0	11,0
2,0	7,0
4,0	4,3
6,0	3,0
8,0	2,0
10,0	1,0
12,0	0,5
14,0	0,3
16,0	0,2
18,0	0,1

Qual será o valor da velocidade média da reação de A correspondente ao intervalo entre 4 a 14 minutos?

a) 4,0 mol/L min

b) 0,40 mol/L min

c) 1,4 mol/L min

d) 25 mol/L min

e) 2,5 mol/L min

$$V_m = \frac{-\Delta[A]}{\Delta[t]}$$

$$V_m = \frac{-\{[A]_f - [A]_i\}}{[t]_f - [t]_i}$$

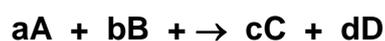
$$V_m = \frac{-(0,3 - 4,3)}{14 - 4}$$

$$V_m = \frac{-(-4,0)}{10}$$

$$V_m = \frac{4,0}{10} = 0,4 \text{ mol/Lmin}$$

Logo, alternativa b.

Para uma reação genérica qualquer como a apresentada abaixo, a velocidade da reação que não necessariamente é igual a velocidade de um participante, deve-se adotar o procedimento matemático abaixo:



$$V_{\text{reação}} = \frac{-\Delta[A]}{a\Delta[t]} = \frac{-\Delta[B]}{b\Delta[t]} = \frac{\Delta[C]}{c\Delta[t]} = \frac{\Delta[D]}{d\Delta[t]}$$

Essa definição foi convencionada pela IUPAC e permite calcular a

velocidade média de uma reação sem especificar a substância participante.

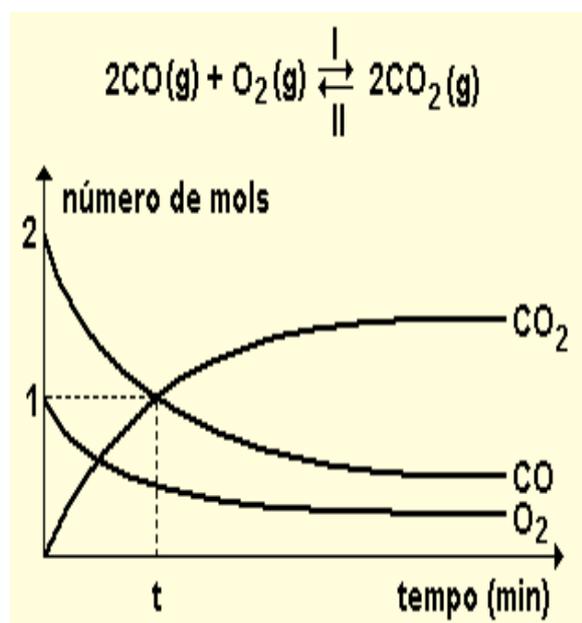
2.3. GRÁFICOS DE VELOCIDADES

Tomemos os exemplos:

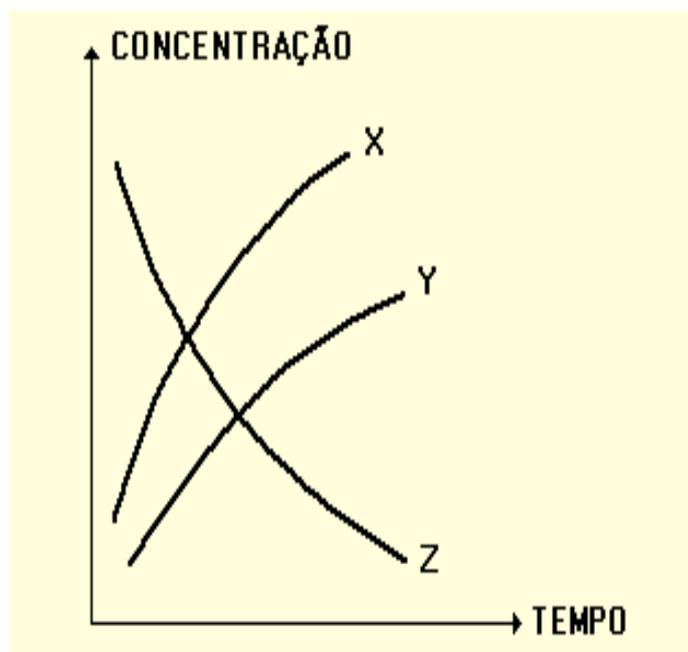
❶ O monóxido de carbono e o dióxido de carbono coexistem em equilíbrio quando são colocados em um recipiente fechado, a temperatura constante.

O gráfico a seguir representa a variação do número de mols com o tempo quando a reação apresentada é realizada em um recipiente de 1 litro.

Sabendo-se que, até atingir o equilíbrio (estado final da reação), observou-se que as curvas dos reagentes são decrescentes e do produto é crescente como na figura abaixo apresentada:



❷ O gráfico a seguir representa a variação das concentrações das substâncias X, Y e Z durante a reação em que elas tomam parte.



A equação que representa a reação é:

- $X + Z \rightarrow Y$
- $X + Y \rightarrow Z$
- $X \rightarrow Y + Z$
- $Y \rightarrow X + Z$
- $Z \rightarrow X + Y$

Resposta : e

Exercício Resolvido:

Num dado meio onde ocorre a reação $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ observou-se a seguinte variação na concentração de N_2O_5 em função do tempo:

$\text{N}_2\text{O}_5(\text{mol/L})$	0,233	0,200	0,180	0,165	0,155
Tempo(s)	0	180	300	540	840

Calcule a velocidade média da reação em relação ao N_2O_5 e a velocidade de formação do O_2 , todas no intervalo de 3 a 5 minutos.

Resolução:

Como a velocidade média é calculada pela expressão:

$$V_{\text{reação}} = \frac{-\Delta[N_2O_5]}{1 \cdot \Delta[t]} = \frac{-\Delta[O_2]}{\frac{1}{2}\Delta[t]}$$

$$V_{\text{reação}} = \frac{-\Delta[N_2O_5]}{1 \cdot \Delta[t]}$$

$$V_{\text{reação}} = \frac{-\{[N_2O_5]_f - [N_2O_5]_i\}}{[t]_f - [t]_i}$$

$$V_{\text{reação}} = \frac{-(0,180 - 0,200)}{5 - 3}$$

$$V_{\text{reação}} = \frac{-(-0,020)}{2}$$

$$V_{\text{reação}} = \frac{0,020}{2}$$

$$V_{\text{reação}} = 0,010 \text{ mol/Lmin}$$

Para a velocidade do O_2 faremos o cálculo:

$$V_{\text{reação}} = \frac{-\Delta[O_2]}{\frac{1}{2}\Delta[t]}$$

$$V_{\text{reação}} = 2 \frac{-\Delta[O_2]}{\Delta[t]}$$

Como,

$$V_R = 2 \cdot V_{O_2}$$

tem-se, então:

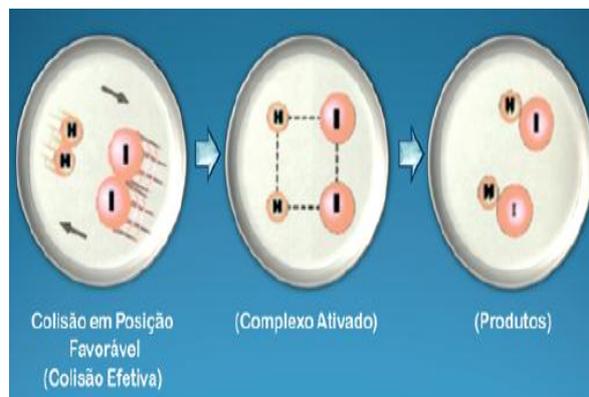
$$0,010 = 2V_{O_2}$$

$$V_{O_2} = 0,005 \text{ mol/L.min}$$

3. TEORIA DAS COLISÕES

Para que ocorra uma reação química é necessário que as partículas formadoras das substâncias reagentes se “choquem”, e quando isto acontece, a reação química ocorre gerando os produtos. Para tanto precisa-se de uma *direção adequada*, de uma determinada *freqüência de choques*(quanto maior o número de choques maior a probabilidade de ocorrência da reação) e da *energia dos choques*(uma “tombada” violenta é muito melhor que uma fraca).

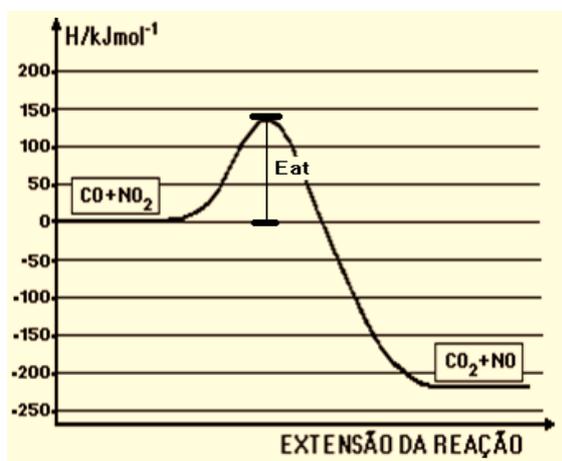
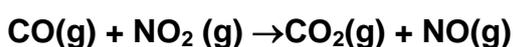
No momento em que ocorre um **choque eficaz ou efetivo**, forma-se uma estrutura intermediária entre os reagentes e os produtos, denominada *complexo ativado*. Observe a figura abaixo:



E para que ocorra a formação do complexo ativado é necessário o fornecimento de uma quantidade mínima de energia denominada **energia de ativação** (E_{at}).

3.1. Energia de Ativação (E_{at}) : É a menor quantidade de energia que deve ser fornecida aos reagentes para a formação do complexo ativado e, conseqüentemente a ocorrência da reação. A energia de ativação também é uma espécie de barreira para a reação. Vejamos os exemplos:

❶ O gráfico a seguir representa a variação de energia potencial quando o monóxido de carbono, CO, é oxidado a CO_2 pela ação do NO_2 , de acordo com a equação:



Concluimos nesse gráfico que:

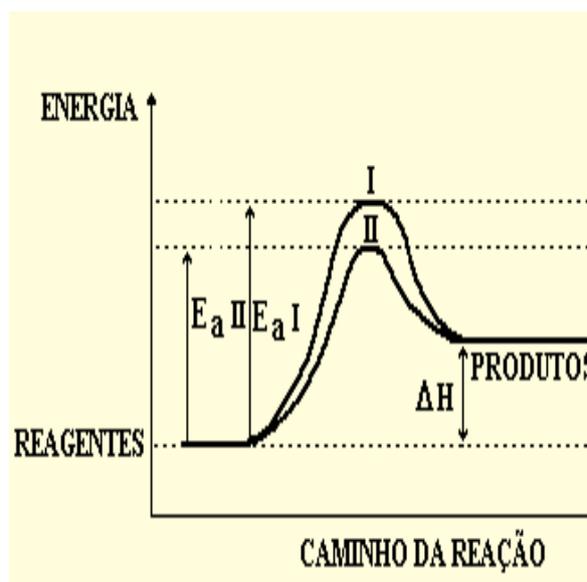
a) a energia de ativação para a reação direta é cerca de 135kJ/mol.

b) a reação inversa é endotérmica.

c) em valor absoluto, o ΔH da reação direta é cerca de 225kJ/mol.

d) o ΔH da reação direta é negativo.

❷ No diagrama a seguir estão representados os caminhos de uma reação na presença e na ausência de um catalisador.



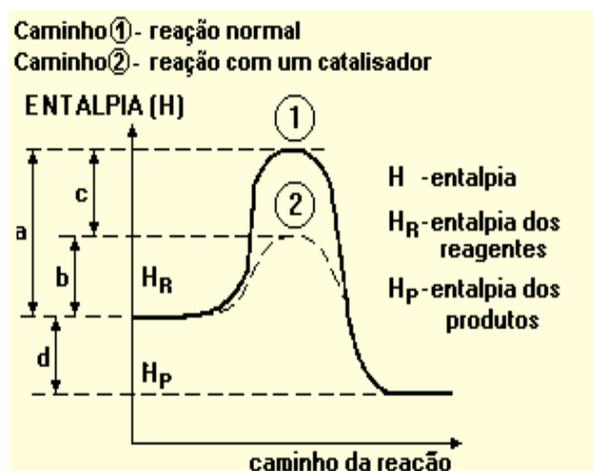
Com base neste diagrama, é correto afirmar que os fatos:

01) A curva II refere-se à reação catalisada e a curva I refere-se à reação não catalisada.

02) Se a reação se processar pelo caminho II, ela será, mais rápida.

3 O gráfico a seguir refere-se ao diagrama energético de uma reação química (reagentes → produtos), onde se vêem destacados dois caminhos de reação:

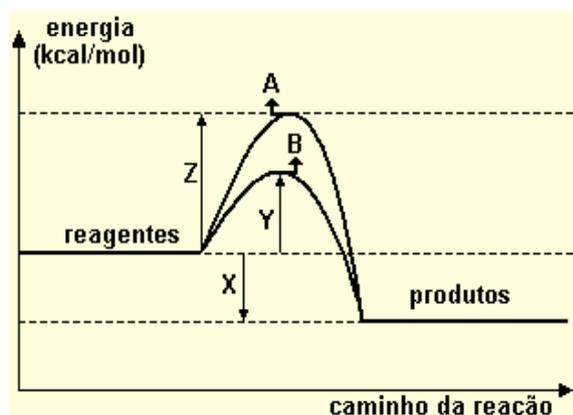
Após uma análise das entalpias dos reagentes, dos produtos e dos valores a, b, c e d, podemos afirmar que:



A presença do catalisador diminuiu a energia de ativação de a para b e mantém constante o ΔH da reação.

4 Com relação ao gráfico pode-se concluir que:

REAGENTES → PRODUTOS

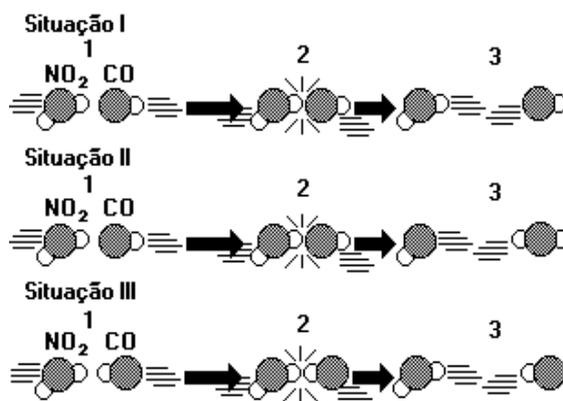


a) Z representa a energia de ativação da reação sem o catalisador.

b) Y representa a energia de ativação na presença de catalisador.

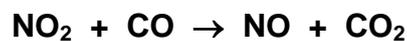
c) X representa a variação de entalpia.

5 As figuras a seguir representam as colisões entre as moléculas reagentes de uma mesma reação em três situações.

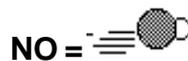
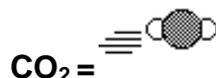


Pode-se afirmar que:

Na situação II, ocorreu uma colisão com geometria favorável e energia suficiente para formar os produtos, visto a reação geral é:



Em que a molécula de CO₂ é linear como nas figuras:



3.2. Fatores que Influenciam a Velocidade de uma Reação

3.2.1. Superfície de Contato : Quanto maior a superfície de contato dos reagentes, maior a velocidade da reação.

Exemplo :

❶ A tabela a seguir mostra situações experimentais realizadas por um estudante sobre a reação entre o zinco sólido e em pó e o ácido clorídrico:

EXPERIÊNCIAS	MASSA DE Zn(g)	FORMA DO Zn	CONC. DO ÁCIDO EM Mol/L	TEMPERATURA (°C)
I	1,0	barra	0,2	20
II	1,0	pó	0,2	60
III	3,0	pó	0,2	20
IV	3,0	barra	0,5	60
V	3,0	pó	0,5	60

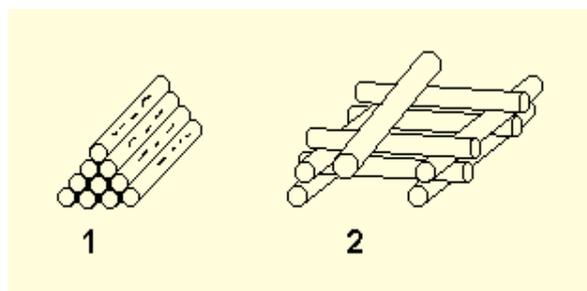
Assinale a experiência em que a reação entre o metal zinco e a solução de ácido clorídrico se processou com maior rapidez:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

Resposta : e

❷ Considere as duas fogueiras representadas a seguir, feitas, lado a

lado, com o mesmo tipo e quantidade de lenha.



A rapidez da combustão da lenha será:

- a) maior na fogueira 1, pois a superfície de contato com o ar é maior.
- b) maior na fogueira 1, pois a lenha está mais compactada, o que evita a vaporização de componentes voláteis.
- c) igual nas duas fogueiras, uma vez que a quantidade de lenha é a mesma e estão no mesmo ambiente.
- d) maior na fogueira 2, pois a lenha está menos compactada, o que permite maior retenção de calor pela madeira.
- e) maior na fogueira 2, pois a superfície de contato com o ar é maior.

Resposta: e

❸ Três experimentos foram realizados para investigar a velocidade da reação entre HCl aquoso diluído e ferro metálico. Para isso, foram contadas, durante 30 segundos, as bolhas de gás formadas imediatamente após os reagentes serem misturados.

Em cada experimento, usou-se o mesmo volume de uma mesma solução de HCl e

a mesma massa de ferro, variando-se a forma de apresentação da amostra de ferro e a temperatura.

O quadro indica as condições em que cada experimento foi realizado.

EXPERIMENTO	FERRO (2g)	TEMPERATURA
I	prego	40°C
II	prego	20°C
III	palhinha de aço	40°C

Assinale a alternativa que apresenta os experimentos na ordem crescente do número de bolhas observado.

- a) II, I, III
- b) III, II, I
- c) I, II, III
- d) II, III, I

Resposta : a

3.2.2. Temperatura: As reações químicas geralmente ocorrem muito mais rapidamente em temperaturas elevadas do que em temperaturas baixas.

O primeiro cientista que relacionou a temperatura com velocidade das reações químicas foi **Van't Hoff** no final do século XIX. Este cientista

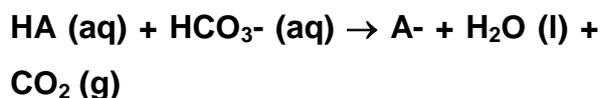
estabeleceu uma regrinha empírica que diz o seguinte:

Regra de Van't Hoff : Um aumento de 10° C faz com que a velocidade da maioria das reações químicas dobre de valor.

TEMPERATURA	5°C	15°C	25°C
VELOCIDADE	V	2V	3V

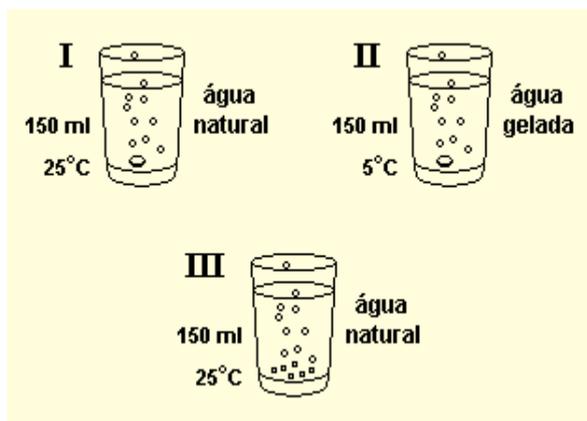
Exemplo:

❶ Alguns medicamentos de natureza ácida, como vitamina C (ácido ascórbico) e aspirina (ácido acetilsalicílico), são consumidos na forma de comprimidos efervescentes. A efervescência desses comprimidos, responsável pela produção de gás carbônico, decorre da reação (abaixo representada) entre a substância ativa e um bicarbonato do excipiente.



Um professor partiu desse acontecimento cotidiano para demonstrar a influência de certos fatores na velocidade de reação (ver figura abaixo). Primeiramente (I), pediu que os alunos medissem o tempo de dissolução de um comprimido efervescente inteiro num copo de água natural (25°C). Em seguida (II), sugeriu que repetissem a

experiência, usando um comprimido inteiro, num copo de água gelada (5°C). Finalmente (III), recomendou que utilizassem um comprimido partido em vários pedaços, num copo de água natural (25°C). Os fatos podem ser resumidos nas figuras:



Os estudantes observaram que, em relação ao resultado do primeiro experimento, os tempos de reação do segundo e do terceiro foram, respectivamente, maior e menor.

