

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PONTA GROSSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

SIMONE MORAES STANGE

**O ESTUDO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS NUMA ABORDAGEM
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2012

SIMONE MORAES STANGE

**O ESTUDO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS NUMA ABORDAGEM
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Ensino.

Orientadora: Profa. Dra. Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira

Coorientador: Prof. Dr. Julio Cesar Stiirmer

PONTA GROSSA

2012

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
UTFPR Câmpus Ponta Grossa
n. 31/2012

S785 Stange, Simone Moraes

O estudo dos elementos químicos numa abordagem ciência, tecnologia e sociedade. / Simone Moraes Stange. Ponta Grossa, 2012.
150 f.: il. 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira
Co-orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Stiirmer

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação.

Inclui: Guia Didático.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Revista de Divulgação Científica (RDC). 3. Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). 4. Elementos químicos. 5. Tabela periódica. I. Silveira, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto. II. Stiirmer, Julio Cesar. III. Título.

CDD 507

TERMO DE APROVAÇÃO

Título de Dissertação N° 44/2012

**O ESTUDO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS NUMA ABORDAGEM CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

por

SIMONE MORAES STANGE

Esta Dissertação foi apresentada às 09 horas de 07 de julho de como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. O candidato foi arquivado pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Gerson de Souza Mól (UnB)

Profª. Drª. Elenise Sauer (UTFPR)

Prof. Dr. Julio Cesar Stiirmer (UTFPR)
Coorientador

Profª. Drª. Rosemari Monteiro Castilho
Foggiatto Silveira (UTFPR) - Orientador

Visto do Coordenador:

Profª Drª. Rita de Cássia da Luz Stadler
(UTFPR)

Profª Drª. Sani de Carvalho Rutz da Silva
Coordenadora do PPGECT

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

***Dedicado a Kaluí, Carlitos, Temístocles, Kalué e todos os demais Amiguinhos,
com profundo afeto e reconhecimento pela imprescindível parceria de Luz e
Conhecimento que estabelecemos durante esta trajetória.***

Carinhosamente

Todá Rabá - Muito Obrigada!

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu Pai, Guia e Protetor de Luz na senda da espiritualidade que me acompanha.

Ao Espírito Santo, construtor da Sabedoria.

A São Luís Gonzaga, patrono dos estudantes e modelo de pureza, coerência e desapego.

Aos Doutores Leocádio José Correia e Adolfo Bezerra de Menezes (*In memorian*), pelos laços familiares que nos unem na espiral do tempo.

Ao Doutor André Luís Gonzaga da Luz e Silva (*In memorian*), por me ensinar a importância da palavra “disciplina”.

As minhas bisavós Maria Otília Lacerda de Abreu e Augusta dos Guimarães Moraes (*In memorian*), pelo exemplo de perseverança.

A minha avó Ernestina Lacerda de Moraes (*In memorian*), guardiã do meu viver.

A minha amiga mãe, Professora Carmen Moraes Stange, pela firmeza de caráter e pela nobreza intelectual.

Ao professor Mestre Maury Rodrigues da Cruz, pelo exemplo de dignidade, bondade e humanismo.

Aos professores Doutores Carlos Alberto Mucelin, Marcos Fischborn, Saraspathy Naidoo Terroso Gama de Mendonça e ao professor Mestre Cesar Alfredo Cardoso, pela parceria, profissionalismo e sinergia.

Ao Secretário Antonio Sérgio dos Santos e ao funcionário Luís César dos Santos Lima, pela dedicação, respeito e carinho ofertados no atendimento do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia.

Ao professor PhD Antonio Carlos de Francisco, pela disponibilidade em ouvir, analisar e ponderar.

Ao professor Doutor Luís Maurício Martins de Resende, por indicar que é possível romper obstáculos.

A professora orientadora Doutora Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira, pela gentileza em me aceitar com orientanda.

Ao professor coorientador Doutor Julio Cesar Stiirmer, pela gentileza em acompanhar a trajetória acadêmica.

Aos professores Doutores Elenise Sauer, Gerson de Souza Mól e Rita de Cássia da Luz Stadler, pela gentileza em participar da banca examinadora.

Ao professor e escritor José Carlos Silveira Gonçalves, pela importância das obras literárias direcionadas ao ensino de Química.

A bibliotecária e Especialista, Josiane Liebl Miranda, pelo apoio irrestrito de todas as horas.

Aos Professores do Colégio Estadual Presidente Caetano Munhoz da Rocha, que na década de 70, semearam com amor, segmentos de erudição e responsabilidade.

A Professora Helga Plochow, por ensinar a relevância da palavra “planejamento”.

A prima e Professora Raquel Maria do Rocio Abreu Santos, pelo empenho em me conduzir ao ensino e aprendizagem de Química.

A prima e professora Doutora Taiza Rauen Moraes, pelo exemplo de cultura e solidariedade.

Ao primo e professor Doutor Plínio Stange (*In memoriam*), pelo legado de amor a Educação.

Ao professor Mestre Antonio Eckel (*In memoriam*), pelo constante estímulo a produção científica.

Aos professores Mestres Alcido Kirst, Cilon José Kipper, Nádia de Monte Baccar e aos professores Doutores Lourdes Teresinha Kist e Edson Roberto Oaigen, por nortear com afeto e competência minha vida profissional.

A professora PhD Heloísa Lüch, pela dedicação ao socializar os aportes da redação científica e dos métodos qualitativos.

Ao professor PhD Luiz André Kossobudzki, ao direcionar para a jornada acadêmica, mencionando: “*cuando escogí la selva para aprender a ser, hoja por hoja, extendí mis lecciones y aprendí a ser raíz, barro profundo, tierra calada, noche cristalina, y poco a poco más, toda la selva*” (Pablo Neruda).

Ao professor Doutor César Maximiliano Talavera Galeano, pelos ensinamentos notáveis sobre “*organización y liderazgo*”.

A professora Doutora Carmen Quintana de Horák, pela partilha dos paradigmas sobre “*administración educacional*”.

Ao professor PhD José Manuel Bautista Vallejo, pelo constante apoio e orientação nos caminhos da educação científica.

Ao Advogado Rubyo Tauscheck Becker, pela excelência da convivência.

Ao Doutor Armando Zocolla Filho, pelos diálogos inteligentes.

A Doutora Hilária W. de Luca, pela camaradagem e compreensão, em momentos decisivos.

Aos professores Especialistas Adriana Grein, Alcione Slominski, Carolina Ribeiro Puchivailo, Cristina Rocha de Alcântara, Daniely Cordeiro Gonçalves, Islei Gelbacke, José Schmitz, Jussara Rauen Ribas, Laurant Patrik Brykczynski e Leandro Lourenço Leite, pelo incentivo e apoio contínuo.

A José Zokner, por ofertar com alegria, a tradição de nossa gente.

Ao professor Especialista James Karson Valério e aos educandos da 2ª série, turma 3, da Escola de Educação Básica Barão de Antonina, pela nobreza do ato de auxiliar e contribuir grandiosamente.

A professora Especialista Simone Valério Guimarães, por socializar com serenidade o significado da frase: "*hard work*".

Ao professor Doutor Juares da Silva Thiesen, pelo exemplo de determinação.

Ao professor Doutor José Roberto da Rocha Bernardo, por compartilhar com generosidade a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade.

A professora Mestre Denise Farago Zanotto e a professora Mestranda Tânia Mara Niezer, pela convivência fraterna.

Ao professor Doutor Wildson Luiz Pereira dos Santos e a equipe do Projeto de Ensino de Química e Sociedade - PEQUIS, por difundir a relevância do compromisso com a Educação em Química.