☉ Um estudante, consultando um livro didático de Química, encontrou uma experiência que lhe chamou a atenção. Não dispondo dos reagentes em sua escola, ele solicitou, por meio da Internet, no site,

<http://www.unb.br/qui/lpeq/>,

informações sobre os resultados que poderiam ser obtidos na experiência. Tendo recebido, via Internet, a tabela de dados, o aluno elaborou o seguinte relatório.

Experiência: estudo sobre a velocidade de reação.

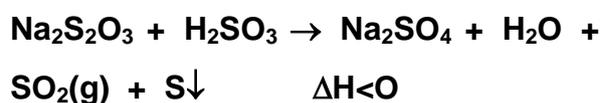
Procedimento: preparando-se tubos de ensaio em diferentes concentrações de solução de tiosulfato de sódio e em diferentes condições de temperatura, conforme especificado na tabela de dados, adicionaram-se quatro gotas de ácido sulfúrico em cada tubo, medindo-se imediatamente o tempo durante o qual a solução ficou turva, não permitindo a visualização de um traço feito a lápis em uma tira de papel que estava atrás do tubo.

Tabela de dados:

tubo	concentração da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mol/L)	condição de temperatura da solução	tempo (s)
1	0,5	gelada	20
2	0,5	quente	5
3	0,5	ambiente	10
4	0,4	ambiente	15
5	0,3	ambiente	20
6	0,2	ambiente	30

Análise de dados: o tiosulfato reage com o ácido sulfúrico, produzindo um precipitado - enxofre - o qual turva a solução. A variação das condições da reação afeta a velocidade de formação do produto.

Equação:



Com o auxílio das informações acima, julgue os itens a seguir.

(0) O aluno pode concluir corretamente que a concentração e a temperatura afetam a velocidade da reação.

(1) A entalpia da reação variou nos primeiros três tubos.

(2) A energia de ligação dos produtos é maior que a energia de ligação dos reagentes.

(3) No tubo 1, a energia cinética dos reagentes foi maior do que no tubo 2; por isso, o tempo da reação foi maior.

Respostas :

Itens corretos: 0, 1 e 2

Item errado: 3

3.2.3. CATALISADORES: São substâncias que aumentam a velocidade de uma reação sem que sejam consumidos durante o processo.

Os catalisadores aumentam a velocidade de uma reação porque diminuem a energia de ativação.

Observações:

1- O catalisador não aumenta o rendimento da reação.

2- O catalisador não altera o valor do ΔH da reação.

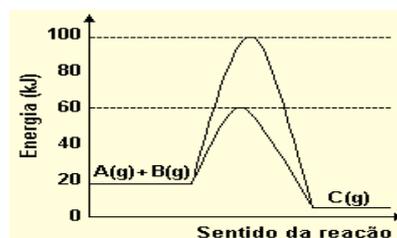
3- O catalisador acelera tanto a velocidade da reação direta quanto da reação inversa.

O uso da água oxigenada como bactericida, ao contrário do que muita gente pensa, produz uma intensa efervescência devido a ação de uma enzima existente no sangue chamada catalase e, não devido as infecções. Esse fato tanto é verdade que basta fazer repetidamente as aplicações que o resultado será parecido.



Exemplo:

❶ Analise o diagrama de energia abaixo, que representa a reação genérica $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$, a $25^\circ C$ e 1atm . O que se pode concluir?



a) A reação direta é exotérmica.

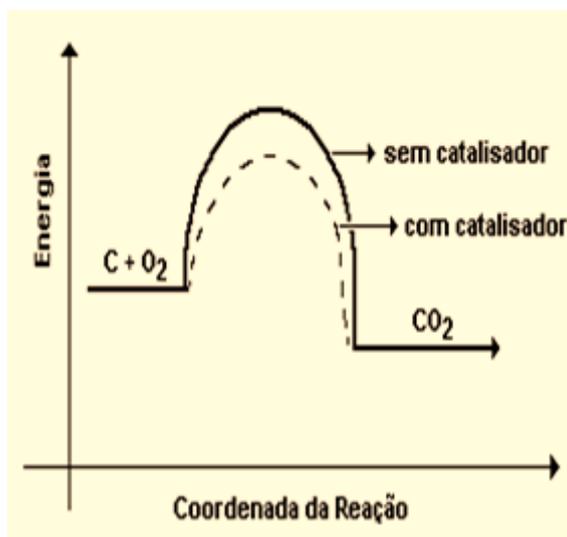
b) A reação inversa é endotérmica.

c) O valor da energia de ativação da reação direta, sem catalisador, é de 80kJ.

d) O abaixamento da energia de ativação, produzido pelo uso do catalisador, foi de 40kJ.

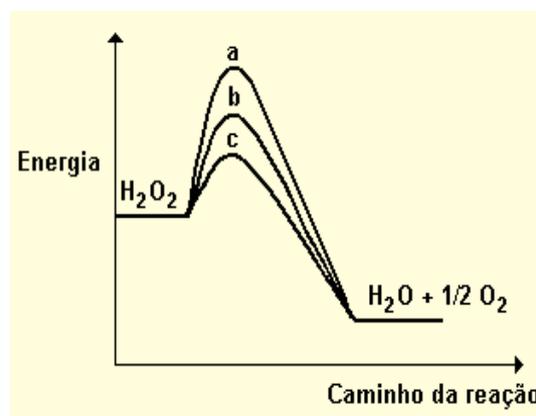
e) O aumento das concentrações de A(g) e de B(g) favorece a formação de C(g).

☉ O aumento da produção de gases, através da queima de combustíveis fósseis, vem contribuindo para o aquecimento global do planeta. Considerando o diagrama que representa a reação de combustão,



pode-se afirmar que a energia de ativação é menor quando a reação se processa na presença de catalisadores.

☉ A decomposição da água oxigenada sem catalisador exige uma energia de ativação de 18,0kcal/mol. Entretanto, na presença de platina (catálise heterogênea) e de catalase (catálise homogênea) a energia de ativação cai para 12,0 e 5,0kcal/mol, respectivamente, como pode ser observado no gráfico a seguir.



a) A reação de decomposição é endo ou exotérmica? Justifique.

b) Associe cada uma das curvas (a, b, c) com as condições de decomposição da água oxigenada.

Respostas:

a) A reação de decomposição demonstra ser exotérmica, ou seja, a entalpia dos produtos é menor que a entalpia do reagente, portanto houve liberação de calor.

b)

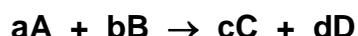
- Curva a: reação sem catálise.
- Curva b: catálise heterogênea.
- Curva c: catálise homogênea.

3.2.4. CONCENTRAÇÃO DOS

REAGENTES: Quanto maior a concentração dos reagentes maiores serão os choques das partículas e, portanto será maior a velocidade da reação.

4. Lei de Velocidade

Para uma reação genérica



temos a seguinte expressão da lei de velocidade:

$$V = [A]^x \cdot [B]^y$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V = \text{Velocidade de Reação} \\ K = \text{Contante de Velocidade} \\ [A] \text{ e } [B] = \text{Concentrações molares} \\ x \text{ e } y = \text{Expoentes para serem} \\ \text{determinados experimentalmente} \end{array} \right\}$$

① X e Y são chamadas ordem da reação em relação a cada um dos reagentes.

② A soma dos expoentes (X + Y), é denominada ordem global da reação ou total.

③ Reação elementar : É a reação que se processa numa única etapa.

④ O conjunto de etapas por meio das quais uma reação se processa é denominado mecanismo da reação e cada etapa é denominada reação elementar.

Observe os exemplos:

$2A + B \rightarrow A_2B$ que possui o mecanismo:



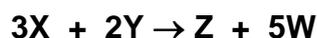
Nesse tipo de reação a equação de velocidade é determinada pela etapa lenta pois é a determinante.

Logo, a equação de velocidade será:

$$V = k[A].[A] \quad \text{ou} \quad V = k[A]^2$$

4.1. DETERMINAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE VELOCIDADE

① (UFBA) A tabela abaixo indica valores das velocidades de reação e as correspondentes molaridades dos reagentes em idênticas condições, para o processo químico representado pela equação:



Experimentos	V(mol/L.min)	[X]	[Y]
I	10	5	10
II	40	10	10
III	40	10	20

Qual a equação de velocidade do processo:

a) $V = k.[X]^3.[Y]^2$

b) $V = k.[X]^2.[Y]^2$

c) $V = k.[X]^0.[Y]^2$

d) $V=k.[X]^2.[Y]^0$

e) $V=k.[X]^2.[Y]^3$

O método utilizado é o método das concentrações constantes.

Primeiramente tomamos a equação de velocidade geral, desconhecidos os expoentes ou ordens de reação.

$$V=k[X]^a.[Y]^b$$

Em seguida montamos as equações de velocidade escolhendo propositalmente o experimento I e II. Isto é feito, pois, iremos dividir ambas as equações montadas para eliminarmos [Y].

Então:

Experimentos	$V=k[X]^a.[Y]^b$
Experimento II	$40=k[X]^a.[Y]^b = k.10^a.10^b$
Experimento I	$10=k[X]^a.[Y]^b = k.5^a.10^b$

Experimentos	Divisão
$\frac{\text{Experimento II}}{\text{Experimento I}}$	$\frac{40}{10} = \frac{K.[10]^a.[10]^b}{K.[5]^a.[10]^b}$
Resolução e Resultado	$4 = 2^a$ $2^2 = 2^a$ $a = 2$

Experimentos	$V=k[X]^a.[Y]^b$
Experimento III	$40=k[X]^a.[Y]^b = k.10^a.20^b$
Experimento II	$40=k[X]^a.[Y]^b = k.10^a.10^b$

Experimentos	Divisão
$\frac{\text{Experimento III}}{\text{Experimento II}}$	$\frac{40}{40} = \frac{K.[10]^a.[20]^b}{K.[10]^a.[10]^b}$
Resolução e Resultado	$1 = 2^b$ $2^0 = 2^b$ $b = 0$

Logo, a expressão é $V=k.[X]^2.[Y]^0$ indicando a alternativa d.

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

FELTRE, Ricardo (2004). Vol. 2 - Ensino Médio. 6ª ed. São Paulo: Ed. Moderna.

SALVADOR, E e USBERCO, J. (2005). Vols 1, 2, e 3 – Química-Ensino Médio. 11ª ed. São Paulo: Editora Saraiva.

LEE, J. D. (1999). Química Inorgânica não tão Concisa. Tradução da 5ª ed. Inglesa. São Paulo: Edgar Blucher.

MAHAN, Bruce e MYERS, Rollie J. (1995). Química um Curso Universitário. Tradução da 4ª ed. Americana. São Paulo: Edgar Blucher.

BROWN, L. Theodore; LeMAY, H. Eugene, BURSTEN; E. Bruce. (2005) Química a Ciência Central. 9ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil.

JONES, L. e ATKINS, P. (2005). Princípios de Química - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 3ª ed. Porto Alegre: Editora Bookman.

MODELAGEM E SIMULAÇÃO MATEMÁTICA APLICADA À QUÍMICA

JOSÉ PINHEIRO DA COSTA JÚNIOR ⁽¹⁾

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará- Campus Abaetetuba, Avenida Rio Grande do Sul nº 232, telefone, fax, e-mail: eaglejpl@csfx.org.br (2) Instituição, e-mail: jose.pinheiro@ifpa.edu.br

Entendendo Ordens de Reação a partir de semelhança de Triângulos na Abordagem da EA subsidiada pela Aprendizagem Significativa de Ausubel

PALAVRAS CHAVE: Camada de ozônio, linearização, conscientização.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este trabalho tem por objetivos promover a Educação Ambiental segundo a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e avaliar o ensino aprendido na disciplina Química utilizando-se de uma problemática ambiental como suporte metodológico para a construção de um cenário educacional em química promovendo assim, a consciência sobre o valor da natureza e para reorientar a produção de conhecimento baseada nos métodos da interdisciplinaridade e nos princípios da complexidade.

Tomar-se-á, para previsão de velocidades de reações químicas dados reais obtidos na literatura química ambiental e uma atividade experimental

simples a partir da reação de tiosulfato de sódio e ácido clorídrico para exemplificar como se pode chegar a uma lei de velocidade.

Procurar-se-á a partir da aprendizagem significativa que trata de ideias expressas simbolicamente e que interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe desenvolver mapas conceituais e observar as suas construções no que tange ao que se tornou significante. O termo substantiva significa não-litera, ou seja, não ao pé-da-letra, e o termo não-arbitrária significa que a interação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante e que já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Este conhecimento relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma

proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel (1918-2008) chamava de subsunçor ou ideia-âncora. A metodologia aborda uma problemática ambiental, um tratamento matemático sem o uso de regressão linear, uma atividade experimental que serve para ligar a formulação matemática a conceitos químicos.

Sobre os valores de concentração, estes serão trabalhados pelos alunos com o intuito de determinar a velocidade de uma reação conhecendo-se a sua expressão de velocidade.

Pretende-se com este trabalho deixar o aluno apto quanto ao entendimento o mais próximo possível dos métodos utilizados no nível superior e que geralmente são tratados no ensino médio com a metodologia de divisões de equações exponenciais o que provoca distorções no processo de compreensão do assunto e o bitola a uma compreensão simplista da cinética química.

Com a aplicação da educação ambiental inserida nesta metodologia de ensino levar-se-á o aluno a uma análise crítica da utilização de produtos que possuam cloro-flúor-carbonos(CFC's) e desta forma desenvolvendo uma conscientização e visão de preservação

em virtude de seus efeitos desastrosos ao meio ambiente.

Para o bom entendimento do artigo, torna-se necessário o conhecimento da unidade de concentração molar (**m**), assunto este tratado geralmente no 2º bimestre do 2º ano do ensino médio na disciplina química e o uso de uma tabela de características e mantissas caso se queira trabalhar manualmente ou uma calculadora científica simples para obtenção dos logaritmos. É utilizado neste trabalho como recurso computacional o Excel 2010. Pode-se também fazer uso da própria calculadora para gerar os coeficientes das funções para determinação das mesmas caso o professor queira usar este recurso, porém o uso do Excel parece ser mais simples e muitas escolas possuem laboratório de informática com o programa instalado.

A INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO NAS VELOCIDADES DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Experimentalmente, verifica-se que quando aumenta a concentração de um ou mais reagentes aumenta a velocidade das reações químicas. Essa constatação experimental é facilmente verificada através de experimentos de laboratório

ou até mesmo na própria sala de aula caso não se possua um laboratório.

A equação matemática que descreve esse fato é:

Equação de velocidade:

$$V = K.[A]^n.[B]^m \dots$$

em que os termos entre colchetes são as concentrações molares dos reagentes e os expoentes das concentrações são valores que devem ser determinados experimentalmente. A constante K_1 ou termo de proporcionalidade é denominada constante de velocidade ou constante cinética da reação química em uma dada temperatura.

O presente trabalho enfatizará a determinação destes expoentes através da logaritmização e linearização dando-lhes os respectivos significados químicos.

Para um melhor entendimento tomemos algumas definições a título de revisão:

1º) A concentração molar de uma substância A é representada pela expressão:

$$m_A = \frac{n_A}{V(L)}$$

2º) O número de mols é definido como

$$n_A = \frac{m_A}{M_A}, \text{ onde } n \text{ é a quantidade de}$$

matéria ou número de mols e M_A (átomo-grama ou molécula-grama) é a massa extraída com valores dos elementos químicos diretamente da tabela periódica. Então, teremos:

$$m_A = \frac{n_A}{V(L)} = \frac{m_A}{M_A \cdot V(L)} = [A]$$

onde, $[A] = m_A$ = concentração molar do reagente A.

Tomemos um exemplo para o cálculo da concentração molar do ácido bórico (H_3BO_3). Essa substância usada em composições para matar baratas geralmente apresenta 390 gramas por litro(1L) de solução aquosa. Calculemos a molécula-grama (soma dos mols do total de átomos para 1 mol de moléculas) do referido ácido lembrando que para o H_3BO_3 temos os seguintes valores aproximados de átomos-grama que podem ser encontrados em qualquer tabela periódica dos elementos químicos.

H = 1 g/mol; B = 10,8 g/mol; O = 16 g/mol.

m = massa dada na solução = 390 gramas.

Logo, a molécula grama do ácido, $M_{H_3BO_3}$, será:

$$3 \times 1 \text{ g/mol} + 10,8 \text{ g/mol} + 3 \times 16 \text{ g/mol}$$

$$M_{H_3BO_3} = 61,8 \text{ g/mol.}$$

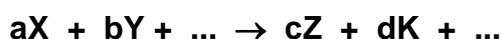
Efetuemos então o cálculo da concentração molar do H_3BO_3 .

$[\text{H}_3\text{BO}_3]$ é igual a:

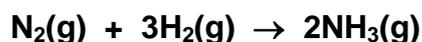
$$\frac{n_A}{V(L)} = \frac{m_A}{M_A \cdot V} = \frac{390\text{g}}{61,8\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} \times 1\text{L}}$$

$[\text{H}_3\text{BO}_3] = 6,31 \text{ mols/L}$

3º) Uma reação química qualquer pode ser representada pela expressão:



onde a, b, c, d, ..., são denominados coeficientes estequiométricos e X, Y, ... são os reagentes e Z, K, ... são os produtos. Tomemos o exemplo:



$$a = 1 \text{ e } X = \text{N}_2$$

$$b = 3 \text{ e } Y = \text{H}_2$$

$$c = 2 \text{ e } Z = \text{NH}_3$$

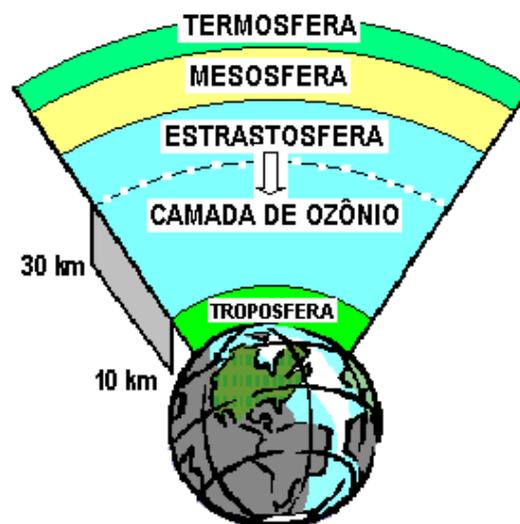
onde, (g) representa o estado físico gasoso.

A DESTRUIÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO

O gás ozônio é essencial para a existência de vida no planeta, pois, este é o responsável pela proteção contra os raios ultravioleta do sol. Estas radiações são letais aos seres vivos quando em excesso.

Esse gás é encontrado em todos os lugares, porém, em maior concentração

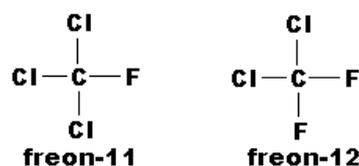
a altitudes que variam entre 10 km a 30 km. Observe a figura:



Esquema representativo

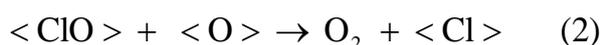
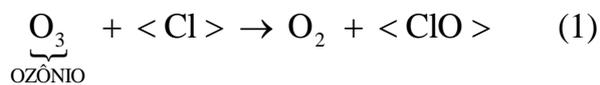
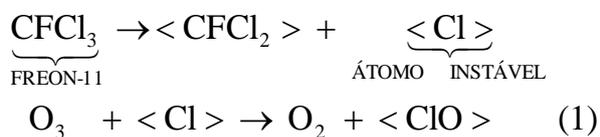
Figura 01: Esquema representativo da atmosfera terrestre e localização da camada de ozônio

Os chamados CFCs (Cloro-flúor-carbonos) largamente utilizados como gases de spray ou de refrigeração são substâncias que se apresentam como grandes inimigos para manutenção da camada de ozônio. Os principais representantes desses gases são:



Esses gases quando livres na atmosfera, atacam a camada de ozônio e algumas literaturas indicam que uma única molécula destes gases pode atuar por mais de 100 anos de forma ativa.

Um provável mecanismo, ou seja, os passos que os CFCs utilizam para destruir o ozônio podem ser dados por:



onde, somando as equações (1) e (2) obtemos a equação $\text{O}_3(\text{g}) + \langle \text{O} \rangle(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}_2(\text{g})$ que é a geral ou global e nos mostra que o produto final do ozônio é o gás oxigênio (O_2).