Ao professor Alvair Rogério Rossetti, pela significativa contribuição por meio do dicionário Quimicamente falando!

Aos Amiguinhos, Bernardo Gonçalves da Silva, Kemy dos Santos Becker, Laura Livia Brykczynski e Túlio Liebl Miranda, pela presença da energia positiva e esperança de progresso e evolução no século XXI.

La educación científica de los jóvenes es al menos tan importante, quizá incluso más que la propia investigación.

Glenn Theodore Seaborg

STANGE, Simone Moraes. **O estudo dos elementos químicos numa abordagem ciência, tecnologia e sociedade.** 2012. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, Ponta Grossa, 2012.

RESUMO

Esta dissertação teve como objetivo geral desenvolver o estudo dos elementos químicos numa abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade, visando contribuir para a formação conceitual, procedimental e atitudinal mais crítica dos educandos da 2.^a série do ensino médio da Escola de Educação Básica Barão de Antonina, na cidade de Mafra, no estado de Santa Catarina. Os objetivos específicos da pesquisa foram identificar a concepção dos educandos sobre as relações sócias da ciência e da tecnologia, levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os elementos químicos, desenvolver atividades que promovam o estudo dos elementos químicos numa abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), utilizando artigos apresentados e selecionados em Revista de Divulgação Científica (RDC) e apresentar um produto educacional, em nível de Guia Didático, que possa ser disseminado, analisado e utilizado por demais professores da educação básica – ensino médio, na disciplina de Química, como exemplo de prática pedagógica numa abordagem CTS. A abordagem metodológica que norteou este estudo foi a pesquisa qualitativa de natureza interpretativa com observação participante. A técnica de coleta de dados foi centralizada na observação participante, anotações em diário de campo, produções escritas dos alunos, fotografias e filmagens, segmentos esses que foram transcritos. Os dados da pesquisa foram coletados e analisados, inicialmente por meio da verificação das concepções prévias dos vinte e um educandos (21), envolvidos no processo, tendo-se em conta a relação à temática apresentada. Esse fator possibilitou o direcionamento das atividades para categorias de análise, as quais foram delimitadas por uma etapa exploratória e uma pesquisa-ação, em que os educandos tiveram a oportunidade de participar de forma ativa, cooperativa, intervindo na construção do estudo, com seus saberes, sugestões e reflexões sobre as relações sociais do conhecimento científico e tecnológico. Assim, foi possível desenvolver o processo de construção coletiva da proposta para o enfoque do tema sugerido, pois como produto final se elaborou um guia didático, no qual constam as atividades desenvolvidas. As principais percepções da pesquisa trazem contribuições para ratificar a essencialidade de implementar ações no ato de ensinar e aprender, de modo a aprimorar práticas docentes no ensino de Química, bem como a continuidade da postura reflexiva acerca da Ciência e da Tecnologia, pelos educadores e educandos, viabilizando uma jornada pedagógica produtiva vinculada à formação do cidadão do século XXI.

Palavras-chave: Ensino de Química. Revista de Divulgação Científica (RDC). Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Elementos Químicos. Tabela Periódica.

STANGE, Simone Moraes. **The study of the chemical elements in an approach science, technology and society.** 2012. 150 f. Dissertation (Master of Teaching Science and Technology) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, Ponta Grossa, 2012.

ABSTRACT

This work aimed to develop the study of the chemical elements in an approach Science, Technology and Society, to contribute to the formation conceptual, procedural and attitudinal more critical of the two students. Grade school, School of Basic Education Barão de Antonina in the town of Mafra, the state of Santa Catarina. The specific objectives of the research were to identify the students 'design partners on relations of science and technology, raise the students' prior knowledge about chemicals, develop activities that promote the study of the chemical elements in an approach Science, Technology and Society (CTS) using articles submitted and selected in Journal of Science Communication (RDC) and introduce an educational product, in terms of Didactic Guide, which can be disseminated, analyzed and used by other teachers of basic education - high school, the discipline of chemistry, as an example of a pedagogical approach CTS. The methodological approach that guided this study was the interpretative nature of qualitative research with participant observation. The technique of data collection was focused on participant observation, field diary notes on, students' written productions, photographs and film footage, these segments were transcribed. The survey data were collected and analyzed, initially by means of verification of previous conceptions of twenty-one students (21), wrapped in the process, taking into account the relationship to the theme presented. This factor allowed the targeting of activities to categories of analysis, which were bounded by an exploratory stage and an action research, in which students had the opportunity to participate in an active, cooperative, intervening in the construction of the study, with their knowledge , suggestions and reflections on the social relations of scientific and technological knowledge. Thus it was possible to develop the process of collective construction of the proposed approach to the theme suggested, because as the final product has a guide to teaching, in which the activities listed. The main perceptions of research contributions bring to ratify the essential actions to implement the act of teaching and learning, in order to improve teaching practices in the teaching of chemistry as well as the continuity of reflexive stance on Science and Technology, for educators and students , enabling a productive educational journey linked to the formation of the citizen of the XXI century.

Keywords: Teaching of Chemistry. Journal of Science Communication (DRC). Science, Technology and Society (STS). Chemical Elements. Periodic Table.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados do Desempenho em Leitura *Foco do desempenho no ano de 2000 – Leitura	23
Quadro 2 – Resultados do Desempenho em Matemática *Foco do desempenho no ano de 2003 – Matemática.....	23
Quadro 3 – Resultados do Desempenho em Ciências *Foco do desempenho no ano de 2006 – Ciências.....	23

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Leitura, interpretação e discussão sobre os artigos "Ciência, tecnologia e sociedade" e "A química na sociedade"	74
Foto 2 – Socialização dos educandos em classe sobre a importância da abordagem CTS e o ensino de Química	74
Foto 3 – Alunos que tinham endereço de <i>e-mail</i> auxiliando os demais, para aprenderem o manejo na área da informática	77
Foto 4 – Alunos que tinham endereço de <i>e-mail</i> auxiliando os demais, para aprenderem o manejo na área da informática juntamente com a professora.....	78
Foto 5 – Alunos pesquisando no laboratório de informática, sobre a educação em química	78
Foto 6 – Discente rastreando na internet produção científica sobre CTS e o artigo "Química no enfoque do cotidiano"	80
Foto 7 – Discentes ampliando o conhecimento científico sobre a abordagem CTS..	80
Foto 8 – Alunos trabalhando com o Dicionário Escolar de Química na sala de aula.	90
Foto 9 – Alunos trabalhando com o dicionário Quimicamente Falando!	90
Foto 10 – Alunos trabalhando em sala de aula com a RDC <i>Superinteressante</i>	91
Foto 11 – Alunos trabalhando em sala de aula com a tabela atômica interdisciplinar.....	91