PROPOSTA DE TRABALHO

Terminando o texto referente à conscientização sobre a proteção da camada de ozônio através do não uso de produtos à base de CFCs será desenvolvido o conteúdo voltado à logaritmização e linearização.

Utilizaremos a equação química número (1) e os dados de concentração para as espécies Cl e O_3 obtidas experimentalmente. $K_1 = 6,49 \times 10^6$ mol/L.s é determinada experimentalmente e é fixa à temperatura de 0°C e a altitude de 45 km. $[\text{O}_3] = 8 \times 10^{-11}$ mol/L e também é aproximadamente a mesma à temperatura de 0°C e a altitude de 45 km.

Os dados experimentais da concentração de cloro inerentes a diferentes momentos extraídos da atmosfera nas condições físicas citadas são apresentados na tabela com suas respectivas velocidades:

Tabela 01: Dados de concentração de Cl e velocidade de reação a 0°C

Concentração de cloro [Cl] a 0° e a 45 km de altitude e mol/L	Velocidade da reação (V) em mol/L .s
30×10^{-14}	$1,56 \times 10^{-16}$
48×10^{-14}	$2,50 \times 10^{-16}$
64×10^{-14}	$3,32 \times 10^{-16}$
128×10^{-14}	$6,64 \times 10^{-16}$
384×10^{-14}	$2,00 \times 10^{-15}$

Lembrando que a equação (1) é



e, aplicando a equação da lei de velocidade apresentada na página 2 à equação 1, teremos:

$$V = K_1 \cdot [\text{O}_3]^n \cdot [\text{Cl}]^m$$

onde, o produto $K_1 \cdot [\text{O}_3]^n$ é tomado como K, pois, a concentração de O_3 é constante.

A nova equação terá a forma:

$$V = K \cdot [\text{Cl}]^m$$

Que, logaritmando na base 10 e multiplicando por (-1) em ambos os membros, pois, os logaritmos gerados são negativos, ter-se-á através dos passos a dedução:

Multiplicando-se primeiro por (-1), e desenvolvendo, tem-se:

$$\log V = \log(K.[CI]^m) \quad \times (-1)$$

$$-\log V = -\log(K.[CI]^m)$$

$$-\log V = -\log K - \log[CI]^m$$

$$-\log V = -\log K - m \log[CI]$$

Feito isto, fazemos uma mudança para:

$$y = -\log V; \quad b = -\log K \quad \text{e} \quad X = -\log[CI]$$

Que, nos levará a uma equação do 1º grau.

Utilizando-se de uma calculadora científica ou de uma tabela de logaritmos chegamos aos valores em escala logarítmica na base 10 a qual, reproduzimos na tabela ao lado:

Tabela 2: Referente aos valores convertidos para logaritmos e nas variáveis x e y.

X = -log[CI]	Y = -log[V]
12,52	15,80
12,32	15,60
12,20	15,48
11,90	15,18
11,41	14,70

Utilizando-se de um programa de computador adequado, sendo que neste trabalho utilizou-se o Excel pela sua popularidade e facilidade de acesso, chegamos ao gráfico:

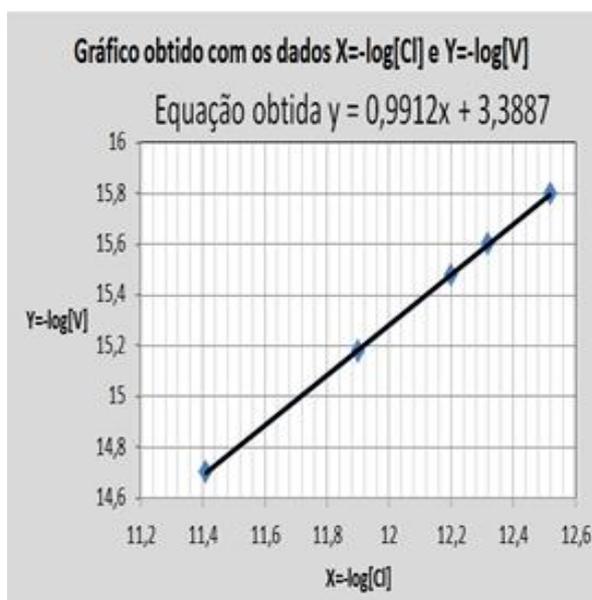


Figura 02: Gráfico de -log[V] contra -log[CI]

O gráfico obtido pode ser trabalhado em intervalos para construção de triângulos conforme a figura:

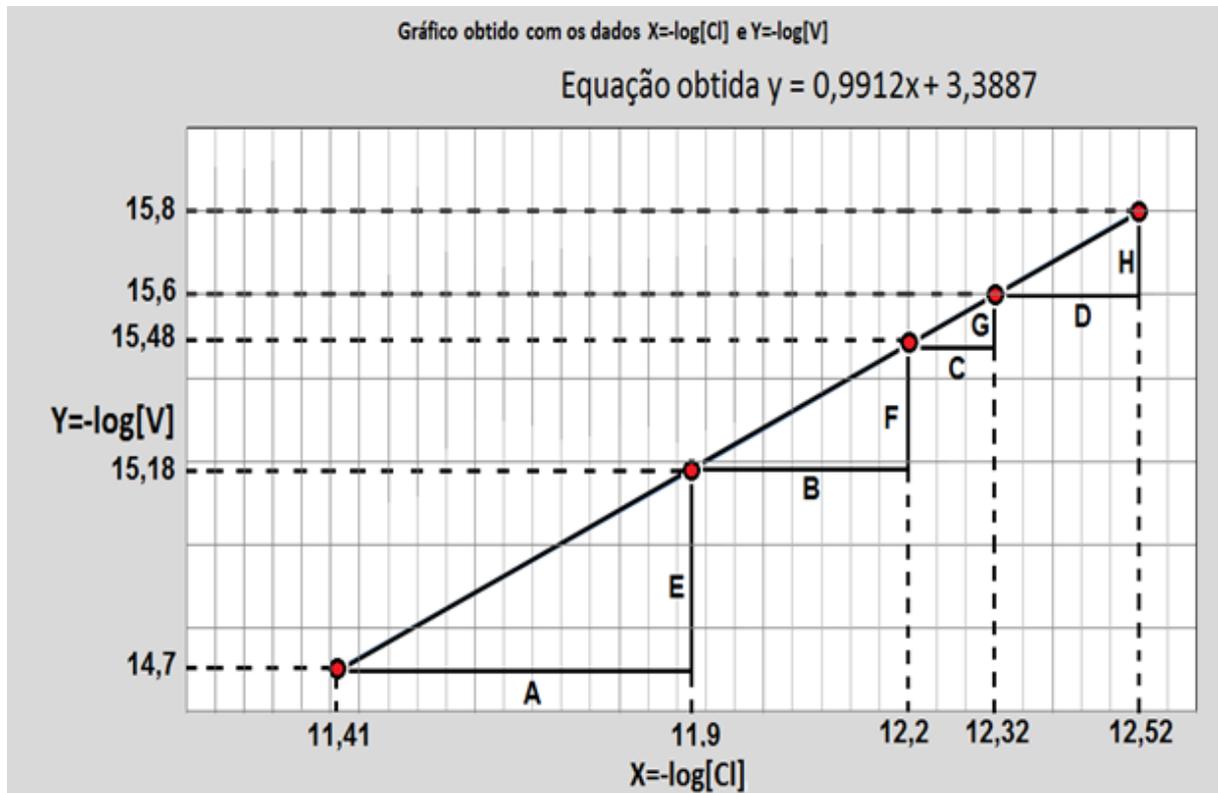


Figura 03: Gráfico gerado com o auxílio do Excel e que pode ser feito com uma régua

Os dados da equação do 1º grau, com boa margem de proximidade, podem ser tratados manualmente e aí, encontra-se o coeficiente angular médio através dos valores inerentes ao gráfico a partir dos triângulos A, B, C e D segundo a tabela abaixo:

Triângulos	(1) Lados de A, B, C e D respectivamente	(2) Lados E, F, G e H respectivamente	Razões entre os lados obtidos em (3) e (2) respectivamente
Triângulo 1	$11,90 - 11,41 = 0,49$	$15,18 - 14,70 = 0,48$	$0,48/0,49 = 0,979$
Triângulo 2	$12,20 - 11,90 = 0,30$	$15,48 - 15,18 = 0,30$	$0,30/0,30 = 1,000$
Triângulo 3	$12,32 - 12,20 = 0,12$	$15,60 - 15,48 = 0,12$	$0,12/0,12 = 1,000$
Triângulo 4	$12,52 - 12,32 = 0,20$	$15,80 - 15,60 = 0,20$	$0,20/0,20 = 1,000$

$$\text{Média Aritmética} = \frac{0,979 + 1 + 1 + 1}{4}$$

$$= 0,994$$

A média aritmética dos valores para obtenção do coeficiente angular da reta até a terceira casa decimal para as razões é 0,994 que está muito próximo do valor obtido através do recurso computacional.

Para a análise experimental em química irá se adotar o valor aproximado 1, que é o expoente da concentração de cloro [Cl]. Esse valor indica que no ato do ataque dos átomos de cloro ao ozônio torna-se necessário apenas um átomo de cloro para começar uma reação e abrir caminho para os átomos de cloro.

A equação $V = K_1 \cdot [O_3]^n \cdot [Cl]^m$ fica então, $V = K_1 \cdot [O_3]^n \cdot [Cl]^1$.

Tendo-se esta equação basta substituir os valores da tabela 1. Pode-se utilizar qualquer uma das linhas nesta tabela, porém, vamos utilizar a linha que corresponde à primeira série de dados para substituir em então, $V = K_1 \cdot [O_3]^n \cdot [Cl]^1$ a fim de obtermos a ordem da reação em relação ao O_3 . Teremos, então:

$$1,56 \times 10^{-16} = 6,49 \times 10^6 \cdot (8 \times 10^{-11})^n \cdot (30 \times 10^{-14})^1$$

$$(8 \times 10^{-11})^n = 1,56 \times 10^{-16} / 194,7 \times 10^{-8}$$

$$(8 \times 10^{-11})^n = 8 \times 10^{-11}$$

Logo, $n = 1$

Que leva a equação final:

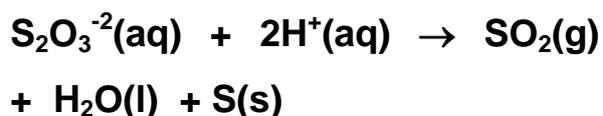
$$V = K_1 \cdot [O_3]^1 \cdot [Cl]^1$$

Os valores encontrados para m e n indicam que se $m = 1$ e $n = 1$, é necessário apenas uma molécula de cada reagente para que a destruição do ozônio comece, ou seja é uma relação de 1 para 1.

Uma observação muito importante está relacionada ao fato de que nem sempre os valores dos expoentes são iguais aos da equação química, o que não invalida o método, pois, é geral.

Observe um exemplo que demonstra claramente esse fato. Neste exemplo se utilizou de uma reação efetuada durante uma aula de Química do laboratório de multidisciplinar do IFPA-Campus-Abaetetuba por alunos do 2º ano do ensino técnico e integrado sob orientação do professor.

A reação se deu com os reagentes tiosulfato de sódio e ácido clorídrico que interagem segundo a equação:



Onde,

(aq)=dissolvido em água;
(g)=gasoso;(l)=líquido; (s) = sólido

e os coeficientes dos reagentes são 1 e 2 na equação química. A transformação foi sinalizada pelo surgimento de uma turvação amarelada composta por enxofre. O estudo experimental da transformação foi feito cronometrando o tempo necessário para a formação de uma quantidade fixa de enxofre capaz de encobrir uma cruz feita numa folha de papel sobre a qual estava um béquer. Os seguintes dados foram coletados:

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste experimento ter-se-á como objetivo determinar a ordem de uma reação entre HCl e $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ em solução através da turvação provocada por enxofre sólido(S) com utilização do método utilizado na figura 03 e tabela 03.

MATERIAIS E REAGENTES

- 1) 4 recortes de papel no tamanho do fundo de 1 béquer de 200 mL com a marca ⊗.
- 2) 4 béqueres de 200 mL.

- 3) Soluções de HCl 3 mol/L, 1,5 mols/L e 0,75 mol/L
- 4) Soluções de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ com equivalência de molaridade de 0,379 mol/L, 0,1895 mol/L
- 5) 1 pisseta com água destilada
- 6) 4 cronômetros digitais (pode-se utilizar o do celular).

Todo o procedimento quantitativo está descrito na tabela 04 com as respectivas massas, volumes e concentrações.

MEDIDAS BÁSICAS DE SEGURANÇA

Os reagentes devem ser cuidadosamente manipulados (preferencialmente pelo professor) na capela e com auxílio de luva. Devido à sua toxicidade, deve-se evitar a inalação do HCl e o contato com o tiosulfato de sódio e posterior toque nas regiões oculares. Os alunos devem estar obrigatoriamente utilizando guarda-pó, calça comprida, óculos de segurança e sapato fechado.

Tabela 4: Proporções das soluções de [HCl] e [Na₂S₂O₃] e dos tempos de reação.

Experimentos	[HCl](mol/L) do ácido muriático	[Na ₂ S ₂ O ₃](mol/L)	Tempo(s) do experimento
	Volume de ácido muriático + volume de água destilada para diluição a:	Volume de [S ₂ O ₃ ⁻²]	
(1)	6,0 mol/L para 3,0 mol/L	0,379 mol/L = 3g de Na ₂ S ₂ O ₃	15
	25 mL + 25 mL	50 mL	
(2)	6,0 mol/L para 1,5 mol/L	0,379 mol/L = 3g de Na ₂ S ₂ O ₃	15
	12,5 mL + 37,5 mL	50 mL	
(3)	6,0 mol/L para 0,75 mol/L	0,379 mol/L = 3g de Na ₂ S ₂ O ₃	15
	6,25 mL + 43,75 mL	50 mL	
(4)	6,0 mol/L para 3,0 mol/L	0,1895 mol/L = 3g de Na ₂ S ₂ O ₃	15
	50 mL + 50 mL	100 mL	

Tabela 5: Conversões para logaritmos

Experimento	[Na ₂ S ₂ O ₃] mol/L.s	[HCl] mol/L.s	V mol/L.s	-log[Na ₂ S ₂ O ₃]	-log[HCl]	-log[V]
(1)	0,379	3,0	0,0253	0,4213	-0,4771	1,5968
(2)	0,379	1,5	0,0253	0,4213	-0,1760	1,5968
(3)	0,379	0,75	0,0253	0,4213	0,1249	1,5968
(4)	0,1895	3,0	0,0126	0,7223	-0,4771	1,8996

Em que, os três primeiros experimentos têm concentrações fixas de ácido e os dois últimos concentrações fixas de tiosulfato.

Os gráficos obtidos através do método matemático descrito anteriormente levaram ao fato de que a lei de velocidade independe da concentração do reagente H^+ , que é o ácido

A figura (4) mostra o comportamento de $-\log[V] \times -\log[S_2O_3^{-2}]$ em que a potência da concentração $[S_2O_3^{-2}]$ é 1.

Figura 4: Referente ao gráfico inerente aos experimentos (1), (2), (3) e (4) para $-\log V$ e $-\log[S_2O_3^{-2}]$

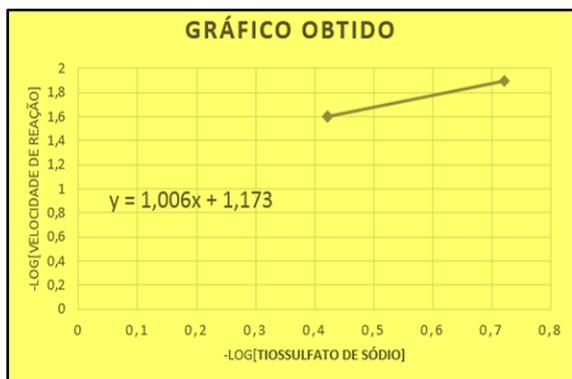


Figura 5: Referente ao gráfico inerente aos experimentos (1), (2) e (3) para $-\log V$ e $-\log[HCl]$



A figura (5) mostra o comportamento $-\log[V]$ versus $-\log[H^+]$ em que a potência da concentração $[H^+]$ é 0 e diferente do valor 2 na equação química, ou seja, como afirmado anteriormente independe desta concentração. O gráfico é de uma função constante.

PREVISÃO DA VELOCIDADE DE CONSUMO DO OZÔNIO

Deduzido o modelo cinético para a velocidade de degradação do ozônio imaginemos que seja lançado na atmosfera o equivalente a 0,00000001 mol de cloro por litro tomando-se a concentração de ozônio existente na atmosfera à altitude de 45 km. A velocidade prevista V_p será:

$$V_p = K_1 \cdot [O_3] \cdot [Cl]$$
 (lei de velocidade)

$$V_p = 6,49 \times 10^6 \cdot 8 \times 10^{-11} \cdot 0,00000001$$

$$V_p = 51,92 \times 10^{-12} \text{ mol/L.s}$$

O que em comparação com a velocidade para concentração de 30×10^{-14} mol/L tem-se:

$$\text{Aumento} = \frac{V_p}{V}$$

$$\text{Aumento} = \frac{51,92 \times 10^{-12}}{30 \times 10^{-14}}$$

$$\text{Aumento} \approx 173 \text{ vezes maior}$$

Esse valor é preocupante, pois, evidencia o fato de que o aumento do consumo de produtos que contenham CFCs aceleram a degradação da camada de ozônio aumentando assim a possibilidade de extinção de espécies de nosso planeta sensíveis à radiação ultravioleta.

UM BREVE COMENTÁRIO SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE E TRANSVERSALIDADE

A interdisciplinaridade questiona a segmentação entre os diferentes campos de conhecimento produzidos por uma abordagem que não leva em conta a inter-relação e a influência entre eles — questiona a visão compartimentada (por disciplinas) da realidade sobre a qual a escola, tal como é conhecida, historicamente se constituiu. Refere-se, portanto, a uma relação entre disciplinas.

A transversalidade diz respeito à possibilidade de se estabelecer, na prática educativa, uma relação entre aprender na realidade e da realidade de conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real (aprender na realidade e da realidade). Na prática pedagógica, interdisciplinaridade e transversalidade

alimentam-se mutuamente, pois o tratamento das questões trazidas pelos Temas Transversais expõe as inter-relações entre os objetos de conhecimento, de forma que não é possível fazer um trabalho pautado na transversalidade tomando-se uma perspectiva disciplinar rígida. A transversalidade promove uma compreensão abrangente dos diferentes objetos de conhecimento, bem como a percepção da implicação do sujeito de conhecimento na sua produção, superando a dicotomia entre ambos. Por essa mesma via, a transversalidade abre espaço para a inclusão de saberes extraescolares, possibilitando a referência a sistemas de significado construídos na realidade dos alunos. Os Temas Transversais, portanto, dão sentido social a procedimentos e conceitos próprios das áreas convencionais, superando assim o aprender apenas pela necessidade escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a interdisciplinaridade, a transversalidade e o senso de preservação ambiental, é possível através da modelagem matemática prever ordens de reações químicas, prever o quanto a velocidade

de degradação da camada de ozônio é acelerada pelo aumento na atmosfera de CFCs, instiga o aluno à curiosidade por assuntos diversos e a deixar de fazer cálculos mecânicos, promove no mesmo a necessidade das Ciências Exatas para solução de problemas ambientais bem como a sua inter-relação com as demais ciências e a ligação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade para a inclusão da Educação Ambiental em Aulas de Ciências.

¹Professor de Química do Instituto Federal do Pará(IFPA) e da Secretaria Estadual de Educação do Pará (SEDUC-PA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, P.W. Physical Chemistry. (1997). 6a ed. Editora Oxford Univert Press.

BUCCHI, Paulo. (1998). Curso Prático de Matemática. 1a ed. Editora Moderna. v.3.

BESSELER, Karl E. e NEDER, A. de V. F. (2004). Química em Tubos de Ensaio(Uma abordagem para principiantes). 1ª ed. São Paulo: Editora Blucher.

FILHO, Benigno Barreto; SILVA, Claudino Xavier da. (2000). Matemática aula por aula. 1a ed. FTD..

JONES, L e ATKINS, P. (2005) Princípios de Química - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 3a ed. Porto Alegre: Editora Bookman.

BROWN, L. Theodore; LeMAY, H. Eugene, BURSTEN; E. Bruce (2005). Química a Ciência Central. 9a ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil.

MAHAN, Bruce e MYERS, Rollie J. (1995). Química um Curso Universitário. Tradução da 4ª ed. Americana. São Paulo: Edgar Blucher.

MORITA, T e ASSUNPÇÃO, R. (2007) Manual de Soluções, Reagentes e Solventes. 2ª ed. São Paulo : Editora Blucher.

SANTOS, W. L. P. e MÓL, G. S(Coord.). (2005). Química e Sociedade: Volume único. 1ª ed. Nova Geração. São Paulo.

SALVADOR, E e USBERCO, J. (2005) Vols 1, 2, e 3 – Química-Ensino Médio. 11ª ed. São Paulo: Editora Saraiva.

PISKOUNOV, N. (1992) Cálculo Diferencial e Integral. 10a ed. Editora Lopes da Silva. v.1

Funções Inorgânicas

Assunto: Nomenclatura e Propriedades dos Compostos Inorgânicos

Professor : José Pinheiro da Costa Júnior

Tópicos Principais: Funções Químicas, Ionização e Dissociação, Nomenclatura, Propriedades e Características, Exercícios.

E-mail: iose.pinheiro@ifba.edu.br

1. INTRODUÇÃO

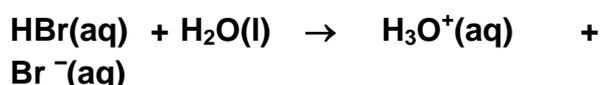
As substâncias compostas foram divididas em dois grandes grupos, a citar o grupo das substâncias inorgânicas e o grupo das substâncias orgânicas. Cada um desses grupos apresentam-se subdivididos em subgrupos denominados **Função Química**. No caso da química inorgânica as funções químicas a serem estudadas serão os **ácidos**, **bases**, **sais**, **óxidos** e os **hidretos**.

2. ÁCIDOS

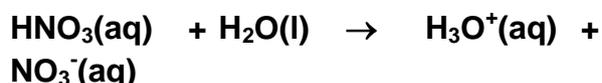
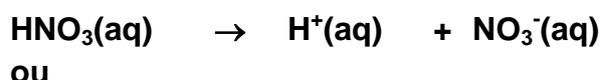
Definição segundo **ARRHENIUS**: São substâncias que quando dissolvidas em água, sofrem ionização (são moleculares) liberando na forma de cátions, exclusivamente íons **H⁺**.

Exemplos:

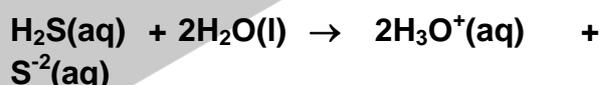
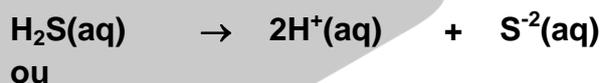
1)



2)



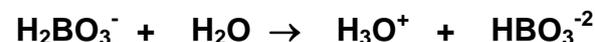
3)



Obs.: A forma **H₃O⁺** chama-se íon hidrônio ou hidroxônio.

2.1. Ionização Parcial

É um processo de ionização por etapas. Observe:



Obs.: Há ionização para estruturas moleculares e dissociação (separação apenas) para estruturas iônicas.

2.2. Características dos Ácidos

1-Têm sabor azedo.(limão,vinagre e frutas ácidas em geral).Os ácidos são corrosivos portanto com exceção dos citados entre parênteses tome muito cuidado com os demais tipos de ácidos pois a ingestão ou contato direto pode ser fatal!!!

2-Conduzem a corrente elétrica quando em solução aquosa.

3-Torna rosa o papel de tornassol que é azul e em contato com fenolftaleína não ocorre nenhuma mudança de cor.

4-Sofrem ionização em solução aquosa.

5-reagem com as bases formando sal e água.

2.3. Classificação dos Ácidos

Os ácidos podem ser classificados de diversas maneiras, dependendo da propriedade que é levada em consideração. Assim podemos ter:

2.3.1- Classificação quanto à presença ou não de oxigênio na molécula:

a) HIDRÁCIDOS: São ácidos que não possuem oxigênio na molécula.

Exemplos:

HBr , HCl , HI , H₂S , etc.

b) OXIÁCIDOS: São ácidos que possuem oxigênio na molécula.

Ex: HNO₃ , H₃BO₃ , H₂SO₄ , H₃PO₃, etc.

2.3.2. Classificação quanto ao número de hidrogênios ionizáveis:

a) MONOÁCIDOS: Na ionização a molécula produz apenas um H⁺.

Exemplos:

HCl, HNO₃ , HF, etc.

b) DIÁCIDOS: Na ionização a molécula produz dois H⁺.

Exemplos:

H₂S, H₂SO₄ , H₂CO₃ , etc.

c) TRIÁCIDOS: Na ionização a molécula produz três H⁺.

Exemplos:

H₃BO₃ , H₃PO₄ , H₃AsO₄ , etc.

d) TETRÁCIDOS: Na ionização a molécula produz quatro H⁺.

Exemplos:

H₄P₂O₇ , H₄Si₂O₄ , H₄As₂O₇ , etc.

Obs.: De um modo geral todos os hidrogênios de um ácido são ionizáveis, havendo algumas exceções à regra, e dentre estes casos é bom mencionar:



2.3.3- Classificação quanto ao grau de (α):

Podemos dizer que entre os hidrácidos :

- ✓ São fortes: HBr , HCl , HI
- ✓ É moderado apenas o HF
- ✓ São fracos todos os demais

*****Para os oxiácidos existe uma regrinha empírica que diz que a força do ácido é tanto maior quanto maior for a seguinte diferença:**

n° de átomos de oxigênio(m) – n° de átomos de hidrogênio(n)

m – n = 3 : ácido muito forte

m – n = 2 : ácido forte

m – n = 1 : ácido moderado

m – n = 0 : ácido fraco

Uma importante exceção à regra é o ácido carbônico (H₂CO₃)

2.3.4. Classificação quanto ao número de elementos na molécula

a)BINÁRIOS: Ácido cuja molécula contém dois elementos.

Ex: HF , H₂S , HCl , etc.

b)TERNÁRIOS: Ácidos cuja molécula contém três elementos.

Ex: H_2SO_4 , H_3PO_4 , HCN (ácido cianídrico), etc.

c) QUATERNÁRIOS: Ácidos cuja molécula contém quatro elementos.

Ex: HOCN (ácido ciânico), $\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ (ácido ferrocianídrico), $\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (ácido ferricianídrico), etc.

2.4. NOMENCLATURA DOS ÁCIDOS

2.4.1. Para os **HIDRÁCIDOS** dá-se o nome da raiz ou radical do elemento ligado ao hidrogênio mais o sufixo **ÍDRICO**.

Ácido _____ + ídrico
Nome do Ânion

Exemplos:

HCl - ácido clorídrico.

HI - ácido iodídrico.

H_2S - ácido sulfídrico (vem do grego sulphur)

HF - ácido fluorídrico

2.4.2. Para os **OXIÁCIDOS** usa-se as seguintes regras que serão formalizadas na nomenclatura por famílias.

- Reconhecer a que família o elemento central pertence.
- Calcular o nóx deste elemento central na fórmula.
- Saber que o maior nóx deste elemento coincide com o número de sua família.

d) Se o elemento estiver com o maior nóx ele levará a terminação **ICO**.

e) Se estiver com o menor nóx ele levará a terminação **OSO**.

2.5. NOMENCLATURA POR FAMÍLIA PARA OS OXIÁCIDOS

(1) FAMÍLIA 7A

Na família **7A** o maior nóx será **+7** e terá a terminação **ICO** e o prefixo **PER** antecedendo o nome do ácido; terá também os **nóx +5** cuja terminação será **ICO**, **+3** cuja terminação será **OSO** e finalizando o **nóx +1** que terá além da terminação **OSO** o prefixo **HIPO**.

Acompanhe por exemplo para o átomo de cloro na tabela abaixo:

NÓX	PREFIXO	TERMINAÇÃO	EXEMPLO
+7	PER	ICO	HClO_4 - ÁCIDO PERCLÓRICO
+5	-	ICO	HClO_3 - ÁCIDO CLÓRICO
+3	-	OSO	HClO_2 - ÁCIDO CLOROSO
+1	HIPO	OSO	HClO - ÁCIDO HIPOCLOROSO

(2) FAMÍLIA 6A

O maior nóx será +6 e terá a terminação ICO e o menor nóx será +4 e terá a terminação OSO. Os elementos da família 6A que formam ácidos são o S, Se e Te.

Exemplos:

H_2SO_4 (ácido sulfúrico), H_2SO_3 (ácido sulfuroso), H_2SeO_4 (ácido selênico).

(3) FAMÍLIA 5A

O maior nóx será +5 e terá a terminação ICO e o menor nóx será +3 e terá a terminação OSO. O nitrogênio(N) formará dois ácidos somente, o bismuto(Bi) formará somente o ICO enquanto que o fósforo(P), arsênio(As) e o antimônio(Sb) formam ácidos especiais que não podem ser diferenciados pelo seu nóx, mas pelas suas quantidades em água. Esses ácidos são o **ORTO**, **PIRO** e **META**.

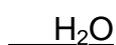
Exemplos : HNO_3 (ácido nítrico), HNO_2 (ácido nitroso), $HBiO_3$ (ácido bismútico).

***** **Vamos aprender a obter os ácidos meta e piro a partir do orto que é o ácido principal sabendo-se que sempre apresentam nox igual a +5.**

Ex: $H_3P^{+5}O_4$ (ácido ortofosfórico)

Para se obter o ácido metafosfórico toma-se a molécula do ácido ortofosfórico e retira-se uma molécula de água.

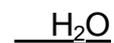
Ex: $H_3P^{+5}O_4 -$



$HP^{+5}O_3$ (neste ácido denominado metafosfórico o fósforo também apresenta nóx +5)

Para se obter o ácido pirofosfórico toma-se o ácido ortofosfórico e multiplica-se por 2 e, em seguida, o resultado é subtraído de uma molécula de água.

Ex: $(H_3PO_4) \times 2 = H_6P_2O_8 -$



$H_4P_2O_7$ (ácido pirofosfórico também apresenta o fosfórico com nóx +5)

Obs1: Se você tem uma fórmula que não consegue tirar mais água este é o meta. Se conseguir é o orto ou o piro.

Obs2: O piro é facilmente identificado pelo fato de que o elemento central no piro é duplicado.

(4) FAMÍLIA 4A

O maior nóx desta família será +4 e terá a terminação ICO. O carbono forma apenas um ácido inorgânico, que é o ácido carbônico(H_2CO_3). O átomo de silício forma orto e o meta.

Exemplos:

H_2CO_3 – ácido carbônico. Ex2: H_4SiO_4 – ácido ortossilícico Ex3: H_2SiO_3 – ácido metasilícico

(5) FAMÍLIA 3A

Os elementos que consideramos são o alumínio(Al) e o boro(B) e terão o nóx +3 e a terminação ICO. O boro, além de formar o ICO, formará também o META.

Ex1: $HAIO_2$ – ácido alumínico

Ex2: H_3BO_3 – ácido ortobórico

Ex3 : HBO_2 – ácido metabórico

(6) FAMÍLIA 2B

O elemento que consideramos é o zinco(Zn) e só faz um ácido com a terminação ICO e nóx +2.

Ex: H_2ZnO_2 – ácido zíncico.

(7) FAMÍLIA 6B

Os elementos da família 6B que formam ácidos com nóx +6 terão a terminação ICO.

O cromo(Cr) além de formar o ICO formará o ácido dicrômico que se calcula semelhante ao piro.

Ex1: H_2CrO_4 – ácido crômico

Ex2: $(H_2CrO_4) \times 2 = H_4Cr_2O_8$ –



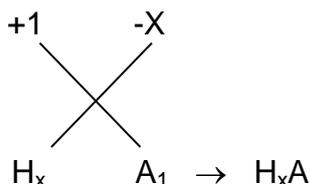
$H_2Cr_2O_7$ (ácido dicrômico com nóx +6 no cromo).

(8) FAMÍLIA 7B

O elemento que consideramos é o manganês(Mn) e forma o ácido H_2MnO_4 (ácido mangânico), o ácido $HMnO_4$ (ácido permangânico) e o ácido H_2MnO_3 (ácido manganoso).

2.6. FORMULAÇÃO DOS ÁCIDOS

Para os hidrácidos usa-se a seguinte estrutura:



Exemplos:

Ácido sulfídrico – $H^{+1} S^{-2} \rightarrow H_2S$

Ácido clorídrico – $H^{+1} Cl^{-1} \rightarrow HCl$

*******Para os oxiácidos utilizamos o seguinte roteiro apresentado abaixo e que funciona para a maioria dos casos.**

1- Coloca-se o hidrogênio(H), depois o elemento central e em seguida o oxigênio(O).

Ex : Ácido sulfúrico.



2- Coloca-se sobre cada elemento seu nóx.

Ex : $H^{+1} S^{+6} O^{-2}$

3- Para se colocar a atomicidade começa-se pelo oxigênio. A atomicidade do oxigênio tem que ser multiplicada por (-2) e deve ultrapassar no mínimo o nóx total do elemento central que no caso é (+6). Observe:

Ex : $H^{+1} S^{+6} O_4^{-2}$ – Escolhemos o número (4) porque $4 \times (-2) = -8$ que em valor absoluto ultrapassa o valor (+6).

4- Para se obter a atomicidade do hidrogênio basta tomar a atomicidade do oxigênio multiplicada por (-2) e subtrair do nóx do elemento central que é (+6). Portanto o resultado será (2). Logo a fórmula encontrada será H_2SO_4 .

Obs: Para esta regra os ácidos que formam o orto, piro e meta, o primeiro ácido a ser formado é o meta.

Ex: ácido metafosfórico. Os elementos são o H, P e o O. Então:

$H^{+1} P^{+5} O^{-2} \rightarrow$ Neste caso a atomicidade do oxigênio é 3 porque $3 \times (-$

2) = -6, número este que ultrapassa a carga do elemento central no mínimo.

$H^{+1} P^{+5} O_3^{-2} \rightarrow$ Subtraindo-se o valor -6 do valor +5 encontramos (-1). Logo a atomicidade do hidrogênio é (1), portanto a fórmula final será: HPO_3 (ácido metafosfórico).

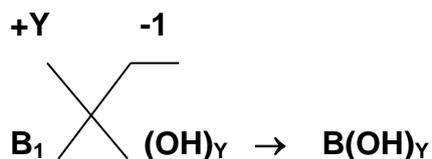
3. BASES

Segundo Arrhenius: São compostos que em solução aquosa, liberam como íon negativo, apenas o ânion hidróxido OH^- , também denominado hidroxila ou oxidrila.

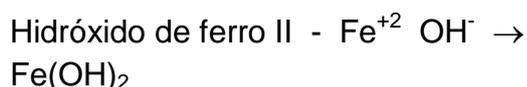
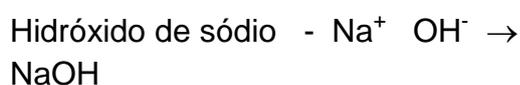
Exemplos :



3.1. FORMULAÇÃO DAS BASES



Exemplos :



3.2. CARACTERÍSTICAS DAS BASES

1- Apresentam sabor cáustico ou adstringente (“prende a língua”), como o leite de magnésia, $Mg(OH)_2$.

2- Apresentam o radical OH^- nas suas fórmulas.

3- Torna azul o papel de tornassol rosa.

4- Torna a fenolftaleína rosa violeta.

5- Sofrem dissociação iônica quando em solução aquosa. Uma importante exceção é o hidróxido de amônio (NH_4OH) que é molecular.

6- Conduzem a corrente elétrica quando em solução aquosa.

7- Reagem com os ácidos formando sal e água.

3.3. CLASSIFICAÇÃO DAS BASES

3.3.1. Classificação quanto ao número de hidroxilas dissociáveis

a) **MONOBASES:** Possuem apenas uma hidroxila.

Exemplos:



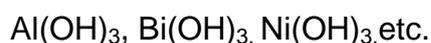
b) **DIBASES:** Possuem duas hidroxilas.

Exemplos:



c) **TRIBASES:** Possuem três hidroxilas.

Ex:



d) TETRABASES: Possuem quatro hidroxilas.

Ex: $\text{Sn}(\text{OH})_4$, $\text{Pb}(\text{OH})_4$, etc.

3.3.2. De acordo com o grau de ionização (α)

a) BASES FORTES – Apresentam grau de ionização praticamente igual a 100%; é o caso das bases de metais alcalinos.

Exemplos:

KOH , LiOH , etc.

b) BASES MODERADAS – Este grupo compreende as bases de metais alcalinos terrosos.

Exemplos:

$\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, etc.

c) BASES FRACAS – Apresentam grau de ionização, em geral, inferior a 5%, é o caso NH_4OH e das bases de metais (exceto os alcalinos e alcalinos terrosos).

Exemplos:

$\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Ni}(\text{OH})_3$, etc.

3.3.3. De acordo com a solubilidade em água

a) SOLÚVEIS – Bases da família dos metais alcalinos (KOH , LiOH , etc) e o hidróxido de amônio (NH_4OH).

b) POUCO SOLÚVEIS – Bases da família dos metais alcalinos terrosos ($\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, etc).

c) PRATICAMENTE INSOLÚVEIS – Todas as demais.

3.4. Para a nomenclatura das bases devemos considerar os seguintes casos

1- QUANDO O ELEMENTO FORMA APENAS UMA BASE

Os elementos que formam apenas uma base são os metais alcalinos (família 1A), alcalinos terrosos (família 2A), o alumínio (Al), e a prata (Ag).

Esquema:

Hidróxido de _____
NOME DO ELEMENTO LIGADO AO OH-

Exemplos:

NaOH – Hidróxido de sódio

NH_4OH – Hidróxido de amônio

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ – Hidróxido de cálcio

Obs: Os metais que formam apenas uma base são os metais alcalinos e o alcalinos terrosos.

2- QUANDO O ELEMENTO FORMA DUAS BASES

⇒ Para o maior nóx

Hidróxido de _____ + ico
NOME DO ELEMENTO LIGADO AO OH-

⇒ Para o menor nóx

Hidróxido de _____ + oso
NOME DO ELEMENTO LIGADO AO OH-

Em lugar da terminação ICO ou OSO, podemos usar, também,

algarismos romanos indicando o número de oxidação do elemento.

Exemplos:

$\text{Fe}^{+3}(\text{OH})_3$ - Hidróxido férrico ou hidróxido de ferro III.

$\text{Fe}^{+2}(\text{OH})_2$ - Hidróxido ferroso ou hidróxido de ferro II.

$\text{Sn}^{+4}(\text{OH})_4$ - Hidróxido estânico ou hidróxido de estanho IV.

$\text{Sn}^{+2}(\text{OH})_2$ -Hidróxido estanhoso ou hidróxido de estanho II.

Obs: alguns metais importantes que podem dois nóm diferentes.

CÁTIONS MAIS COMUNS	
ICO	OSO
Fe^{+3} (Férrico)	Fe^{+2} (Ferroso)
Au^{+3} (Áurico)	Au^{+1} (Auroso)
Cu^{+2} (Cúprico)	Cu^{+1} (Cuproso)
Hg^{+2} (Mercúrico)	(Hg_2^{+2}) (Mercuroso)
Co^{+3} (Cobáltico)	Co^{+2} (Cobaltoso)
Ni^{+3} (Niquélico)	Ni^{+2} (Niqueloso)
Pb^{+4} (Plúmbico)	Pb^{+2} (Plumboso)
Mn^{+4} (Mangânico)	Mn^{+2} (Manganoso)
Sn^{+4} (Estânico)	Sn^{+2} (Estanoso)
Pt^{+3} (Platínico)	Pt^{+2} (Platinoso)
Sb^{+5} (Antimônico)	Sb^{+3} (Antimonoso)
As^{+5} (Arsênico)	As^{+3} (Arsenoso)

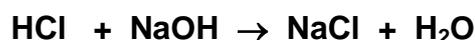
4. SAIS

São compostos que possuem pelo menos um cátion diferente do H^+ e um ânion diferente do OH^- .

Ex: NaCl , NH_4SO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})\text{Cl}$, Na_2SO_4 , etc.

A reação de um ácido com uma base de Arrhenius (chamada reação de neutralização) forma um sal e a água.