LISTA DE SIGLAS

- AAAS – American Association for the Advancement of Science
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade
- DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
- MEC – Ministério da Educação
- OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
- ODM – Oito Objetivos do Milênio
- ONGs– Organizações Não Governamentais
- PEQUIS – Projeto de Ensino de Química e Sociedade
- PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
- PISA – Programa Internacional de Avaliação de Alunos
- RDC – Revista de Divulgação Científica
- SI – Sociedade da Informação
- TDC – Textos de Divulgação Científica
- UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, do inglês United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 A ESTRUTURA DO ESTUDO	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 INDICADORES DA EFETIVIDADE DOS SISTEMAS EDUCACIONAIS BRASILEIROS	22
2.2 A REALIDADE DO ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA FORMAL	26
2.3 A IMPORTÂNCIA DA LINGUAGEM NA EDUCAÇÃO EM QUÍMICA	31
2.4 OS FUNDAMENTOS DO PROCESSO HISTÓRICO DA CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS: ARTICULADORES PARA AS MUTAÇÕES SIGNIFICATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA DO SÉCULO XXI ...	38
2.5 A REAL NECESSIDADE DA INTERDISCIPLINARIDADE NA PRODUÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO PERTINENTE	43
2.6 O ENSINO DE QUÍMICA NO ENFOQUE DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)	48
2.7 A QUÍMICA NO ENFOQUE DO COTIDIANO: PERSPECTIVAS NA FORMAÇÃO DO CIDADÃO	53
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	59
4 ANÁLISE DOS DADOS	70
4.1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: CONSTRUINDO CONHECIMENTO	72
4.2 O PAPEL DOS ELEMENTOS QUÍMICOS COMO SUPORTE PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA ABORDAGEM CTS	83
4.3 O ENSINO DE QUÍMICA POR MEIO DE RDC	86
4.4 A TRAJETÓRIA CONSCIENTE DE UMA APRENDIZAGEM	92
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .	103
REFERÊNCIAS	105
APÊNDICES	119
APÊNDICE A – Termo de Consentimento dos Pais e/ou Responsáveis pelos Participantes do Estudo	120
APÊNDICE B – Termo de Consentimento da Direção da Escola	122

ANEXOS	124
ANEXO A – Artigos da Revista Superinteressante selecionados pelos discentes para execução da pesquisa e composição do Guia Didático.....	125

1 INTRODUÇÃO

Desde o surgimento do homem, a educação é considerada prática fundamental da espécie, relevante em relação à profundidade e à extensão de sua influência no decorrer da edificação da humanidade, pois é um direito assegurado por lei da Constituição Federal, enfatizado na Declaração Universal dos Direitos Humanos¹, constando no artigo 26 que:

I) Todo o homem tem direito à instrução. A instrução será gratuita, pelo menos nos graus elementares e fundamentais. A instrução elementar será obrigatória. A instrução técnica profissional será acessível a todos, bem como a instrução superior está baseada no mérito. II) A instrução será orientada no sentido do pleno desenvolvimento da personalidade humana e do fortalecimento do respeito pelos direitos do homem e pelas liberdades fundamentais. A instrução promoverá a compreensão, a tolerância e amizade entre todas as nações e grupos raciais ou religiosos, e coadjuvará as atividades das Nações Unidas em prol da manutenção da paz. III) Os pais têm prioridade de direito na escolha do gênero de instrução que será ministrada a seus filhos (BRASIL, 2005, p. 45).

Destarte, a sociedade contemporânea, embasada nos moldes da ciência e da tecnologia, apresenta perspectivas crescentes e evolutivas direcionadas em esperanças e exigências múltiplas que, por sua vez, estão centradas no âmbito educacional.

Nessa ótica, existe a preocupação constante em torno da esfera educacional, representada pelo pensamento perene em relação às medidas práticas a serem planejadas e executadas com compromisso, responsabilidade e afinco profissional, cujo estudo deve pautar-se em agendas de educadores, enquanto investigadores da ciência e construtores do saber.

Desse modo, não se pode mais, tão somente, ensinar nos limites do universo simplificado da educação convencional. Urge abrir a escola para o mundo que a cerca, visto que todo conhecimento tem inscrição simbólica e corporal, pois como afirmava Albert Einstein, referenciado por Antunes (1999, p. 120): “A arte suprema do mestre consiste em despertar o gozo da expressão criativa e do conhecimento”.

¹Declaração Universal dos Direitos Humanos, proclamada pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 10 de dezembro de 1948.

Por tal motivo, a relevância em socializar com os educandos, o ensino de Química pautado na Ciência que propicia a interface entre os conteúdos programáticos e as situações do cotidiano.

Segundo Sardella e Mateus (1990, p. 257), “Química é a Ciência que estuda as substâncias, bem como as transformações de caráter mais permanente dessas substâncias e as variações de energia que acompanham as transformações”. Nesses termos, a Química apresenta segmentos multifacetados, nos quais se objetiva a melhoria na qualidade de vida das pessoas, todavia, paradoxalmente, ela pode produzir efeitos catastróficos decorrentes do uso indevido de seus materiais.

Em vista disso, o ensino de Química da atualidade urge propiciar novos caminhos metodológicos, os quais indiquem à compleição educacional a ressignificação dessa Ciência como atividade humana que vem se desenvolvendo e evoluindo ao longo do historicismo, que compõe os diferentes contextos epistemológicos da educação, tecnologia e sociedade.

Ainda se faz conveniente ratificar que o ensino de Ciências perpassa por significativa crise, comprovada estatisticamente pelo Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) e demonstrada nos resultados inferiores do desempenho brasileiro em 2000, 2003, 2006 e 2009, em que o letramento é avaliado nas dimensões dos conceitos, dos processos e das situações científicas.

Quantos sofrimentos e desorientações foram causados por erros e ilusões ao longo da história humana, e de maneira aterradora no século XXI! Por isso, o problema cognitivo é de importância antropológica, política, social e histórica. Para que haja um progresso de base no século XXI, os homens e as mulheres não podem ser mais brinquedos inconscientes, não só de suas idéias, mas das próprias mentiras. O dever principal da educação é de armar cada um para o combate vital para a lucidez (MORIN, 2000b, p. 33).

Nessa máxima coexiste a real necessidade da formação da plêiade composta por cidadãos alfabetizados cientificamente, no propósito de romper com a clássica fragmentação dos saberes do ensino de Química, bem como venha oportunizar um processo de ensino e aprendizagem mais humanista, interdisciplinar e dinâmico.

De acordo com Hentz (1998, p. 13), “a Proposta Curricular de Santa Catarina faz a opção pela concepção histórico-cultural de aprendizagem, também, chamada sócio-histórica ou sociointeracionista”. Nesse panorama pedagógico,

temos então a importante contribuição do economista, sociólogo, historiador e filósofo Karl Heinrich Marx, bem como do psicólogo Lev Semenovitch Vygotsky.

A perspectiva do desenvolvimento baseada na teoria vygotskyana sinaliza que as atividades que oportunizam interação entre os educandos viabilizam o aprendizado ao produzir conflitos cognitivos, que evidenciam pensamentos que compõem o arcabouço teórico, corroborado nos campos da erudição.

Portanto, segundo Queiroz (2005, p. 7):

A idéia central é contextualizar a proposta curricular na era do conhecimento. A questão é situar o processo ensino-aprendizagem no mundo novo, em que se concebe uma organização escolar que também aprende. Isso pressupõe a gestão democrática, o respeito mútuo, o pluralismo de idéias, a educação inter e multidisciplinar, a integração com a comunidade e a humildade de aprender sempre em conjunto com os outros.

Assim, a proposição do presente estudo está centralizada em transformar a sala de aula em uma comunidade de investigação e pesquisa, focada no desenvolvimento e aprimoramento das competências e habilidades, por meio de ferramentas que promovam a contextualização do cotidiano do educando, consciente de que é possível construir o conhecimento químico a partir da formação de conceitos advindos, também, da leitura, interpretação e discussão de artigos extraídos de Revistas de Divulgação Científica (RDC).

Além do livro didático, outras fontes oferecem textos informativos: enciclopédias, livros paradidáticos, artigos de jornais e revistas, folhetos e campanhas de saúde, de museus, textos da mídia informativa, etc. É importante que o aluno possa ter acesso a uma diversidade de textos informativos, pois cada um deles tem estrutura e finalidades próprias (BRASIL, 2000, p. 124).

Nesse processo, a Química enquanto disciplina escolar apresenta registros nos currículos brasileiros desde as primeiras décadas do século XX, sendo instituída como um componente curricular no decurso da Reforma Francisco Campos, em 1931, a qual, desde logo, sinalizava a necessidade de pensar em um ensino de Química em consonância com as situações cotidianas.