Exemplo:



Ácido Base Sal Água

Embora existam muitas outras reações que possam produzir sais, podemos dizer que sais são compostos que podem ser formados na reação de um ácido com uma base de Arrhenius.

4.1. CARACTERÍSTICAS DOS SAIS

- ✓ Sabor salgado característico.
- ✓ Em solução aquosa conduz corrente elétrica.
- ✓ Quando no estado fundido conduz corrente elétrica.
- ✓ São formados pela reação entre um ácido e uma base.

4.2. CLASSIFICAÇÃO DOS SAIS

4.2.1. Quanto à presença ou não de oxigênios

a) **OXIGENADOS OU OXISSAIS:** São sais que contêm oxigênio em sua estrutura.

Exemplos:

KNO_3 , Na_2SO_4 , KMnO_4 , etc.

b) NÃO OXIGENADOS OU HALÓIDES:

Sais que não contém oxigênio.

Ex: NaCl, NH₄Br, Ca(CN)₂, etc.

4.3. QUANTO AO NÚMERO DE ELEMENTOS CONSTITUINTES.

a) BINÁRIOS: Sal constituído por dois elementos.

Ex: KI, Na₂S, CaI₂, etc.

b) TERNÁRIOS: Sal constituído por três elementos.

Exemplos:

NaNO₃, K₂CO₃, NH₄Cl, etc.

c) QUATERNÁRIO: Sal constituído por quatro elementos.

Exemplos:

NaSCN, Na₄Fe(CN)₆, NH₄ClO₃, etc.

4.4. QUANTO A NATUREZA DOS ÍONS QUE PARTICIPAM DO SAL

a) SAL NEUTRO OU NORMAL

Sal que não apresentam hidrogênios ionizáveis(H⁺) nem hidroxilas (OH⁻).

Exemplos:

NaCl, CaCO₃, NH₄SO₄, etc.

b) SAL ÁCIDO OU HIDROGENOSSAL

Sal que possui hidrogênio ionizável.

Exemplos:

NaHCO₃, NaH₂PO₄, CaHPO₄, etc.

c) SAL BÁSICO OU HIDROXISSAL

Sal que possui o grupo OH⁻.

Exemplos:

Ca(OH)Br, Bi(OH)₂NO₃, Mg(OH)Cl, etc.

d) SAL NETRO OU DUPLO

Sal que apresenta dois cátions diferente (sem H⁺) ou por dois ânions diferentes (sem H⁻).

Exemplos:

NaKSO₄, LiCaPO₄, Mg(NO)₃Cl, etc.

4.5. NOMENCLATURA DOS SAIS ÁCIDOS E BÁSICOS

a) NOMENCLATURA IUPAC : Inicia-se pelo número de H⁺ ou OH⁻ através das seguintes expressões: **MONO-HIDROGENO** ou **MONO-HIDROXI**, **DI-HIDROGENO** ou **DI-HIDROXI**, **TRI-HIDROGENO** ou **TRI-HIDROXI**.

Exemplos:

Na₂HPO₄ - Mono-hidrogeno-ortofosfato de sódio.

NaH₂PO₄ - Diidrogeno ortofosfato de sódio

AlOHCl₂ - Mono-hidroxicloreto de alumínio

Al(OH)₂Cl - Diidroxido-cloreto de alumínio.

b) NOMENCLATURA VULGAR: Inicia-se com o seguinte esquema:

Para sais ácidos:

Nome do ânion + prefixo(mono, di ou tri) + ácido + de + nome do cátion

Ex:

Na₂HPO₄ - Ortofosfato (mono)ácido de sódio

NaH₂PO₄ - Ortofosfato diácido de sódio

NaHCO₃ - carbonato (mono)ácido de sódio

Nome do ânion + prefixo(mono, di ou tri) + básico + de + nome do cátion

Exemplos:

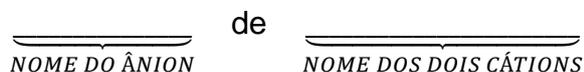
$\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$ – Cloreto (mono) básico de alumínio.

$\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ – Cloreto dibásico de alumínio.

4.6. NOMENCLATURA DOS SAIS DUPLOS

a) SAL DUPLO COM DOIS CÁTIONS

Esquema:



Exemplos:

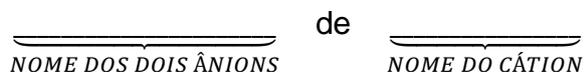
K_2NaPO_4 – Fosfato de dipot\u00e1ssio e s\u00f3dio.

NaKSO_4 - Sulfato de s\u00f3dio e pot\u00e1ssio.

KZnBO_3 – Ortoborato de zinco e pot\u00e1ssio.

b) SAL DUPLO COM DOIS \u00c0NIONS

Esquema:



Exemplos:

CaBrCl - Cloreto-brometo de c\u00e1lcio

BiCl_2NO_3 – Dicloreto-nitrato de bismuto

4.7. NOMENCLATURA DOS SAIS HIDRATADOS

Faz-se refer\u00eancia \u00e0 quantidade de H_2O usando-se os prefixos adequados:

MONO, DI(BI), TRI, TETRA, PENTA, HEXA, etc.

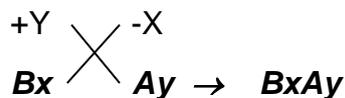
Exemplos:

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – Sulfato de c\u00e1lcio diidratado.

$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – Cloreto de c\u00e1lcio hexaidratado.

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – Sulfato c\u00faprico pentaidratado.

4.8. REGRA GERAL DE FORMULA\u00c7\u00c3O DOS SAIS NORMAIS



Exemplos:

Cloreto de s\u00f3dio – $\text{Na}^+\text{Cl}^- \rightarrow \text{NaCl}$

Fosfato de pot\u00e1ssio – $\text{K}^+\text{PO}_4^{-3} \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4$

5. \u00d3XIDOS

S\u00e3o compostos bin\u00e1rios formados pelo oxig\u00eanio e um outro elemento qu\u00edmico, sendo o oxig\u00eanio o elemento mais eletronegativo.

Exemplos:

Na_2O , CaO , Fe_2O_3 , CuO , CO , etc.

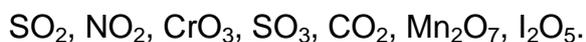
5.1. CLASSIFICA\u00c7\u00c3O DOS \u00d3XIDOS

5.1.1. \u00d3XIDOS \u00c1CIDOS OU ANIDROS

S\u00e3o compostos moleculares formados por elementos n\u00e3o met\u00e1licos

das famílias 4A, ou por elementos metálicos com +4 e situados em geral no centro da tabela.

Exemplos:



5.1.2. ÓXIDOS BÁSICOS

São compostos iônicos formados geralmente por elementos da família 1A e 2A

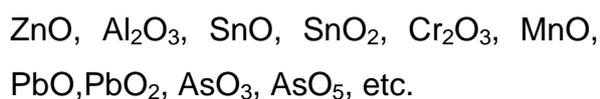
Exemplos:



5.1.3. ÓXIDOS ANFÓTEROS

São compostos com estrutura iônico molecular, formados por metais de transição ou semi-metais e que apresentam comportamento de óxido ácido e de óxido básico.

Exemplos:



5.1.4. ÓXIDOS INDIFERENTES OU NEUTROS

São compostos moleculares gasosos, formados por não-metais com nóx baixo e que não apresentam comportamento nem de óxido ácido nem de nóx básico.

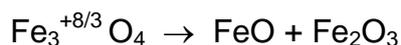
Exemplos:



5.1.5. ÓXIDOS DUPLOS, MISTOS OU SALINOS

São compostos iônicos formados por metais com nóx geralmente fracionário e que se comportam como se fossem formados por dois outros óxidos do mesmo elemento.

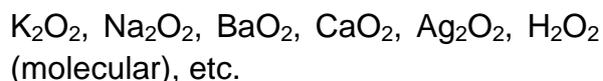
Exemplos:



5.1.6. PERÓXIDO

São compostos iônicos que apresentam o ânion O_2^{-2} (oxigênio com nóx = -1), sendo que o cátion é geralmente um elemento da família 1A e 2A.

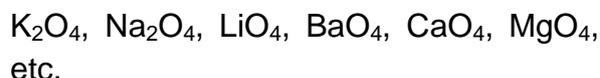
Exemplos:



5.1.7. SUPERÓXIDO

São compostos iônicos que apresentam o ânion O_4^{-2} (oxigênio com nóx = -1/2), sendo que o cátion é geralmente um elemento da família 1A e 2A.

Exemplos:



5.2. NOMENCLATURA DOS ÓXIDOS

Esquema:



Exemplos:



Na₂O- Óxido de sódio

FeO – óxido ferroso ou óxido de ferro II

Quando o elemento (ametal) forma vários óxidos, indica-se o nóx através de algarismos romanos, ou então usa-se os prefixos MONO, DI(BI), TRI, TETRA, PENTA, etc.

Exemplos:

N₂O – Óxido de nitrogênio I ou monóxido de dinitrogênio.

NO – Óxido de nitrogênio II ou monóxido de nitrogênio.

N₂O₃ – Óxido de nitrogênio III ou trióxido de dinitrogênio.

NO₂ – Óxido de nitrogênio IV dióxido de nitrogênio.

Na₂O₅ – Óxido de nitrogênio V ou pentóxido de dinitrogênio.

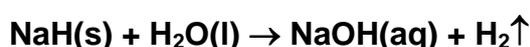
6. HIDRETOS

São compostos binários na qual o elemento mais eletronegativo é o hidrogênio.

Exemplos:

NaH (Hidreto de sódio), CaH₂ (Hidreto de cálcio), etc.

Reação com água



6.1. A nomenclatura é feita segundo o esquema:

HIDRETO DE NOME DO ELEMENTO

Exemplo: AlH₃ ⇒ Hidreto de Alumínio

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL
SEGUNDO A ABORDAGEM
CIÊNCIA-TECNOLOGIA-
SOCIEDADE E AMBIENTE(CTSA):
Unidade Temática Experimental
Potencialmente Significativa sobre
Chuva Ácida do Conteúdo Funções
Inorgânicas**

1) Atividade/estratégia

Será desenvolvida antes do desenvolvimento do conteúdo pelo professor com alunos do 2º ano do curso técnico integrado de edificações do IFPA através de trabalho experimental de grupo nas dependências do laboratório multidisciplinar e do herbário desta instituição culminando com a exposição dos resultados obtidos, discussões e reflexões de acordo com as perspectivas da EA e CTSA.

2) Conteúdo da disciplina de Química

Funções Inorgânicas.

3) Objetivos a trabalhar no desenvolvimento da EA e do ensino aprendizagem do aluno

- Promover reflexões através de 01(um) vídeo sobre chuva ácida, 01(um) experimento e da utilização de uma charge sobre poluição, contaminação, exposição e degradação do meio ambiente pela chuva ácida que deverá ser feita em equipes.
- Contaminação ambiental e suas consequências à saúde humana.
- Analisar o crescimento ou decréscimo do ensino aprendizagem em relação à meta mínima da instituição que corresponde à nota 7,0.
- Promover um ensino de química prazeroso, a contextualização, a interdisciplinaridade e a EA.

4) Conceitos-chave a serem relacionados com a abordagem CTSA e EA

- Relações entre Ciência, tecnologia, Sociedade e Ambiente.
- Propor a discussão da ação da chuva ácida nos ecossistemas, nas construções, na saúde humana e o seu favorecimento para contaminação por metais pesados e a influência na agricultura.

- Atividades integradas com outras disciplinas como a biologia, agronomia, Geografia e a História.

5) Materiais

- Hidróxido de sódio(NaOH) 0,01M.
- Solução de fenolftaleína.
- 1 balão de fundo chato com saída lateral.
- Um rolha de cortiça.
- 1 metro de cabo de látex utilizado para aplicação de injetáveis. (Este pode ser obtido em farmácias).
- Um pedaço quadrado de EVA de 6 cm de lado ou equivalente que pode ser cortado de um sandália em desuso.
- Um cabo de antena de rádio em desuso ou canudo equivalente de material duro.
- Gases coletados diretamente do escapamento de um carro para a solução básica com fenolftaleína.

6) Desenvolvimento da atividade

O desenvolvimento da atividade se dará conforme a montagem feita pelo professor a partir da imagem a seguir. É importante que a montagem seja feita conforme a figura e que não se deixe

espirrar a solução 0,01 M de hidróxido de sódio, pois, apesar da baixa concentração ainda é cáustica.



REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

FELTRE, Ricardo. (2004). Vol. 1 - Ensino Médio. 6ª ed. São Paulo: Ed. Moderna.

ATKINS, P.W. (1997). Physical Chemistry. 6ª ed. Editora Oxford Univert Press.

BESSELER, Karl E. e NEDER, A. de V. F. (2004). Química em Tubos de Ensaio(Uma

abordagem para principiantes). 1ª ed. São Paulo : Editora Blucher.

BROWN, L. Theodore; LeMAY, H. Eugene, BURSTEN; E. Bruce. (2005). Química a Ciência Central. 9a ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil.

JONES, L e ATKINS, P. (2005). Princípios de Química - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 3a ed. Porto Alegre: Editora Bookman.

MAHAN, Bruce e MYERS, Rollie J. (1995). Química um Curso Universitário. Tradução da 4ª ed. Americana. São Paulo: Edgar Blucher.

MORITA, T & ASSUNPÇÃO, R. (2007). Manual de Soluções, Reagentes e Solventes. 2ª ed. São Paulo : Editora Blucher.

SALVADOR, E e USBERCO, J. (2005) Vols 1, 2, e 3 – Química-Ensino Médio. 11ª ed. São Paulo: Editora Saraiva.

ANEXO VI: MATERIAL INSTRUCIONAL: TABELA PERIÓDICA CONSTRUÍDA PARA USO NAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	O								
1 H Hidrogênio 1,01	TABELA PERIÓDICA														2 He Hélio 4								
Hidrogênio								Metais		semimetais		não-metais		gases nobres									
3 Li Lítio 6,94	4 Be Berílio 9,01	Professor : José Pinheiro da C. Jr.										5 B Boro 10,8	6 C Carbono 12	7 N Nitrogênio 14	8 O Oxigênio 16	9 F Fluor 19	10 Ne Neônio 20,2						
Elemento Radioativo		Número atômico(Z)		Estado físico		Sólido		Líquido		Gasoso		13 Al Alumínio 27		14 Si Silício 28,1		15 P Fosfóro 31		16 S Enxofre 32,1		17 Cl Cloro 35,5		18 Ar Argônio 39,9	
11 Na Sódio 23	12 Mg Magnésio 24,3	19 K Potássio 39,1	20 Ca Cálcio 40,1	21 Sc Escândio 45	22 Ti Titânio 47,9	23 V Vanádio 50,9	24 Cr Cromo 52	25 Mn Manganês 54,9	26 Fe Ferro 55,8	27 Co Cobalto 58,9	28 Ni Níquel 58,7	29 Cu Cobre 63,5	30 Zn Zinco 65,4	31 Ga Gálio 69,7	32 Ge Germanio 72,6	33 As Arsênio 74,9	34 Se Selênio 79	35 Br Bromo 79,9	36 Kr Criptônio 83,8				
37 Rb Rubídio 85,5	38 Sr Estrôncio 87,6	39 Y Ítrio 88,9	40 Zr Zircônio 91,2	41 Nb Níbio 92,9	42 Mo Molibdênio 95,9	43 Tc Tecnécio 99	44 Ru Rutênio 101	45 Rh Ródio 103	46 Pd Paládio 106	47 Ag Prata 108	48 Cd Cádmio 112	49 In Índio 115	50 Sn Estanho 119	51 Sb Antimônio 122	52 Te Telúrio 128	53 I Iodo 127	54 Xe Xenônio 131						
55 Cs Césio 133	56 Ba Bário 137	SÉRIE DOS LANTANÍDEOS		72 Hf Háfnio 178	73 Ta Tântalo 181	74 W Tungstênio 184	75 Re Rênio 186	76 Os Ósmio 190	77 Ir Iridio 192	78 Pt Platina 195	79 Au Ouro 197	80 Hg Mercúrio 201	81 Tl Tálio 204	82 Pb Chumbo 207	83 Bi Bismuto 209	84 Po Polônio 210	85 At Astató 210	86 Rn Radônio 222					
87 Fr Frâncio 223	88 Ra Rádio 223	SÉRIE DOS ACTÍNÍDEOS		104 Rf Rutherfordio 261	105 Db Dubnio 262	106 Sg Seabörguio 263	107 Bh Bohrio 264	108 Hs Hássio 265	109 Mt Meitnério 266	110 Uun Ununílio 269	111 Uuu Ununúnio 272	112 Uub Ununbício 277	113 Uut Ununtrio 285	114 Uuq Ununquádro 285	115 Uup Ununpêntio 285	116 Uuh Ununhexio 289	117 Uus Ununseptio 289	118 Uuo Ununoctio 293					
Lantanídeos		57 La Lantânio 139	58 Ce Cério 140	59 Pr Praseodímio 141	60 Nd Neodímio 144	61 Pm Promécio 147	62 Sm Samário 150	63 Eu Európio 152	64 Gd Gadolínio 157	65 Tb Térbio 159	66 Dy Disprósio 163	67 Ho Hólmio 165	68 Er Érbio 167	69 Tm Túlio 169	70 Yb Íterbio 173	71 Lu Lutécio 175							
Actínídeos		89 Ac Actínio 227	90 Th Tório 232	91 Pa Protactínio 231	92 U Urânio 238	93 Np Neptúmio 237	94 Pu Plutônio 242	95 Am Americio 243	96 Cm Cúrio 247	97 Bk Berquílio 247	98 Cf Califórnio 251	99 Es Einstênio 254	100 Fm Férmio 253	101 Md Mendelévio 256	102 No Nobelio 253	103 Lr Laurêncio 257							

Grandezas Químicas, Estudo dos Gases e Cálculo Estequiométrico

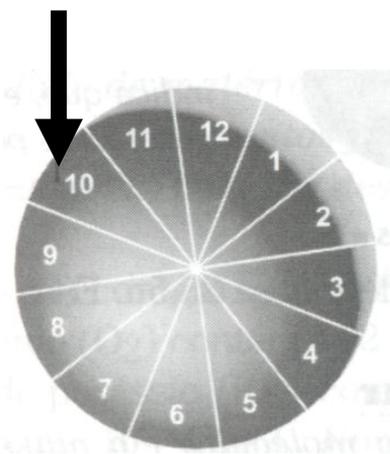
Autor : Prof. José Pinheiro

E-mail: jose.pinheiro@ifpa.edu.br

Massas Atômicas:

Para determinarmos a massa de átomos, foi utilizado como padrão o átomo de carbono 12 ao qual foi atribuída a massa atômica igual a 12 uma. Portanto 1uma é igual a 1/12 da massa do ^{12}C .

1 u (unidade de massa atômica) é igual a 1/12 do ^{12}C .



O sódio possui massa atômica =23uma, sua massa é portanto 23 vezes maior que 1/12 da massa do isótopo ^{12}C .

A massa atômica de cada elemento químico encontrado na classificação

periódica é uma média ponderada das massas atômicas de cada isótopo, levando em conta as suas percentagens na natureza.

Exemplo:

O oxigênio possui os seguintes isótopos:

Isótopos	% na natureza	Massas atômicas
^{16}O	99,76%	16
^{17}O	0,04%	17
^{18}O	0,20%	18

Logo, a sua massa atômica para as percentagens dadas será:

$$MA = \frac{16.99,76 + 17.0,04 + 18.0,20}{100}$$

$$MA = \frac{1600,44}{100}$$

$$MA = 16,0044 \text{ u.m.a (que é uma média ponderada).}$$

Observação:

Massa atômica é diferente de número de massa.

Átomo-Grama ou massa de um mol de

átomos: É a massa atômica expressa em gramas e que contém sempre o número de Avogadro.

Exemplos:

Elemento	Massa atômica	Átomo grama
S	32 u.m.a	32 gramas
Cl	35,5 u.m.a	35,5 gramas
O	16 u.m.a	16 gramas

Portanto, em 32 gramas de enxofre encontramos $6,02 \times 10^{23}$ átomos de enxofre e em 35,5 gramas de cloro e 16 gramas de oxigênio encontramos também os mesmos $6,02 \times 10^{23}$ átomos em cada uma das porções desses elementos.

Um exemplo peculiar disso ocorre com o átomo de hidrogênio que tem uma massa igual a de seu próton mais o seu elétron:

$$\text{Próton} \cong 1,67 \times 10^{-24} \text{g}$$

$$\text{Elétron} \cong 9,11 \times 10^{-28} \text{g}$$

$$1 \text{ átomo} \cong 1,670911 \times 10^{-24} \text{g}$$

Esse valor multiplicado por $6,02 \times 10^{23}$ dá:

$$1,670911 \times 10^{-24} \times 6,02 \times 10^{23} \cong$$

1,005 gramas

Massa Molecular(moléculas) ou Formal(substâncias iônicas): Indica quantas vezes a massa de uma molécula é maior que uma unidade de massa atômica(1 u.m.a).

Para obtermos a massa de uma molécula basta somarmos as massas

individuais de todos os átomos existentes na molécula, cada um multiplicado pelo seu índice.

Exemplo:

Dados os valores de massas atômicas de cada átomo, que inclusive pode ser obtido na própria tabela periódica, temos: H=1 uma, S= 32 uma, O= 16 uma, C= 12uma e Na= 23 uma. Calcule :

$$\text{a) } \text{Na}_2\text{SO}_4 \Rightarrow \text{Na} = 2 \times 23 = 46$$
$$\text{S} = 32 \times 1 = 32$$

$$\text{O} = 16 \times 4 = 64$$

$$142 \text{ u.m.a}$$

$$\text{b) } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \Rightarrow \text{C} = 12 \times 6 = 72$$
$$\text{H} = 1 \times 12 = 12$$

$$\text{O} = 16 \times 6 = 96$$

$$180 \text{ u.m.a}$$

Molécula-grama ou Massa Molar: É a massa molecular expressa em gramas.

Exemplos:

Fórmula	Massa Molecular	Molécula-Grama
Na₂SO₄	142 u.m.a	142g
C₆H₁₂O₆	180 u.m.a	180g

Observação:

Uma molécula-grama: Tem sempre o número de Avogadro $6,02 \times 10^{23}$ moléculas assim como nos átomos-grama.

1 Mol : É a quantidade de matéria de um sistema que contenha tantas unidades quanto o número de Avogadro, $6,02 \times 10^{23}$.

Nº de mols (n): É a relação entre a massa qualquer de uma amostra pura de

uma substância e a sua molécula-grama (no caso de moléculas) ou átomo-grama (no caso de elementos químicos).

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{m}{\text{At} - \text{g}}$$

Exercícios resolvidos

1- Qual o número de átomos encontrados em 460 g de sódio (Na = 23) ?

$$\begin{array}{r} 23 \text{ g de sódio} \quad \text{---} \quad 6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos de Na} \\ \hline 460 \text{ g de sódio} \quad \text{---} \quad x \end{array}$$

$$x = 1,204 \cdot 10^{25} \text{ átomos de Na}$$

2- Quantos mols de moléculas de HNO₃ existem em 31,5 g deste ácido? (Dados: H=1; N= 14; O = 16).

$$\text{HNO}_3 \Rightarrow \text{H} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$\text{N} = 14 \cdot 1 = 14$$

$$\text{O} = 16 \cdot 3 = \underline{48}$$

63g

$$\begin{array}{r} 63 \text{ g} \quad \text{---} \quad 1 \text{ mol de moléculas} \\ \hline 31,5 \text{ g} \quad \text{---} \quad x \end{array}$$

$$x = 0,5 \text{ mol de moléculas de HNO}_3$$

3- Qual a massa de 0,5 mol de H₂SO₄? (Dados: H=1; S = 32; O = 16.)

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \Rightarrow \text{H} = 1 \cdot 2 = 2$$

$$\text{S} = 32 \cdot 1 = 32$$

$$\text{O} = 16 \cdot 4 = \underline{64}$$

98g

$$98 \text{ g de H}_2\text{SO}_4 \quad \text{---} \quad 1 \text{ mol}$$

$$x \quad \text{---} \quad 0,5 \text{ mol}$$

$$x = 49 \text{ g de H}_2\text{SO}_4$$

4- Quantas moléculas são encontradas em 880 g de CO₂? (Dados: C = 12; O = 16.)

$$\text{CO}_2 \Rightarrow \text{C} = 12 \cdot 1 = 12$$

$$\text{O} = 16 \cdot 2 = \underline{32}$$

44g

$$\begin{array}{r} 44 \text{ g de CO}_2 \quad \text{---} \quad 6,02 \cdot 10^{25} \text{ moléculas de CO}_2 \\ \hline 880 \text{ g de CO}_2 \quad \text{---} \quad x \end{array}$$

$$x = 1,204 \cdot 10^{25} \text{ moléculas de CO}_2$$

5- Quantos átomos são encontrados em 360 g de C₆H₁₂O₆?

(Dados: C = 12; H = 1; O = 16)

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \Rightarrow \text{C} = 12 \cdot 6 = 72$$

$$\text{H} = 1 \cdot 12 = 12$$

$$\text{O} = 16 \cdot 6 = \underline{96}$$

180g

$$\begin{array}{r} 180 \text{ g de C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \quad \text{---} \quad 6,02 \cdot 10^{24} \text{ moléculas de C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \\ \hline 360 \text{ g de C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \quad \text{---} \quad x \end{array}$$

$$x = 1,204 \cdot 10^{24} \text{ moléculas de C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

Observe que cada molécula de $C_6H_{12}O_6$ possui 24 átomos(ato.), portanto:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ molécula de } C_6H_{12}O_6 & \text{---} & 24 \text{ ato.} \\ & \diagdown & \diagup \\ & & y \\ & \diagup & \diagdown \\ 12,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de } C_6H_{12}O_6 & \text{---} & y \end{array}$$

$y = 2,8896 \cdot 10^{25} \text{ átomos.}$

RESUMO SOBRE ESTUDO DOS GASES

Quando uma substância se encontra no estado gasoso, seu estado é bem definido por três grandezas: a pressão, o volume e a temperatura, denominadas variáveis do estado gasoso.

1º) A temperatura : Esta grandeza está relacionada ao grau de agitação das partículas de uma substância. Quanto mais elevado o grau de agitação de uma substância maior será a sua temperatura.

A escala termométrica que comumente é usada nos trabalhos científicos é a escala absoluta ou Kelvin(T), que se relaciona com a escala Celcius pela relação:

$$T = C + 273,15$$

ou, em valores aproximados:

$$T = C + 273$$

Observação: Existe também, uma outra relação entre a escala Celcius(C) e a

Fahrenheit(F) que em muitas atividades é útil:

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

2º) O volume de um gás: Será o volume do recipiente que o contém.

Relações importantes:

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L} = 10^6 \text{ mL} = 10^6 \text{ cm}^3$$

3º) A pressão: É o resultado das colisões das moléculas de um gás contra as paredes do recipiente que os contém.

4º) Transformações gasosas: Quando há uma alteração em pelo menos uma das três variáveis de estado(P,V,T), ocorre o que denominamos de transformação ou mudança de estado.

As transformações podem ser:

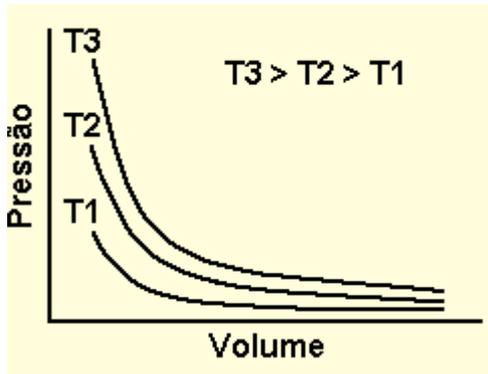
a) Transformação Isotérmica(T = constante): Ocorre quando a temperatura é constante durante a transformação. É expressa pela lei de Boyle:

$$P \cdot V = K$$

que, pode ser expressa para uma transformação por:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Observe os gráficos P x V em diferentes temperaturas:



Observe o exemplo:

Estado Inicial	Estado Final
$V_1 = 8L$	$V_2 = 16L$
$P_1 = 2 \text{ atm}$	$P_2 = ?$

Utilizando-se da equação:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2,$$

encontraremos:

$$2 \cdot 8 = P_2 \cdot 16$$

$$P_2 = 1 \text{ atm}$$

b) Transformação Isobárica ($P = \text{constante}$): Nessa transformação a pressão se mantém constante. É dada por:

$$\frac{V}{T} = K$$

que, pode ser expressa para uma transformação por:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Observe o exemplo:

Estado Inicial	Estado Final
$V_1 = 8L$	$V_2 = 16L$
$T_1 = 300 \text{ K}$	$T_2 = ?$

Utilizando-se

de

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

encontraremos:

$$\frac{8}{300} = \frac{16}{T_2}$$

$$T_2 = 600K$$

c) Transformação isocórica ou isovolumétrica ($V = \text{constante}$): Ocorre quando uma massa de gás sofre uma transformação a volume constante. É representada matematicamente por:

$$\frac{P}{T} = K$$

que, pode ser expressa para uma transformação por:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Tomemos o exemplo:

Estado Inicial	Estado Final
$P_1 = 4 \text{ atm}$	$P_2 = 2 \text{ atm}$
$T_1 = 300 \text{ K}$	$T_2 = ?$

Utilizando-se de

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

encontraremos:

$$\frac{4}{300} = \frac{2}{T_2}$$

$$T_2 = 150 \text{ K}$$

d) **A equação de CLAPEYRON** : Essa equação é de grande utilidade para química, pois, relaciona quantidades de matéria que são dadas em mols com as variáveis de estado P , V , e T . É dada por:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

onde:

P = Pressão

V = volume

n = n° de mols

R = é a constante universal dos gases perfeitos, cujos valores mais comuns são:

$R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$

$R = 62,3 \text{ mmHg.L/mol.K}$

T = é a temperatura sempre em Kelvin.

Exemplo de aplicação da equação de Clapeyron.

1- Um cilindro rígido contém 1400g de nitrogênio puro. Aberto na atmosfera, a 27°C e 1atm , até esgotar todo o conteúdo, o volume de nitrogênio, liberado terá sido de:

($N = 14$; $R = 0,082 \text{ atm.L/k. mol}$)

- a) 110,7 L.
- b) 1119,3 L.
- c) 1230 L.
- d) 2240 L.
- e) 2460 L.

Resolução:

$P = 1 \text{ atm}$

$V = ?$

$m = 1400 \text{ gramas}$

$T = C + 273 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$1 \cdot V = \frac{1400}{28} \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$V = 50 \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$V = 1230 \text{ L}$$

2- 29,0g de uma substância pura e orgânica, no estado gasoso, ocupam o volume de 8,20 L à temperatura de 127°C e à pressão de 1520 mmHg. A fórmula molecular do provável gás é:

($R = 0,082 \text{ L.atm/K.mol}$)

- a) C_2H_6



Resolução:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

$$P = 1520 \text{ mmHg} = 1520 \text{ mmHg}/760 \text{ mmHg} = 2 \text{ atm}$$

$$V = 8,2 \text{ L}$$

$$m = 29 \text{ gramas}$$

$$T = C + 273 = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$

$$P.V = n.R.T$$

$$P.V = \frac{m}{M}.R.T$$

$$2.8,2 = \frac{29}{M}.0,082.400$$

$$M = \frac{29.0,082.400}{2.8,2}$$

$$M = \frac{29.0,082.400}{16,4}$$

$$M = 58 \text{ g/mol}$$

Logo, para a substância C_4H_{10} teremos:

$$4 \times 12 + 10 \times 1 = 58 \text{ g/mol}$$

e) Pressão total e parcial de um gás numa mistura gasosa.

Tomemos a tabela:

Gás A	+	Gás B	Mistura de A + B
n_A		n_B	$n_T = n_A + n_B$

A pressão que cada gás ocupa no mesmo volume da mistura é denominada pressão parcial. É matematicamente dada por:

$$\begin{aligned} P_A.V &= n_A.R.T \\ P_B.V &= n_B.R.T \\ P_T &= P_A + P_B \\ P_T.V &= (n_A + n_B).R.T \end{aligned}$$

A pressão parcial de cada gás pode ser dada por:

$$\begin{aligned} P_A &= \frac{n_A.R.T}{V} \\ \frac{P_A}{P_T} &= \frac{n_A.R.T}{(n_A + n_B).R.T} \\ \frac{P_A}{P_T} &= \frac{n_A}{n_A + n_B} \\ \frac{P_A}{P_T} &= X_A \end{aligned}$$

que pode se generalisa da para B :

$$\frac{P_B}{P_T} = X_B$$

ESTEQUIOMETRIA

Um dos assuntos mais importantes da química chama-se estequiometria que em grego é representada pela palavra STOICHEION que significa elemento. Aplicado à química, a estequiometria indica as relações ponderais existentes nas fórmulas das substâncias e nas equações químicas,

as relações entre reagentes e produtos com o intuito da determinação de grandezas tais como massas, volumes, mols, etc.

Quotidianamente, a estequiometria é muito útil, por exemplo, à indústria, pois, a mesma precisa de métodos ponderais e dentre outros que coloquem produtos de boa qualidade e que garantam o menor custo. Para isso é importante reconhecer as relações existentes entre reagentes e produtos, sendo esta tarefa, muitas vezes complexa para os químicos.

Para o bom entendimento do assunto estequiometria, tomemos as leis ponderais das reações químicas.

1ª) LEI DE LAVOISIER OU CONSERVAÇÃO DA MASSA.

Tomemos a reação:

Exemplo	$3\text{H}_2 +$	$1\text{N}_2 \rightarrow$	2NH_3
1ª Reação	6	28	34
2ª Reação	12	56	68
3ª Reação	1,5	7	8,5

Como observação da reação de formação de amônia a partir de nitrogênio e hidrogênio, temos como comprovação experimental o fato de que a soma das massas dos produtos é igual a soma total das massas dos reagentes que é a LEI DE LAVOISIER.

2ª) LEI DE PROUST OU LEI DAS PROPORÇÕES CONSTANTES.

Tomemos a reação de eletrólise como a realizada em empresas de produção de alumínio a partir da alumina, um sólido branco e de alto ponto de fusão:

Exemplo	$2\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow$	$4\text{Al} +$	3O_2
1ª Reação	204 g	108 g	96 g
2ª Reação	102 g	54 g	48 g
3ª Reação	51 g	27 g	24 g

Para a mesma reação, porém, com uma relação de número de mols teremos:

Exemplo	$2\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow$	$4\text{Al} +$	3O_2
1ª Reação	2 mols	4 mols	3 mols
2ª Reação	4 mols	8 mols	6 mols
3ª Reação	0,5 mol	1 mol	0,75 mol

2ª) LEI DE GAY-LUSSAC OU LEI DOS VOLUMES EM PROPORÇÃO.

Tomemos o exemplo:

Descargas elétricas provocam a transformação do oxigênio (O_2) em ozônio (O_3) segundo a reação:



A proporção em volume para os gases supondo os mesmos ideais é dada na tabela:

Exemplo	$3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow$	$2\text{O}_3(\text{g})$
1ª Reação	3 Volumes	2 Volumes

2ª Reação	6 Volumes	4 Volumes
3ª Reação	12 Volumes	8 Volumes
4ª Reação	67,2 Litros	44,8 Litros

Uma relação muito importante utilizada em cálculos envolvendo volumes são as condições normais de temperatura e pressão (CNTP), onde temos as constantes físicas:

I) $P = 1 \text{ atm ou } 760 \text{ mmHg} = 76 \text{ cmHg}$

II) $T = 0^\circ \text{ C} = 273,15 \text{ K}$

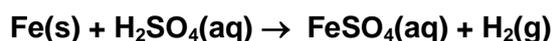
III) $n = 1 \text{ mol}$

IV) $V \cong 22,4 \text{ L}$

V) $R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$

Exercício Resolvido:

1- Jacques A.C. Charles, químico famoso por seus experimentos com balões, foi o responsável pelo segundo vôo tripulado. Para gerar o gás hidrogênio, com o qual o balão foi cheio, ele utilizou ferro metálico e ácido, conforme a seguinte reação:



Supondo-se que tenham sido utilizados 448 kg de ferro metálico, qual o volume, em litros, de gás hidrogênio obtido nas C.N.T.P. e a massa de FeSO_4 ?

(Massa Atômicas: $\text{H} = 1\text{u}$; $\text{Fe} = 56\text{u}$)

a) 89,6 96

b) 179,2 121600

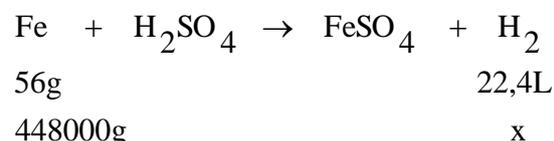
c) 268,8 96000

d) 89.600 e 121600

e) 179.200 e 121600

Resolução:

a) Tomando a reação, calculemos o volume.

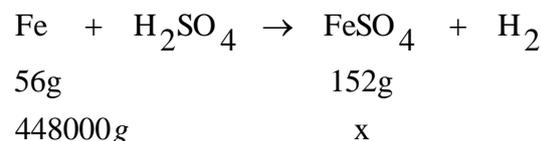


$$x = \frac{448000 \cdot 22,4}{56}$$

$$x = 179200\text{L}$$

b) Tomando a mesma reação, calculemos

a massa de FeSO_4 a partir dos 448000g de Fe.



$$x = \frac{448000 \cdot 152}{56}$$

$$x = 121600\text{g}$$

2- (PUCRS) O carbeto de silício (SiC) possui uma estrutura idêntica à do diamante e, por isso, apresenta elevada dureza, sendo utilizado, por exemplo, na confecção de esmeril para afiar facas e no corte de vidros. Uma forma de obtenção do carbeto de silício dá-se por meio da reação de aquecimento de coque com areia, conforme expressa a equação a seguir:



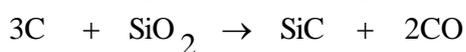
A massa de carbeto de silício, em kg, que se forma a partir da utilização de 1kg de carbono presente no coque é, aproximadamente,

a) 0,33

b) 0,78

- c) 1,11
d) 1,44
e) 3,33

Tomando a mesma reação, calculemos a massa de SiC a partir dos 448000g de Fe.



$$\begin{array}{ccc} 36g & & 40g \\ 1000g & & x \end{array}$$

$$x = \frac{1000 \cdot 40}{36}$$

$x = 1111,11g$ que em quilogramas teremos :

$$x = \frac{1111,11}{1000} = 1,11111 kg$$

3-(PUCMG) O oxigênio pode ser obtido através da decomposição térmica do clorato de potássio ($KClO_3$), conforme a reação:



O volume de oxigênio obtido, nas CNTP, pela decomposição de 24,5 g de clorato de potássio, é igual a:

- a) 3,36 L
b) 6,72 L
c) 13,44 L
d) 22,40 L

Resolução:

Tomando a equação que representa a reação química e a massa de $KClO_3 = 122,5g$, calculemos o volume de O_2 .



$$\begin{array}{ccc} 122,5g & & 33,6L \\ 24,5g & & x \end{array}$$

$$x = \frac{24,5 \cdot 33,6}{122,5}$$

$$x = 6,72 L$$

4- O ferro é obtido pela redução de seus minérios, em temperaturas muito elevadas, em altos fornos, na presença de coque, conforme a equação global:



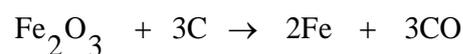
Obtém-se, assim, o ferro-gusa, que contém muitas impurezas.

Quantos gramas de coque (C) são necessários para converter totalmente 319,2g de Fe_2O_3 em ferro-gusa?

- a) 24
b) 72
c) 108
d) 180
e) 360

Resolução:

Tomando a equação química, calculemos a massa de C(carbono) a partir dos 319,2g de Fe_2O_3 .



$$\begin{array}{ccc} 160g & & 36g \\ 319,2g & & x \end{array}$$

$$x = \frac{319,2 \cdot 36}{160}$$

$$x = 71,82 g$$

5-Hidreto de lítio pode ser preparado segundo a reação expressada pela equação química:



Admitindo que o volume de hidrogênio é medido nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), calcule:

a) a massa de hidreto de lítio que pode ser produzida na reação de 13,8g de lítio com 11,2L de hidrogênio;

b) o rendimento (em porcentagem) da reação se, com as quantidades de reagentes acima indicadas, ocorrer a formação de 6,32g de LiH.

Volume molar dos gases(CNTP) = 22,4L

Massas molares (g/mol): Li = 6,90; H = 1,00.

Antes dessa de efetuar esta resolução, para outras situações em que não houver a condição de CNTP, existe também outras condições físicas e, dentre elas, as CNTPA. O valor comum do volume molar com uma casa decimal é 24,4 L. a demonstração é apresentada abaixo e para outras condições o cálculo é o mesmo:

Importantíssimo!!!