Para tanto, é relevante uma análise crítica e interdisciplinar nos contextos sociais dos conhecimentos científicos, na essência de agregar à prática educativa novas metodologias e abordagens que venham, verdadeiramente, favorecer o

desenvolvimento da nova relação com o saber, mediante a prática reflexiva que combina a aprendizagem dialógica entre teoria e prática, pensamento e ação.

Dessa forma, no exercício da docência, desempenhando atividades pedagógicas no Magistério Público Estadual Catarinense desde 1981 e ministrando a disciplina de Química desde 1990, a autora deste trabalho está ciente de que o mundo contemporâneo está vivenciando momentos históricos e decisivos, os quais impõem a humanidade a planejar e agir por interferência de ações mais cooperativas e menos competitivas. É preciso promover nos educandos uma dimensão atitudinal que perpassa pelo senso de cidadania e justiça na busca da ética que entrelaça a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), respeitando as distintas opiniões e culturas, as quais permeiam as redes de relações coetâneas.

Por esses motivos o constante buscar pelo saber, concretiza-se na parcela de contribuição que esteja fundamentada na aprendizagem mais crítica e significativa para o educando e para o educador, voltado para o entendimento de que o conhecimento é um agente de transformação vital e é por meio dessa coesão que podemos analisar o decorrer da trajetória educativa ao longo dos tempos, enquanto herança cultural.

Nessa visão, não é produtivo agarrar-se em utopias; faz-se necessário buscar, criar, elaborar e pensar sempre em perspectivas positivas no campo da erudição. Por tal razão, em virtude do exposto, a questão diretriz que norteou o estudo foi: **O estudo dos elementos químicos numa abordagem CTS, pode contribuir para a formação conceitual, procedimental e atitudinal mais crítica dos educandos da 2.^a série do ensino médio da Escola de Educação Básica Barão de Antonina, na cidade de Mafra, no estado de Santa Catarina?**

Nas palavras de Morin (2001, p. 18), “é preciso substituir o pensamento que isola e separa pelo pensamento que distingue e une”. As raízes estruturais do processo educacional enquanto organização institucional elucidam a importância da concepção do sujeito, que esteja apto para deliberar estratégias mediante situações-problema decorrentes do cotidiano, configurado em distintos graus de complexidade.

Por conseguinte, o século XXI é destinado à sociedade do conhecimento, a qual preconiza o movimento transformador, que estabelece profunda revolução nas políticas educacionais e na prática docente.

Nesse contexto, temos como objetivo geral:

–Desenvolver o estudo dos elementos químicos numa abordagem CTS, visando contribuir para a formação conceitual, procedimental e atitudinal mais crítica dos educandos da 2.^a série do ensino médio da Escola de Educação Básica Barão de Antonina, na cidade de Mafra, no estado de Santa Catarina.

Tratando-se dos objetivos específicos, são determinantes:

- Identificar a concepção dos educandos sobre as relações sociais da ciência e da tecnologia;
- Levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os elementos químicos;
- Desenvolver atividades que promovam o estudo dos elementos químicos e sua identificação por meio da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade utilizando artigos apresentados e selecionados em RDC;
- Apresentar um produto educacional, em nível de guia didático, que possa ser disseminado, analisado e utilizado por demais professores da educação básica – ensino médio, na disciplina de Química, como exemplo de prática pedagógica numa abordagem CTS.

1.1 A ESTRUTURA DO ESTUDO

Em virtude dos objetivos traçados e do volume das atividades desenvolvidas, o estudo resultou na produção desta dissertação, organizada em cinco capítulos. A pesquisa esteve centrada na busca pela reflexão sobre o ensino de Química, no entorno dos elementos químicos e a abordagem CTS.

No segundo capítulo a fundamentação teórica procurou na literatura subsídios que fundamentassem o estudo, o que determinou profunda análise, reflexão, empenho e afinco permanentes para o aprofundamento dos paradigmas que compõem a sociedade contemporânea, bem como a inter-relação destes com o

espaço pedagógico da sala de aula, na qual se formalizam os atos de ensinar e aprender.

No terceiro capítulo foram feitas considerações sobre a opção metodológica pautada na teoria que envolve a pesquisa qualitativa de natureza interpretativa com observação participante. A amostra deste estudo é composta por 21 educandos da 2.^a série, turma 3, período matutino, do ensino médio da Escola de Educação Básica Barão de Antonina, na cidade de Mafra, estado de Santa Catarina. Para a coleta de dados utilizaram-se anotações em diário de campo, produções dos educandos, fotografias e filmagens.

Para a realização das atividades pertinentes à pesquisa, tendo-se como referencial a observação sistemática e assistemática, enquanto pontos de informação, percebeu-se que os discentes dessa turma, em sua maioria, sentiam dificuldades em correlacionar os conteúdos programáticos estudados em sala de aula na transposição da Química do cotidiano, bem como continuamente apresentavam indagações a respeito da real importância do estudo sobre os elementos químicos. Era inteligível que, embora já estivessem frequentando a 2.^a série do ensino médio, havia nesse panorama o registro de muitas lacunas que necessitavam ser sanadas.

No tocante aos conteúdos programáticos inerentes a 2.^a série, não deixaram de serem contemplados em tempo hábil, mas a professora pesquisadora percebeu a necessidade de em primeira instância suprir sequelas educativas a respeito do estudo dos elementos químicos, visto ter notado que, na ausência desses detalhamentos, os educandos acumulariam ainda mais dúvidas e questionamentos durante a trajetória educativa.

O quarto capítulo traz a análise de dados, contextualizada com a literatura pesquisada e expressa por quatro categorias, que foram descritas, lidas, analisadas e interpretadas, tendo-se como eixo norteador a aprendizagem mais crítica para a efetivação de um ensino de Química preocupado com a formação do cidadão ético, que correlaciona os ensinamentos da escola com o enfoque do cotidiano, no qual se encontra inserido.

Por último, no quinto capítulo são expostas as considerações finais, as limitações do estudo e as sugestões para futuras pesquisas. Quanto às referências bibliográficas, são elencados os autores que contribuíram grandiosamente para a edificação deste trabalho.

No apêndice estão os termos de consentimento dos pais e/ou responsáveis, dos educandos, enquanto participantes da pesquisa, e também da direção da instituição escolar.

Ressalta-se que anexado a este estudo se apresenta um Guia Didático como produto educacional, elaborado por intermédio da determinação no engajamento de parcerias entre a professora pesquisadora e seus alunos. Tem-se em conta que as produções dos educandos foram rigorosamente acompanhadas e avaliadas durante o caminho percorrido no intuito de estabelecer confiabilidade, legitimidade e cientificidade a serem partilhadas com educadores do ensino médio da disciplina de Química.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INDICADORES DA EFETIVIDADE DOS SISTEMAS EDUCACIONAIS BRASILEIROS

O saber tornou-se fonte inesgotável, e assim como o mundo está em constantes mutações, a Ciência também busca aprimoramentos diários. A cada amanhecer novas descobertas são anunciadas e novos saberes são incorporados no mundo científico e tecnológico, sendo estruturados os desafios que permeiam as teias da informação, em que cada indivíduo, como agente transmissor, é peça fundamental e arquétipo essencial nos imensos quebra-cabeças da arqueologia humana.

Nesse contexto, a escola, como centro de aprendizado, deve estar atenta a tais transformações, gerando e decodificando paradigmas com o intuito de oportunizar ao educando os processos da mediatização com tudo o que for novo e salutar a sua formação educacional.