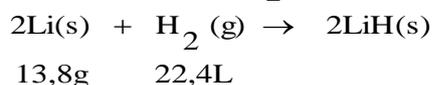
CNTPA ⇒ Condições Normais de Temperatura e Pressão e Ambiente(25°C e 1atm).

$T = C + 273,15$
 $T = 25 + 273,15$
 $T = 298,15 \text{ K}$

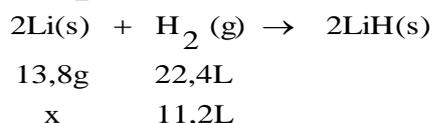
Tomando a equação de Clapeyron $PV=nRT$, teremos:
 $1 \cdot V_m = 1 \cdot 0,082 \cdot 298,15$
 $V_m = 24,4483 \text{ litros.}$

Agora vamos à resolução:

a) Pela equação química, e pela massa de Li o volume de H_2 deveria ser 22,4 L. Logo, o Li está em excesso e deve - se trabalhar com o volume de H_2 .

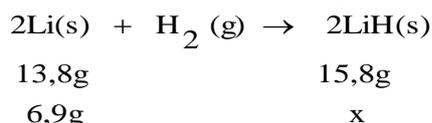


Tomando novamente a equação em função de H_2 teremos :



que imediatamente leva a $x = 6,9 \text{ g}$ que é a massa de real de lítio.

Tomando novamente a equação :



$$x = \frac{6,9 \cdot 15,8}{13,8}$$

$$x = 7,9 \text{ g (valor teórico)}$$

b) O cálculo do rendimento se dá pela expressão :

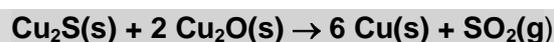
$$R = \frac{\text{Massa real}}{\text{Massa teórica}} \times 100 = \frac{m_R}{m_T} \times 100$$

Como o valor real foi 6,32 g teremos :

$$R = \frac{6,32}{7,9} \times 100$$

$$R = 80\%$$

6-O cobre é um metal encontrado na natureza em diferentes minerais. Sua obtenção pode ocorrer pela reação da calcosita (Cu_2S) com a cuprita (Cu_2O) representada a seguir:



Numa reação com 60% de rendimento, qual a massa de cobre obtida a partir de

200g de calcosita com 20,5% de impureza e cuprita suficiente?

Resolução:

Como a calcosita apresenta uma pureza de 20,5% deve-se primeiramente calcular a massa real de calcosita pela expressão:

$$P = \frac{\text{massa pura}}{\text{massa total ou impura}} \times 100$$

$$(100 - 20,5) = \frac{\text{massa pura}}{200} \times 100$$

$$79,5 = \frac{\text{massa pura}}{200} \times 100$$

$$\text{massa pura} = 159\text{g}$$

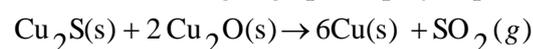
pelo rendimento teremos :

$$R = \frac{\text{massa real}}{\text{massa teórica}} \times 100$$

$$60 = \frac{\text{massa real}}{159} \times 100$$

$$\text{massa real} = \frac{159 \cdot 60}{100}$$

massa real = 95,4g, logo pela equação química :



$$159\text{ g} \qquad \qquad \qquad 381\text{ g}$$

$$95,4\text{ g} \qquad \qquad \qquad x$$

$$x = \frac{95,4 \cdot 381}{159}$$

$$x = 228,6\text{ g}$$

7- O álcool etílico, C₂H₅OH, usado como combustível, pode ser obtido industrialmente pela fermentação da sacarose, representada simplificada pelas equações:



Partindo-se de uma quantidade de caldo de cana, que contenha 500 kg de

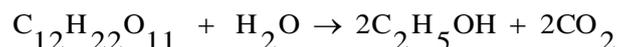
sacarose, e admitindo-se um rendimento de 68,4%, a massa de álcool obtida em kg será:

Dados: C = 12; H = 1; O = 16

a) 44 b) 46 c) 92 d) 107 e) 342

Resolução :

Somando as duas equações, obtemos:



e tomando a equação do rendimento

$$R = \frac{\text{Massa real}}{\text{Massa teórica}} \times 100 = \frac{m_R}{m_T} \times 100$$

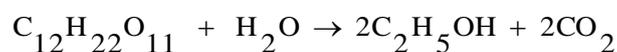
Como a massa teórica foi 500kg teremos:

$$68,4 = \frac{m_R}{500} \times 100$$

$$R = \frac{500 \times 68,4}{100}$$

$$m_R = 342\text{ kg de sacarose (açúcar comum)}$$

Tomando a equação química :



$$342\text{ g} \qquad \qquad \qquad 92\text{ g}$$

$$342000\text{ g} \qquad \qquad \qquad x$$

$$x = \frac{342000 \cdot 92}{342}$$

$$x = 92000\text{ g}$$

$$x = 92\text{ kg}$$

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

FELTRE, Ricardo. (2004). Vol. 1 - Ensino Médio. 6ª ed. São Paulo: Ed. Moderna.

SALVADOR, E e USBERCO, J. (2005). Vols 1, 2, e 3 – Química-Ensino Médio. 11ª ed. São Paulo: Editora Saraiva.

LEE, J. D. (1999). Química Inorgânica não tão Concisa. Tradução da 5ª ed. Inglesa. São Paulo: Edgar Blucher.

MAHAN, Bruce e MYERS, Rollie J. (1995). Química um Curso Universitário. Tradução da 4ª ed. Americana. São Paulo: Edgar Blucher.

BROWN, L. Theodore; LeMAY, H. Eugene, BURSTEN; E. Bruce. (2005). Química a Ciência Central. 9ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil.

JONES, L e ATKINS, P. (2005). Princípios de Química - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 3ª ed. Porto Alegre: Editora Bookman.

ANEXO VIII: MATERIAL AVALIATIVO: EDUCAÇÃO AMBIENTAL SEGUNDO A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE E AMBIENTE(CTSA)- Avaliação sobre Contaminação por Metais Pesados, Chuva Ácida, Degradação da Camada de Ozônio distribuídas nos Conteúdos Soluções Funções Inorgânicas e Cinética Química.

Orientações:

- I. Em cada questão existe apenas uma alternativa correta que deve ser assinalada com **X**.
- II. Somente valerão questões que estiverem resolvidas com caneta azul ou preta.
- III. O tempo da avaliação é de 150 minutos.

Turma: 2º ANO DE EDIFICAÇÕES

Aluno(a):.....

Turma: 2º ANO DE EDIFICAÇÕES DATA:
29/09/14

1) As chuvas ácidas podem ter diferentes composições dependendo do local onde são formadas, as mais nocivas são formadas em grandes centros industriais, onde há queima de combustíveis fósseis (gasolina, óleo diesel). Esse tipo de chuva é carregado de poluentes. Marque a opção que traz os compostos que a torna nociva à saúde.

- a) (.....) óxidos de carbono (CO e CO₂)
- b) (.....) óxidos de cálcio (CaO e CaO₂)
- c) (.....) óxidos de enxofre (SO₂ e SO₃)

- d) (.....) óxidos de nitrogênio (NO e NO₂)
- e) (.....) óxidos de sódio e potássio (Na₂O e K₂O)

2) A chuva ácida é uma poluição transcontinental, porque os gases que a produzem podem ser transportados pelos ventos até 2.000 km de distância antes de se transformarem em ácidos. Na Alemanha 50% das florestas naturais foram destruídas pelas chuvas ácidas; obras de arte e monumentos arquitetônicos são vítimas desta. Quais os gases poluentes abaixo contribuem significativamente para a chuva ácida?

- a) (.....) Nitrogênio e oxigênio
- b) (.....) Enxofre e gás carbônico
- c) (.....) Nitrogênio e enxofre
- d) (.....) Enxofre e CFC
- e) (.....) CFC e Metano

3) A chuva ácida é produzida quando gotas de chuva absorvem o dióxido de carbono (CO₂) presente na atmosfera originando ácido carbônico (H₂CO₃), conforme a equação:



A chuva ácida possui pH menor que 5,6 e por essa razão se torna capaz de corroer até mesmo pedras mais

resistentes, como o mármore. A imagem abaixo traz uma estátua danificada pela exposição à acidez da chuva.



O que provocou os estragos na estátua foi um ácido produzido pela reação da chuva com óxidos contendo enxofre. Opte pelo nome e fórmula corretos para tal ácido.

- a) (.....) ácido sulfuroso (H_2SO)
- b) (.....) ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- c) (.....) ácido sulfúrico (H_2SO_3)
- d) (.....) ácido sulfuroso (H_2SO_4)
- e) (.....) ácido tiosulfúrico ($H_2S_2O_3$)

4) Um dos problemas ambientais decorrentes da industrialização é a poluição atmosférica. Chaminés altas lançam ao ar, dentre outros materiais, o dióxido de enxofre (SO_2), que pode ser transportado por muitos quilômetros em poucos dias. Dessa forma, podem

ocorrer precipitações ácidas em regiões distantes, causando vários danos ao meio ambiente (chuva ácida). Um dos danos ao meio ambiente diz respeito à corrosão de certos materiais. Considere as seguintes obras:

- I. monumento Itamarati – Brasília (mármore).
- II. esculturas de Aleijadinho – MG (pedra sabão, contém carbonato de cálcio).
- III. grades de ferro ou alumínio de edifícios.

A ação da chuva ácida pode acontecer em:

- a) (.....) I apenas
- b) (.....) I e II apenas
- c) (.....) I e III apenas
- d) (.....) II e III apenas
- e) (.....) I, II, e III

5) Sobre certa substância, as afirmações a seguir são feitas:

- I. Reage com base, originando sal e água;
- II. Em presença de água, sofre ionização e forma soluções que apresentam como único cátion o hidrônio;
- III. Em solução aquosa, torna a fenoltaleína incolor.

A substância que se enquadra nas propriedades dadas é:

a) (.....) BaSO_4

b) (.....) CH_4

c) (.....) $\text{Mg}(\text{OH})_2$

d) (.....) SO_3

e) (.....) HCl .

6) O limite máximo de concentração de íon Hg^{2+} admitido para seres humanos é de 6 miligramas por litro de sangue. O limite máximo, expresso em mol de Hg^{2+} por litro de sangue, é igual a: (massa molar de $\text{Hg} = 200 \text{ g/mol}$)

a) (.....) $3 \cdot 10^{-5}$.

b) (.....) $6 \cdot 10^{-3}$.

c) (.....) $3 \cdot 10^{-2}$.

d) (.....) 6.

e) (.....) 200.

7) Cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Entre esses elementos estão metais pesados como o cádmio, o chumbo e o mercúrio, componentes de pilhas e baterias, que são perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Quando descartadas em lixos comuns, pilhas e baterias vão para

aterros sanitários ou lixões a céu aberto, e o vazamento de seus componentes contamina o solo, os rios e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna. Por serem bioacumulativos e não biodegradáveis, esses metais chegam de forma acumulada aos seres humanos, por meio da cadeia alimentar. A legislação vigente (Resolução CONAMA n 257/1999) regulamenta o destino de pilhas e baterias após seu esgotamento energético e determina aos fabricantes e/ou importadores a quantidade máxima permitida desses metais em cada tipo de pilha/bateria, porém o problema ainda persiste. Marque o item correto.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 11 jul. 2009 (adaptado)

a) (.....) deixar de consumir aparelhos elétricos que utilizem pilha ou bateria como fonte de energia.

b) (.....) usar apenas pilhas ou baterias recarregáveis e de vida útil longa e evitar ingerir alimentos contaminados, especialmente peixes.

c) (.....) devolver pilhas e baterias, após o esgotamento da energia armazenada, à rede de assistência técnica especializada para repasse a fabricantes e/ou importadores.

d) (.....) criar nas cidades, especialmente naquelas com mais de 100 mil habitantes, pontos estratégicos de coleta de baterias e pilhas, para posterior repasse a fabricantes e/ou importadores.

e) (.....) exigir que fabricantes invistam em pesquisa para a substituição desses metais tóxicos por substâncias menos nocivas ao homem e ao ambiente, e que não sejam bioacumulativas.

8) Cátions de metais pesados como Hg^{2+} e Pb^{2+} são alguns dos agentes da poluição da água de muitos rios. Um dos processos de separá-los pode ser pela precipitação como hidróxido (OH^-) e cromato (CrO_4^{2-}). As fórmulas desse precipitados são:

- a) (.....) $\text{Hg}_2(\text{OH})_2$ e Pb_2CrO_4 .
- b) (.....) $\text{Hg}(\text{OH})_2$ e $\text{Pb}(\text{CrO}_4)_2$.
- c) (.....) Hg_2OH e PbCrO_4 .
- d) (.....) $\text{Hg}(\text{OH})_2$ e PbCrO_4 .
- e) (.....) $\text{Hg}(\text{OH})_3$ e $\text{Pb}(\text{CrO}_4)_3$.

9) Ao se fazer um experimento sobre Toxicidade de Metais Pesados em Solução Aquosa: Uma Análise por Bioensaio, foram contaminadas algumas soluções com sulfato de cobre e o gráfico obtido juntamente com as imagens de crescimento de raízes de cebola são apresentados abaixo:

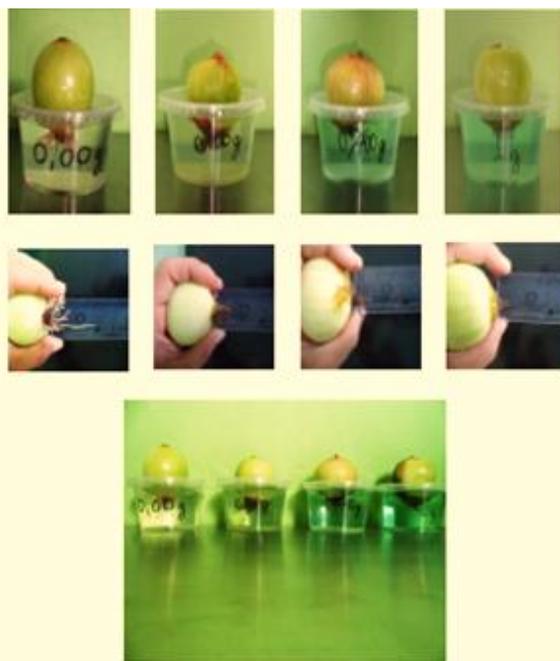


Figura 01: Bulbos em ordem crescente de concentração: 0,00 g/100mL; 0,01 g/100mL; 0,04/100mL; 1,00/100mL e seu respectivos crescimentos 5,0 cm; 2,2 cm; 1,3 cm e 1,0 cm.



Com base nos dados, as concentrações molares do Cu^{+2} nestas soluções foram:

- a) (.....) 0,00 M; $1,57 \cdot 10^{-3}$ M; $6,29 \cdot 10^{-3}$ M; $1,57 \cdot 10^{-2}$ M
- b) (.....) 0,00 M; $1,47 \cdot 10^{-7}$ M; $6,00 \cdot 10^{-7}$ M; $1,57 \cdot 10^{-5}$ M
- c) (.....) 1,00 M; $1,57 \cdot 10^{-7}$ M; $7,29 \cdot 10^{-7}$ M; $1,57 \cdot 10^{-5}$ M
- d) (.....) 0,00 M; $1,57 \cdot 10^{-7}$ M; $4,30 \cdot 10^{-7}$ M; $1,57 \cdot 10^{-5}$ M

e) (.....) 0,00 M; $1,57 \cdot 10^{-7}$ M; $6,29 \cdot 10^{-7}$ M; $1,57 \cdot 10^{-5}$ M

10) Uma remessa de soda cáustica (40g/mol) está sob suspeita de estar adulterada. Dispondo de uma amostra de 0,5 g, foi preparada uma solução aquosa de 50 mL. Esta solução foi titulada, sendo consumidos 20 mL de uma solução 0,25 mol/L de ácido sulfúrico, H_2SO_4 . Determine a percentagem de impureza existente na soda cáustica, NaOH, admitindo que não ocorra reação entre os ácidos e as impurezas.

- a) (.....) 5%
- b) (.....) 10%
- c) (.....) 25%
- d) (.....) 20%
- e) (.....) 40%

11) "Nos grandes centros urbanos a venda de geladeiras dobrou. Esse é o principal motivo para o aumento de consumo de clorofluorcarbono (CFCs) no Brasil, onde o produto é usado como resfriante".

("Imprensa Local", setembro 97)

A emissão de poluentes como os CFCs está diretamente ligada a um sério

desequilíbrio ecológico que compromete a (o):

- (A) (.....) Camada de ozônio.
- (B) (.....) Aumento das chuvas ácidas.
- (C) (.....) Inversão térmica.
- (D) (.....) Capa de gás carbônico.
- (E) (.....) Efeito estufa.

12) Sobre o tema abordado pelo chargeista foram feitas as seguintes proposições:



I - A camada de ozônio (O_3) age como um verdadeiro "filtro solar", protegendo a superfície do planeta da radiação ultravioleta emitida pelo sol.

II - A destruição da camada de ozônio é consequência da liberação de gases do tipo CFCs (clorofluorcarbonos) para a atmosfera, o que facilita a passagem da radiação infravermelha.

III - A alta incidência de radiação ultravioleta, através dos "buracos" na

camada de ozônio, leva ao aumento dos casos de câncer de pele e cegueira em pessoas e animais.

Dessas proposições, somente são CORRETAS:

- (A) (.....) I e III.
- (B) (.....) II e IV.
- (C) (.....) I, II e III.
- (D) (.....) I, III e IV.
- (E) (.....) II, III e IV.

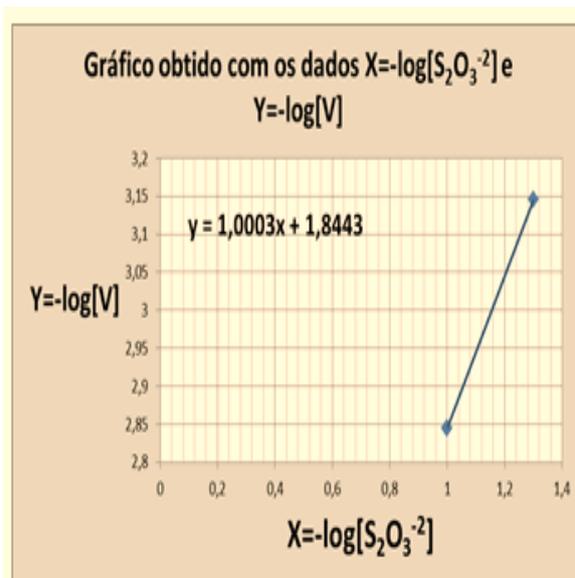
13) As geladeiras de uso doméstico contem um gás constituído por compostos representados pela sigla CFC (compostos cloro-fluor-carbono). Quando há vazamento desse gás, ocorre uma perturbação ambiental responsável pelo agravamento do problema:

- a) (.....) Da inversão térmica.
- b) (.....) Da chuva ácida.
- c) (.....) Da destruição da camada de ozônio.
- d) (.....) Da seca.

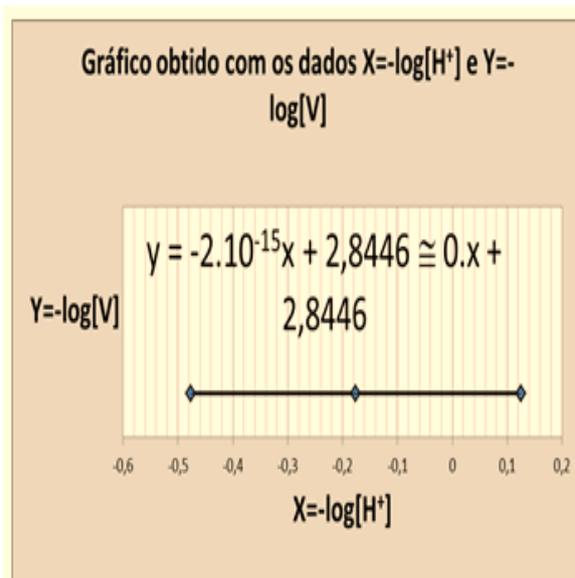
14) Durante uma reação entre HCl(aq) e Na₂S₂O₃(aq) em diferentes concentrações de reagentes, realizada no laboratório multidisciplinar do IFPA-Campus Abaetetuba com o intuito de se desenvolver a EA e degradação da

camada de ozônio obtiveram-se os gráficos:

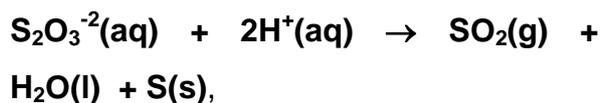
1) Para Na₂S₂O₃(aq):



Para HCl(aq):



Com base nos dados obtidos pode-se concluir que a equação de velocidade da reação:



é:

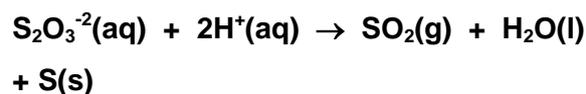
a) (.....) $V=k[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}].[\text{H}^+]$

b) (.....) $V=k[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}].[\text{H}^+]^2$

c) (.....) $V=k[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]^2.[\text{H}^+]$

d) (.....) $V=k[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}].[\text{H}^+]^0$

e) (.....) $V=k[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]^2.[\text{H}^+]^2$



Experimento	[Na ₂ S ₂ O ₃] mol/L.s	[HCl] mol/L.s	t(s)	V mol/L.s
(1)	0,38	3,0	15	0,0253
(2)	0,38	1,5	15	0,0253
(3)	0,38	0,75	15	0,0253
(4)	0,19	3,0	15	0,0126

Boa avaliação!

15) Tomando-se como base as concentrações dos reagentes e os tempos de reação obtidos na aula prática realizada no laboratório multidisciplinar do IFPA-Campus Abaetetuba segundo o artigo **“Entendendo Ordens de Reação a partir de semelhança de Triângulos na Abordagem da EA subsidiada pela Aprendizagem Significativa de Ausubel”**, faça os gráficos e encontre as ordens de reação em relação ao Na₂S₂O₃(aq) e HCl(aq) sendo dada a reação e a tabela abaixo:

ANEXO IX: CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE Cu^{+2} NAS SOLUÇÕES; DAS RAÍZES DOS BULBOS E GRÁFICO DO DECRESCIMENTO DAS RAÍZES EM FUNÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE METAL PESADO.

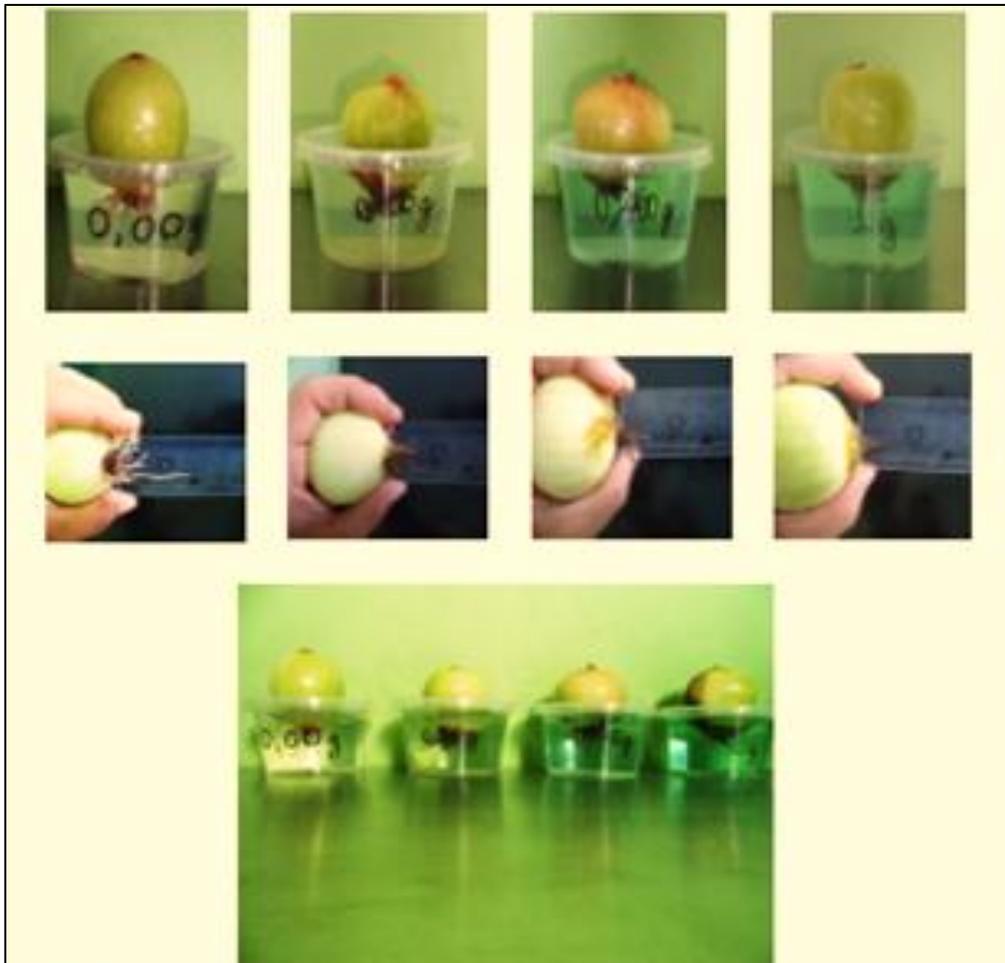
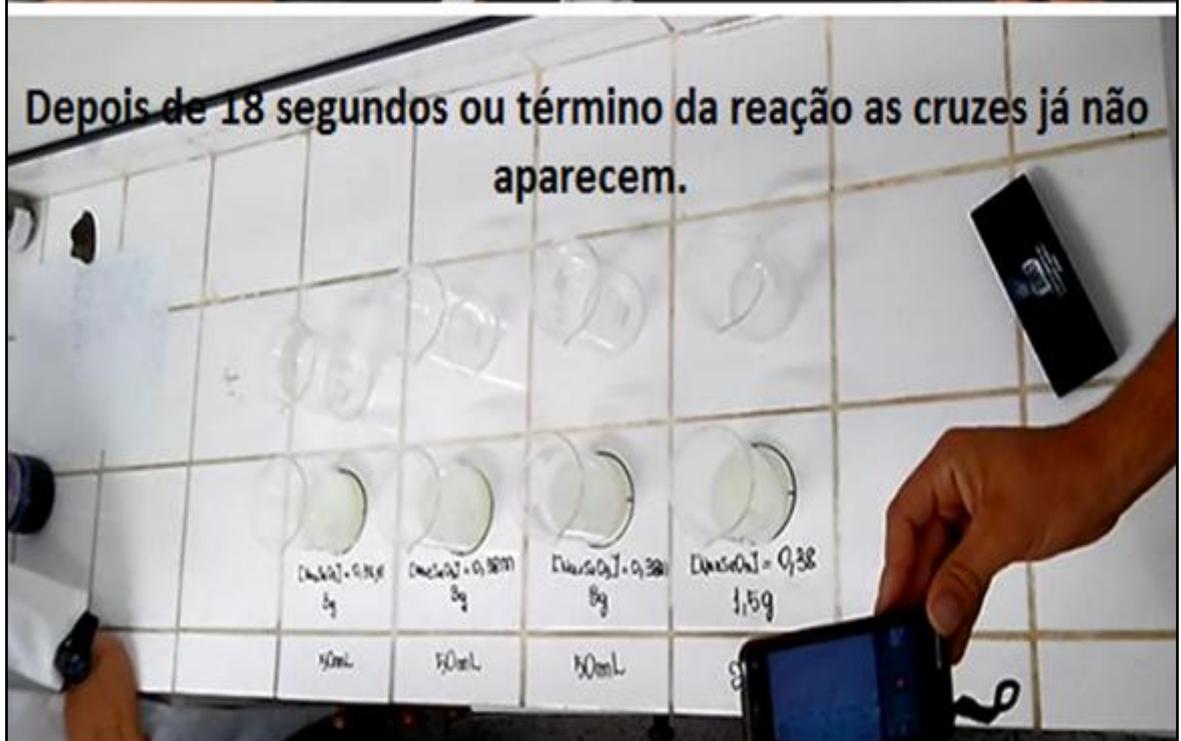
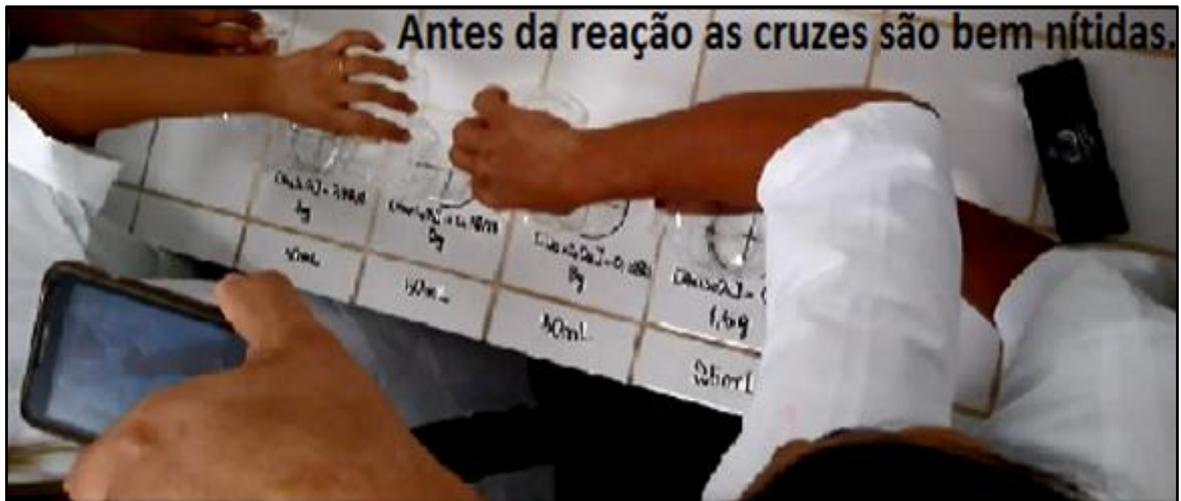


Figura 01: Bulbos em ordem crescente de concentração: 0,00 g/100mL; 0,01 g/100mL; 0,04/100mL; 1,00/100mL e seus respectivos crescimentos 5,0 cm; 2,2 cm; 1,3 cm e 1,0 cm.



ANEXO X: CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS DE UMA REAÇÃO CINÉTICA



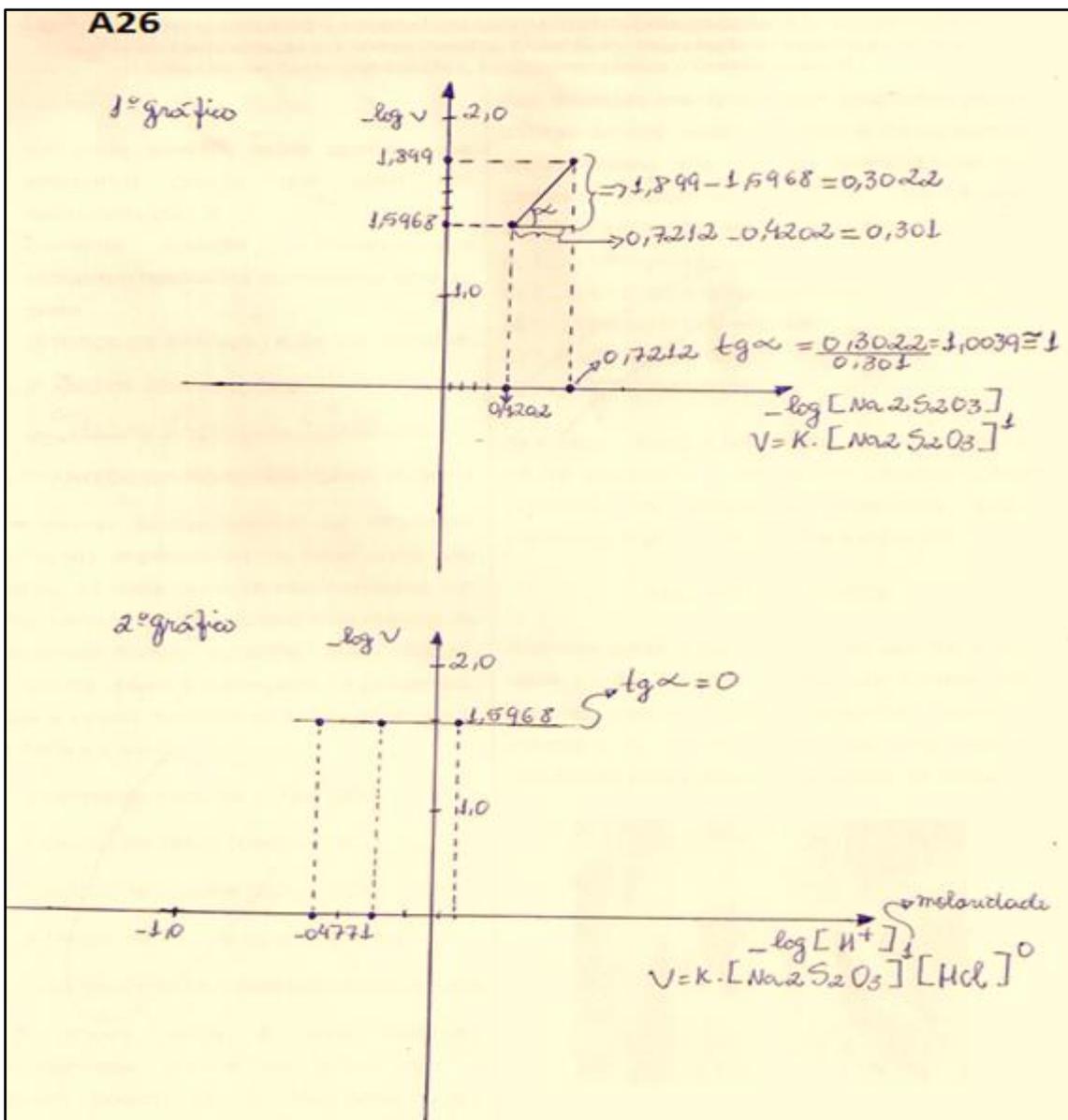
ANEXO XI: FOTOGRAFIA PARA MONTAGEM DA APARELHAGEM PARA UMA REAÇÃO DE FORMAÇÃO DE CHUVA ÁCIDA



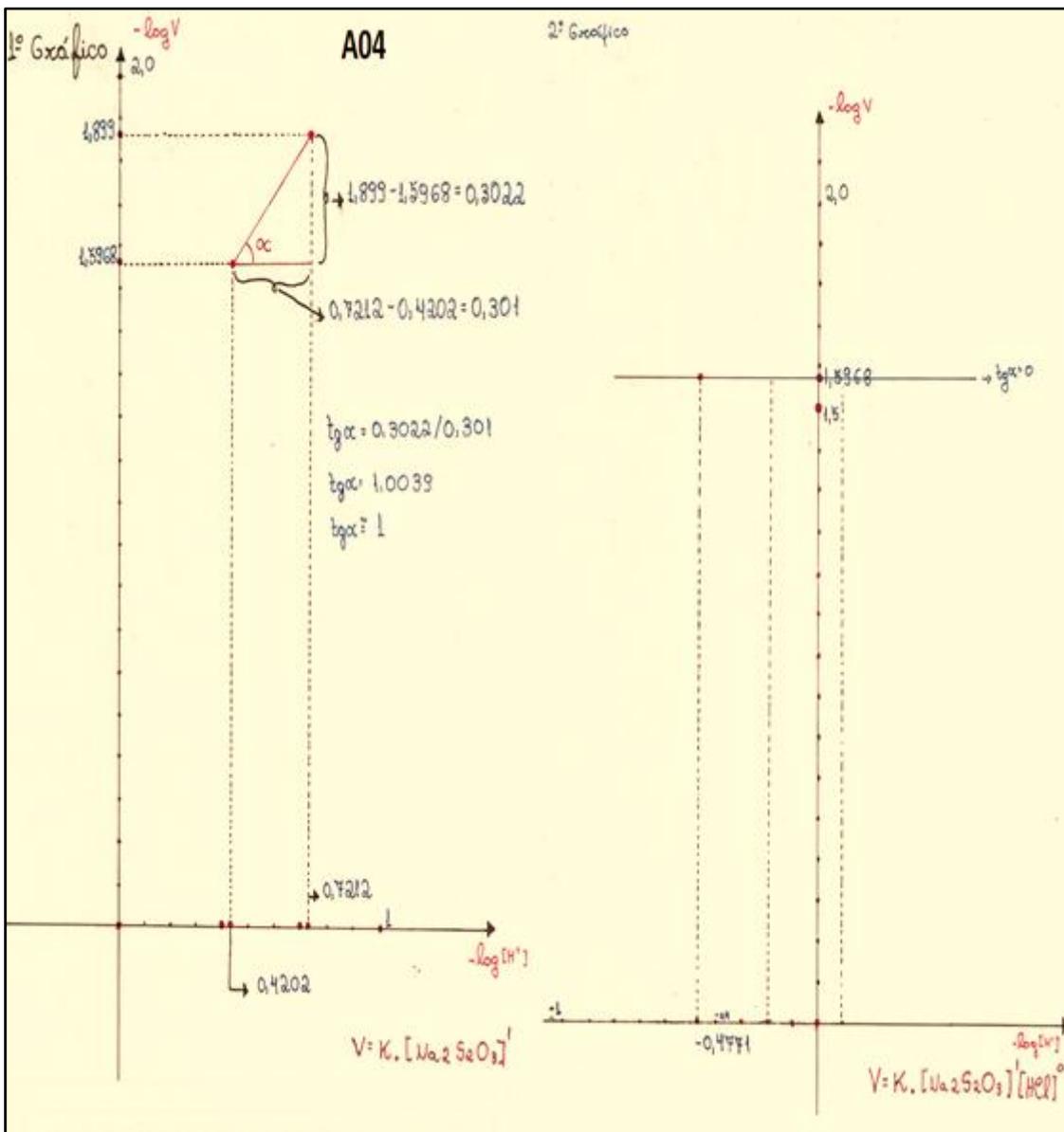
ANEXO XII: CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS DE UMA REAÇÃO DE FORMAÇÃO DE CHUVA ÁCIDA AO AR LIVRE PARA UMA TURMA DO 2ºANO DE EDIFICAÇÕES E ALUNOS DO 3ºANO MÉDIO DA ESCOLA LEONARDO NEGRÃO NO BAIRRO DA FRANCILÂNDIA NO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA



ANEXO XIII: FIGURA OBTIDA DO TRABALHO DA ALUNA A26 PELO TRATAMENTO MATEMÁTICO UTILIZANDO-SE DA TÉCNICA DE TRIÂNGULOS ABORDADA NO ARTIGO "ENTENDENDO ORDENS DE REAÇÃO A PARTIR DE SEMELHANÇA DE TRIÂNGULOS NA ABORDAGEM DA EA SUBSIDIADA PELA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL".



ANEXO XIV: FIGURA OBTIDA DO TRABALHO DO ALUNO A04 PELO TRATAMENTO MATEMÁTICO UTILIZANDO-SE DA TÉCNICA DE TRIÂNGULOS ABORDADA NO ARTIGO “ENTENDENDO ORDENS DE REAÇÃO A PARTIR DE SEMELHANÇA DE TRIÂNGULOS NA ABORDAGEM DA EA SUBSIDIADA PELA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL”.



ANEXO XV: FIGURA INERENTE AO SIMULADOR DE REAÇÕES QUÍMICAS CROCODILI CHEMISTRY COM A SIMULAÇÃO ACID RAIN.CXC OU CHUVA ÁCIDA.CXC

The screenshot displays the 'Crocodile Chemistry - Acid rain.cxc' window. On the left is a 'Contents' menu with categories like 'Getting Started', 'Classifying Materials', 'Equations and Amounts', 'Reaction Rates', 'Energy', 'Water and Solutions', and 'Acids, Bases and Salts'. The 'Acid rain' option is selected under 'Acids, Bases and Salts'. The main simulation area, titled 'Acid rain', shows a laboratory setup: a flask on a stand with a thermometer reading 35 °C, a beaker containing a 'Universal' indicator solution, and a gas cylinder labeled 'O₂'. A legend identifies 'Sulfur' (yellow triangle), 'Universal indicator' (brown droplet), and 'Limestone' (grey rock). A pH scale from 1 to 14 is shown below the beaker. A text box at the bottom reads: 'In this kit you will learn that when fossil fuels are burnt any sulfur present forms sulfur dioxide gas. This gas is very acidic and can result in acid rain.' The bottom right corner shows 'Speed: x1 100% 00:00:05'.