Por conseguinte, o conhecimento é alicerce para a evolução do homem no limiar do novo século. Mostram-se determinantes a todos os empenhados na compleição de uma gestão democrática institucional a reflexão e a análise da citação de T. S. Eliot, mencionado por Antunes (1999, p. 121): “Onde está a sabedoria que nós perdemos no conhecimento? Onde está o conhecimento que nós perdemos na informação?”.

Desse modo, o PISA tem como principal finalidade produzir indicadores referentes à efetividade dos sistemas educacionais, com vistas à avaliação comparada, por meio do desempenho de educandos na faixa etária dos 15 anos, idade perfil na maioria dos países que compõe o programa para o término da escolaridade básica obrigatória.

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é mantenedora do programa internacional, mas cada país participante está vinculado a um órgão nacional específico. Cabe ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais “Anísio Teixeira” (INEP), órgão vinculado ao Ministério da Educação (MEC), a coordenação brasileira.

Essas avaliações acontecem a cada três anos, com um plano estratégico previsto até o ciclo de 2015, estando destinadas a avaliar o letramento em Leitura – Matemática e Ciências.

Nos países membros são avaliados em torno de 4.500 a 10.000 alunos, no escopo de verificar se os educandos conseguiram adquirir conhecimentos e habilidades essenciais para a participação efetiva na sociedade, examinando suas capacidades em analisar, raciocinar e refletir ativamente sobre os conhecimentos e experiências ao longo de sua formação institucional.

Articulam-se, assim, as bases para o decorrer do ensino médio, mediante o desenvolvimento das competências que serão relevantes para a vida futura dessa clientela educacional.

O Brasil participa do PISA desde 2000, e retrata-se a cada ciclo um caótico delineamento de resultados, conforme se pode verificar nos seguintes quadros:

Ano	Número de países participantes	Classificação	Média
*2000	43	39	396,03
2003	41	38	402,80
2006	56	49	392,89

Quadro 1 – Resultados do Desempenho em Leitura *Foco do desempenho no ano de 2000 – Leitura
Fonte: Adaptado de INEP (2010).

Ano	Número de países participantes	Classificação	Média
2000	43	42	333,89
*2003	41	41	356,02
2006	57	54	369,52

Quadro 2 – Resultados do Desempenho em Matemática *Foco do desempenho no ano de 2003 – Matemática
Fonte: Adaptado de: INEP (2010).

Ano	Número de países participantes	Classificação	Média
2000	43	42	375,17
2003	41	40	389,62
*2006	57	52	390,33

Quadro 3 – Resultados do Desempenho em Ciências *Foco do desempenho no ano de 2006 – Ciências
Fonte: Adaptado de: INEP (2010).

Em 2009 o PISA foi realizado com a participação de 470 mil estudantes, sendo 20 mil brasileiros, estes provenientes de escolas urbanas e rurais, na

categoria de instituições públicas e privadas. O foco de desempenho esteve centralizado na leitura, e verificou-se que a educação brasileira evoluiu 33 pontos nos exames realizados, mas o Brasil ficou em 53.^a colocação entre os 65 países participantes, resultado que demonstra a prioridade em buscar novas formas de atuação no que tange à adoção de práticas de gestão do conhecimento.

Não obstante, o mundo globalizado situa-se como marco de referência para a reforma educativa, por meio do conhecimento real enquanto qualidade humana no decurso de intervenção da mutação dos aportes do pensamento inseridos na geração e no compartilhamento da erudição.

Mostra-se sem nenhum delineamento racional, pela proximidade daquilo que adotou de conteúdo à própria história do homem, como o ser humano está necessitado de liberdade, autonomia, quando também de comunidade, organização e cooperação a todos os níveis e sem restrições para conseguir desenvolver espaços de progresso nas instituições nas quais se encontra imerso. Não é necessária nenhuma Oficina de Inventos para nos convenceremos dessa verdade (BAUTISTA-VALLEJO, 2000, p.6-7, tradução nossa).

Busca-se um possível engajamento para enfrentar o desafio da recontextualização coletânea, um alerta dos percursos para formar um compromisso com a cidadania planetária. Por essa razão, há preocupação na criação de um currículo flexível para os alunos do ensino médio, pois as estatísticas educacionais, como PISA, revelam que tal nível de ensino apresenta a maior taxa de abandono da educação básica.

O conhecimento contemporâneo apresenta-se em quatro áreas, constituídas pela ciência, tecnologia, cultura e trabalho. Estas, por sua vez, visam à construção do currículo pleno, potencializada na trajetória em que os conteúdos selecionados para ensinar devem fazer sentido ao universo do educando.

É oportuno citar que na epistemologia o perspectivismo surge do pensamento filosófico, no qual a realidade somente pode ser captada a partir da visão que cada pessoa tiver em relação ao meio em que vive e no qual está inserido.

Com base nesse fato, consta dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) que a proposta pedagógica, primeiramente, deve ser acessível. Nesse contexto, o discurso da escolarização traz ampla oportunidade para que ações aconteçam, entre elas a tomada de consciência dos principais problemas sociais, bem como das possibilidades de solução e definição das

responsabilidades coletivas e pessoais, para eliminar ou atenuar as falhas intelectuais sistematizadas e acumuladas ao longo das gerações.

Freire (2000, p. 102) considera que:

O exercício de pensar o tempo todo, de pensar a técnica, de pensar o conhecimento enquanto se conhece, de pensar o quê das coisas, o para quê, o como, o em favor de quê, de quem, o contra quê, o contra quem são exigências fundamentais de uma educação democrática à altura dos desafios do nosso tempo.

Com tal ótica, o funcionamento de uma instituição balizada em paradigmas considerados ideais necessita ofertar aspectos permanentes de coesão e reflexão dentro da célula escolar, a fim de que essa complexa engrenagem tenha êxito no que se propõe a desenvolver enquanto prática curricular, produtora de aprendizagem, na direção dos efeitos positivos que vão muito além da delimitação do espaço físico em que ocorre a tecedura da proposta educativa.

Por esse motivo, os educadores brasileiros como Santos, Mól *et al.* (2005), têm certificado o papel centralizador da Ciência, especialmente o ensino de Química, que se desenvolve num país de dimensões continentais, como o Brasil, formado por escolas com realidades distintas, sendo indispensável utilizar metas para personalizar o aprendizado. Daí, então, a necessidade da consciência da responsabilidade ética, uma vez que esta é interlocutora privilegiada nas interações sociais dos alunos *versus* a organização.

Bachelard (1996, p. 316) dimensiona:

Uma cultura presa ao momento escolar é a negação da cultura científica. Só há ciência se a Escola for permanente. É a escola que a ciência deve fundar. Então, os interesses sociais estarão definitivamente invertidos: a Sociedade será feita para a Escola e não a Escola para a Sociedade.

Apesar das crises e dos redirecionamentos na educação, o ensino médio é canal viabilizador para a formação e o aperfeiçoamento de mão de obra especializada. Para que todos tenham as mesmas chances de êxito, os sistemas educacionais precisam capacitar os educandos para que se tornem aprendizes perenes, na gestão de formas elaboradas de pensar e de atuar no mundo do trabalho.

Nesse imperativo social, estudiosos como Lima, Lemos e Anaya (2006) indicam que é preciso lançar um olhar mais analítico sobre a conjuntura escolar,

buscando nas razões históricas, sociais e psicológicas fundamentos que conduzam a compreensão das estruturas, conteúdos dos programas, métodos de ensino e de avaliação que amparam as relações entre docentes e discentes.

É notória a ampliação da esfera que circunda os elementos que compõem e filtram os indicadores da efetividade dos sistemas educacionais brasileiros, num momento ímpar de discussões a respeito das propostas condizentes ao progresso do ambiente educacional, sintonizado com a percepção da ciência e da tecnologia que estrutura e organiza o saber científico.

Como a educação em Química é parte integradora das Ciências da Natureza, Rosa e Tosta (2005) pontuam que, na atualidade, depois da publicação de documentos pelo Ministério da Educação (MEC), os PCN para o Ensino Médio, depreende-se um lugar possível para tal área.

Na esteira dessas constatações, o ensino de Química depara com novas realidades no escopo de aliar a valorização do educando como sujeito social, detentor de ideias advindas do próprio contexto, conjugadas no desafio de adequar predicados entre ensinar e aprender como prioridade da condição humana.

2.2 A REALIDADE DO ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA FORMAL

Mediante o panorama dos sistemas educacionais brasileiros, o ensino de Química necessita com preeminência encontrar o devir do saber, oportunizando não apenas aos integrantes das classes dominantes, mas, sobretudo, aos de menor poder aquisitivo, a modelagem do pensamento por meio da dinâmica do conhecimento científico, em seu sentido mais amplo, por intervenção da identificação da real função do processo de ensino e aprendizagem.

Conquanto, sobrelevar um atraso de séculos em Ciências se faz tarefa árdua, da qual depende uma coletividade de esforços, dedicação, planejamento e determinação. Nessa ótica, Farias, Neves e Silva (2010, p. 14 -15) alegam:

Essa tarefa torna-se ainda mais difícil num país onde grande parte dos recursos tem sido destinado a suprir necessidades fundamentais da população, como saneamento básico e saúde pública, ou mesmo na

erradicação da fome. O Brasil, contudo, tem conseguido, ao longo das últimas décadas, sobretudo após a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), superar, em boa medida, a lacuna científica existente em relação aos países do chamado primeiro mundo.

É fato que a sociedade atual apresenta novas perspectivas, nas quais configuram competências cujo conhecimento está ancorado no acesso simultâneo de informações.

Segundo Ribeiro (2001), é viável educar pessoas que desacreditem em uma única teoria certa, ao contrário, que sua formação esteja pautada na conjuntura do confronto da diversidade de linguagens, teorias e abordagens, de modo a equacionar limites e possibilidades vigentes como suportes para uma geração mais apta a conviver com as questões problematizadoras, as quais circundam o panorama óbvio e mutável que se apresenta no mundo do conhecimento.

Nesse enfoque, o ensino de Química necessita respaldar-se nos quatro pilares da educação, apontados pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO): aprender a conhecer, cujo objetivo prioriza o domínio dos próprios instrumentos do conhecimento científico, considerando-os como meio e como fim; aprender a fazer, que privilegia a aplicação da teoria na prática e enriquece a vivência da ciência na tecnologia; aprender a viver juntos, aprender a viver com os outros, que permite a realização de projetos, desenvolvendo os saberes e a percepção das interdependências, focadas em bases multidisciplinares que promovem a interdisciplinaridade e transdisciplinaridade; aprender a ser, significa que a educação deve estar comprometida com o desenvolvimento total da pessoa, entrelaçando o processo individualizado e a construção social interativa.

No ano de 1999, de acordo com relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, “os tempos e as áreas da educação devem ser repensados, completar-se e interpenetrar-se de maneira a que cada pessoa, ao longo de toda sua vida, possa tirar o melhor partido de um ambiente educativo em constante ampliação” (DELORS *et al.*, 2001, p. 101).

Salienta-se que essas premissas são os eixos estruturais da educação para a sociedade contemporânea empenhada em promover mudanças significativas na área educativa brasileira. Portanto, possibilitam a exclusão do quadro de extrema

desvantagem em relação aos índices de escolarização e em nível de conhecimentos que apresentam os países em desenvolvimento ou desenvolvidos.

Dessa forma, viabiliza-se o processo de construção do significado e o conhecimento químico é vinculado a *ex-post facto*, atribuindo intervenções nas Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, fomentadas como dispositivo legal para o ensino médio.

Nos aportes de Ciscato e Beltran (1991, p. 7):

Ter noções básicas de química instrumentaliza o cidadão para que ele possa saber exigir os benefícios da aplicação do conhecimento químico para toda a sociedade. Dispor de rudimentos dessa matéria ajuda o cidadão a se posicionar em relação a inúmeros problemas da vida moderna, como poluição, recursos energéticos, reservas minerais, uso de matérias-primas, fabricação e uso de inseticidas, pesticidas, adubos e agrotóxicos, fabricação de explosivos, fabricação e uso de medicamentos, importação de tecnologia e muitos outros.

Faz-se necessário promover a imersão conjunta em todas as dimensões da cultura científica, tendo-se em conta reequacionar Ciência *versus* Poder, seja ele em âmbito político e/ou econômico, não omitindo o propósito em educar e formar cidadãos aptos a gerir sociedades livres e democráticas.

Nesse contexto, as mutações do homem deste tempo estão balizadas em três instâncias, que ocorrem entre a sociedade da informação, a sociedade da mundialização e a sociedade da civilização científica e técnica. Com base nesses fenômenos complexos é que a sociedade da informação (SI), a sociedade do conhecimento (*knowledge society*) e a sociedade aprendiz (*learning society*) dão ênfase à abordagem analítica nas dimensões educacionais.

Todavia, no contexto escolar é preocupante o desinteresse de alguns educandos pelo estudo das Ciências; há até mesmo questionamentos sobre a legitimidade de que os currículos propostos contemplem na integridade os interesses dos alunos.

Schnetzler (1980) referencia que, desde muito, a Química da escola está dissociada da Química da vida. Isto é decorrência de uma escola do ensino médio que ainda reproduz um sistema de ensino demarcado pela divisão disciplinar do aprendizado.

Na visão de Santos e Mól (2005), a abordagem temática composta por categorias em nível de contextualização e interdisciplinaridade em Química deve

servir como ferramenta cultural para o aluno participar ativamente da sociedade moderna, caracterizada sobremaneira pela presença da ciência e da tecnologia, fator que conduz o jovem a entender as implicações sociais da Química e das tecnologias cotidianas, imbricadas no compromisso com a cidadania.

Nessa análise fica perceptível que o ensino médio no Brasil perpassa por mudanças determinadas por intermédio da consolidação do Estado democrático, das novas tecnologias e das transformações na produção de bens, serviços e conhecimentos, fator que impele a escola de possibilitar aos educandos a integração ao universo contemporâneo nas esferas da cidadania e do trabalho.

Além disso, para Santos e Mól (2005), as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) perfazem documentos orientadores e importantes para o professor. Nesses documentos são estabelecidos os princípios da identidade, diversidade e autonomia, alicerçados no eito da interdisciplinaridade e da contextualização como princípios estruturadores do currículo.

Do mesmo modo, Mello (1999) sustenta que as DCNEM fixadas pelo Conselho Nacional de Educação, por meio da Câmara de Educação Básica, são normas obrigatórias, norteadoras do planejamento curricular e sistemas de ensino, estando respaldadas no ideal de uma escola vinculada à vida.

Ainda é bom lembrar que, segundo Morin (2000a, p. 19), “vivemos uma era histórica em que os desenvolvimentos científicos, técnicos e sociológicos estão cada vez mais em inter-retroações estreitas e múltiplas”.

Vilches e Furió (1999) afiançam que será necessária a apropriação do professor em relação às novas orientações e compreensão da importância dos novos conteúdos, objetivos e finalidades da educação científica, imprescindíveis para a formação dos futuros cidadãos deste século que ora principia.

De acordo com esse panorama, também não se pode esquecer que as validações de conhecimentos legitimados passam pela formação de professores e nem sempre são efetivadas nas bases da erudição.

Schön (1992, p. 91) comenta que:

Na formação de professores, as duas grandes dificuldades para a introdução de um *practicum* reflexivo são, por um lado, a epistemologia dominante na Universidade e, por outro, o seu currículo normativo [...]. O que pode ser feito, creio, é incrementar os *practicums* reflexivos que já começaram a emergir e estimular a sua criação na formação inicial, nos

espaços de supervisão e na formação contínua [...] estamos mais conscientes das inadequações da racionalidade técnica, não só no ensino, mas em todas as profissões. Correm-se riscos muito altos neste conflito de epistemologias, pois o que está em causa é a capacidade de usarmos as facetas mais humanas e criativas de nós próprios.

Torna-se imprescindível que a Universidade proponha, durante a trajetória académica, estudos sobre práticas e processos formativos, relacionados aos sujeitos e aos contextos socioculturais, tendo em conta a capacitação do professor como profissional reflexivo, para que este possa estar apto para enfrentar situações múltiplas que perfazem os procedimentos do ensinar e aprender no cotidiano educacional.

Santos e Mortimer (2001) citam que é essencial o reconhecimento de que a edificação da Ciência está atrelada a discutir ideias, propor e avaliar alternativas com objetivo de estimular o educando a desenvolver sua capacidade em expressar respostas contextualizadas.

Desta feita, o ensino de Química vem traçando um paralelo entre os temas pertinentes à cidadania e à tecnologia, dando impulso ao educando para desenvolver amplas possibilidades de compreender, analisar e acompanhar a dinâmica do mundo.

Newbold (1987, p. 156) afirma:

Atualmente a química é a chave para a maior parte das grandes preocupações das quais depende o futuro da humanidade, sejam elas: energia, poluição, recursos naturais, saúde ou população. De fato, a química tornou-se um dos componentes do destino do gênero humano. Entretanto, quantas pessoas, entre o público em geral, sabem um pouco que seja a respeito da relevância da química para o bem-estar humano? Infelizmente, muito poucas, conforme parece [...]. Certamente, é essencial que se faça com que cada cidadão ao menos tome consciência de algumas das enormes contribuições da química à vida moderna. Deveria ser fascinante perceber que todos os processos da vida, do nascimento à morte, estão intimamente associados às transformações químicas. A qualidade de vida que desfrutamos depende em larga escala dos benefícios advindos de descobertas químicas, e nós, como cidadãos, somos continuamente requisitados para tomar decisões em assuntos relacionados com a química. Não devemos, entretanto, ignorar os aspectos negativos associados a progressos baseados na química, pois fazê-lo seria fechar os olhos à realidade.

Portanto, a transição para melhor condição do ensino e aprendizagem das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias identifica que as maneiras de apropriação e construção de sistemas de pensamentos em nível mais abstrato

requerem ressignificações direcionadas para uma inovadora forma de lidar com a informação e o conhecimento.

Nas investigações de Silva e Souza Cruz (2004), foram encontradas no campo de ação educacional brasileiro viabilidades da utilização de RDC enquanto elemento motivador de discussões sobre as interações CTS, porque se trata de conciliar o material presente no cotidiano dos educandos na composição da educação formal.

No limiar do novo século, a busca pela comunicação científica merecedora de crédito é notória, e nessa conectividade a educação em Química interdepende de linguagens outras, quiçá do reconhecimento da postura crítica e prática, efetivada no espaço disponível a educar para ação, defrontando novas narrativas explícitas por meio de muitas vozes, que clamam a busca do realce de promissora identidade.

2.3 A IMPORTÂNCIA DA LINGUAGEM NA EDUCAÇÃO EM QUÍMICA

A escola, enquanto sociedade do saber, constitui espaço heterogêneo, o qual abriga diversidades múltiplas no que tange ao aspecto social, linguístico, cultural, econômico, político, psicológico, étnico e religioso.

Sob essa ótica, a comunicação é relevante oficina de ensino e aprendizagem permanente centrada na busca do exponencial da ciência e da tecnologia inteligível e humanizadora, no entorno da compleição que *pari passu* constrói sua identidade planetária.

Portanto, a linguagem é referenciada como exímia alavanca do progresso no século XXI, mediante os múltiplos anseios e desafios que perpassam pelas comunidades contemporâneas.

Segundo Delors *et al.* (2001, p. 35):

Hoje em dia, grande parte do destino de cada um de nós, quer o queiramos quer não, joga-se num cenário em escala mundial. Imposta pela abertura das fronteiras econômicas e financeiras, impelida por teorias de livre comércio, reforçada pelo desmembramento do bloco soviético, instrumentalizada pelas novas tecnologias da informação a interdependência planetária não cessa de aumentar, no plano econômico, científico, cultural e político. Sentida de maneira confusa por cada indivíduo, tornou-se para os dirigentes uma fonte de dificuldades. A conscientização

generalizada desta “globalização” das relações internacionais constitui, aliás, em si mesma, uma dimensão do fenômeno. E, apesar das promessas que encerra, a emergência deste mundo novo, difícil de decifrar e, ainda mais, de prever, cria um clima de incerteza e, até, de apreensão, que torna ainda mais hesitante a busca de uma solução dos problemas realmente em escala mundial.

São os anseios destes tempos, tão carentes de um ensino e uma aprendizagem que correlacionem o ato educativo a uma nova e urgente ordem socioeconômica, visto que ensinar é uma arte, e não há nada que substitua a riqueza do diálogo expresso no entorno pedagógico.

De acordo com Tannuri (2006), é indiscutível que a língua de qualquer povo é dinâmica e apresenta significantes metamorfoses, as quais acompanham o progresso e a evolução dos pensamentos, no viés da intelectualidade perante os emaranhados que constituem a ciência, a tecnologia e a sociedade do século XXI.

Por conseguinte, Morin (2005) elucida que é necessário compreender que existe algo mais do que a singularidade ou que a diferença de cada um está inscrita no fato de que cada indivíduo é um sujeito.

Petraglia (2000, p. 71) expõe o seguinte:

O conhecimento está naturalmente ligado à vida, fazendo parte da existência humana. A ação de conhecer está presente simultaneamente nas ações biológicas, cerebrais, espirituais, culturais, lingüísticas, sociais, políticas e históricas, por isto o ser condiciona o conhecer, que ao mesmo tempo condiciona o ser.

Conquanto, são as relações humanas que reconhecem e caracterizam o conglomerado da educação, pautada na interpretação da leitura e da escrita do mundo circundante. Nessa perspectiva, Thiesen (1995) pontua que compreender o processo educativo na dimensão social não é tarefa fácil, principalmente no que se refere à formação do homem, que por meio de sua atividade profissional se propõe a educar outras pessoas, que por vezes estão inseridas nas mesmas contexturas globais.

Substancialmente a linguagem está impregnada em todas as áreas do conhecimento, de modo a socializar saberes, normatizar concepções e oportunizar relações interacionais em torno do discurso pedagógico.

De modo específico, para Morin (2000b, p. 46), “não se trata de abandonar o conhecimento das partes pelo conhecimento das totalidades, nem da análise pela síntese; é preciso conjugá-las”.

Ratifica-se que os PCN e as DCN formam o sólido conjunto de instruções para vincular uma proposta ao ensino médio, firmada na intervenção da reelaboração curricular, vislumbrando contemplar elementos para a formação do cidadão cientificamente alfabetizado também nas competências de ler e interpretar textos de interesse científico e tecnológico.

Da mesma maneira, articula-se esse conhecimento interdisciplinar para explicar o mundo natural, com respaldo no sobremodo em determinar interposições objetivas que vão além do benefício próprio. Por isso, é necessário saber que

a linguagem é considerada aqui como capacidade humana de articular significados coletivos em sistemas arbitrários de representação, que são compartilhados e que variam de acordo com as necessidades e experiências da vida em sociedade. A principal razão de qualquer ato de linguagem é a produção de sentido (BRASIL, 2000, p. 19).

Por essa razão, o grande valor em introduzir o uso permanente do dicionário de Química durante as aulas, para que o educando possa, pouco a pouco, descobrir o significado real do conteúdo didático expresso e ampliar o universo da relação entre a compreensão subjetiva e intelectual. São os saberes científicos que qualificam o homem para nortear a ação e organização no tocante à produção de novas competências que viabilizam a possível formação da massa crítica.

Driver *et al.* (1999) descrevem que o mundo simbólico da Ciência é atualmente povoado pelas resultantes expressas por entidades como átomos, elétrons, íons, campos, fluxos, genes e cromossomos; ele traz no âmago das ideias a evolução científica comprovada por procedimentos de medida e bases experimentais.

No trabalho, desenvolvido com as Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, entremeiam-se aportes essenciais com as Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Assim, surgem novos conceitos em prol da reformulação de outras concepções, no intuito de aproximar realidades, criar redes de informação e incitar questionamentos gradativos ao entendimento do cotidiano inerente da complexidade dos sujeitos, dos erros e dos acertos ao longo do processo de ensinar e aprender.

Bazzo (1998, p. 34) alude:

O cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques – a ciência e a tecnologia, com suas implicações e conseqüências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos.

Entende-se que a educação é processo essencial na sociabilização do indivíduo e sua integração com o meio, enquanto liame de aculturação do homem ao seu hábitat. Nessa concepção dialética do sujeito, o homem na sucessão dos tempos serve-se da linguagem para exprimir ideias e sentimentos no configurar das sociedades que permeiam a ciência e a tecnologia.

Nas narrativas do tempo e do espaço, a linguagem aproxima gerações nos conflitos eminentes da contemporaneidade, na elaboração conceitual que descreve a busca pela educação que desenvolva o ser humano em sua totalidade, nos exponenciais fulcrados pela ciência moral.

Faure (1974, p. 225) ressalta:

A partir de agora, a educação não se define mais em relação a um conteúdo determinado que se trata de assimilar, mas concebe-se, na verdade, como um processo de ser que, através da diversidade de suas experiências, aprende a exprimir-se, a comunicar, a interrogar o mundo e a tornar-se sempre mais ele próprio. A ideia de que o homem é um ser inacabado e não pode realizar-se senão pelo preço de uma aprendizagem constante tem sólidos fundamentos não só na economia e na sociologia, mas também na evidência trazida pela investigação psicológica. Sendo assim, a educação tem lugar em todas as idades da vida e na multiplicidade das situações e das circunstâncias da existência. Retoma a verdadeira natureza que é ser global e permanente, e ultrapassa os limites das instituições dos programas e dos métodos que lhe impuseram ao longo dos séculos.

Daí, a relevância do estudo e da pesquisada centralizados no desenvolvimento de habilidades que transformem o ato educativo em difusão de saberes científicos, enquanto intercâmbio de informações que conduzam ao fortalecimento da relação da escola com a sociedade.

Nessa ótica, Stange (1995) menciona que o registro cronológico do homem sobre a Terra constitui um contínuo esforço de comunicação, pois a partir do momento em que os homens passaram a viver em grupos designados pela reunião familiar ou pelas comunidades de trabalho o ato da comunicação adquiriu um caráter imperativo.

Jobim e Souza e Gamba Junior (2002, p. 105) questionam:

[...] quais as condições sociais e culturais da leitura e da escrita nos dias de hoje? Como crianças, jovens e adultos lêem, o que lêem, como lêem? Estas questões estão diretamente relacionadas com as formas de produção do conhecimento na contemporaneidade, exigindo uma reflexão que explicita os condicionamentos que levam às transformações dos atos de ler e de escrever.

No confronto de expectativas entre gerações, a questão da leitura e da escrita compõe relevante suporte para equacionar o ritmo acelerado e difuso que nos apresenta sobremaneira na perplexidade que personifica protagonistas que configuram diferentes formas de perceber o mundo e seus protótipos educativos.

Laburu, Arruda e Nardi (2003) sinalizam que a sala de aula se faz palco na composição de matizes múltiplos, os quais vão influenciar posicionamentos decisórios na eficácia da aplicação dos estratagemas pluralistas.

À guisa disso, podemos trazer a relevância da linguagem enquanto objeto de estudo de múltiplas disciplinas, permeando a interligação do papel do professor, na medida em que ele articula os mecanismos da produção linguística com seus alunos, de forma a gerar significados como fenômenos essenciais e culturais.

Guedes e Souza (1998) destacam que ler e escrever são tarefas da escola, abarcando questões para todas as áreas, perfazendo habilidades absolutamente necessárias para a formação do educando. Contudo, tal entendimento ainda se encontra travando incessantes lutas mediante o cotidiano da realidade educacional, extraordinariamente no campo das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Não se trata de desesperação, ao contrário, é preciso ter consciência das tendências que se apresentam, mas que podem sofrer alterações positivas em prol da melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem.

Fiorin (2008, p. 29) elucida:

A linguagem é onipresente na vida de todos os homens. Cerca-nos desde o despertar da consciência, ainda no berço; segue-nos durante toda a nossa vida, em todos os nossos atos, e acompanha-nos até na hora da morte. Sem ela, não se pode organizar o mundo do trabalho, pois é ela que permite a cooperação entre os seres humanos e a troca de informações e experiências. Sem ela, o homem não pode conhecer-se nem conhecer o mundo. Sem ela não se exerce a cidadania, porque ela possibilita influenciar e ser influenciado. Sem ela não se pode aprender. Sem ela não se podem expressar sentimentos. Sem ela, não se podem imaginar outras realidades, construir utopias e sonhos. Sem ela não se pode falar do que é nem do que poderia ser.

Não obstante, os anais da história da Química são validados com vistas a oportunizar condições apropriadas para o educando reelaborar a leitura e a interpretação dos fenômenos que potencializam os matizes significativos, a fim de enfrentar diferenças e desigualdades, tão presentes em cada um dos estágios da evolução do gênero humano.

Os desafios que despontam são inúmeros, e à medida que o pensamento científico se desenvolve e progride, o papel da linguagem diante das leituras interpretativas da sociedade científica e tecnológica se torna crucial.

Nesses emaranhados surgem expectativas, ampliam-se os núcleos exploratórios, sobretudo se abrem espaços para novas posturas e empenhos ante a ruptura dos paradigmas em direção à conscientização de que professores das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias são intrinsecamente educadores das Linguagens, Códigos e suas Tecnologias.

Atualmente no cenário educacional brasileiro, muitas pesquisas, como as do Projeto de Ensino de Química e Sociedade (PEQUIS), apontam alternativas seguras para superar barreiras vivenciadas por docentes e discentes.

A respeito disso, Santos *et al.* (2004, p. 14) comentam:

A elaboração de uma proposta que busca articular conteúdo e discussão de aspectos sócio científicos tem permitido que professores promovam debates em sala de aula, nos quais os alunos trazem suas experiências cotidianas, possibilitando uma compreensão crítica de seu meio social e uma discussão de valores e atitudes frente ao desenvolvimento científico e tecnológico.

Por essa razão, nos PCN estão sugeridos mecanismos que contemplem a inclusão de estratégias didáticas, as quais valorizem o universo cultural da leitura, especialmente a viabilização de diferentes tipos de textos, como, por exemplo, artigos extraídos de jornais e revistas.

Os recursos de divulgação científica, segundo Kawamura e Salém (1996), Terrazzan (2000), Rocha (2003) e Goldbach *et al.* (2005), são considerados expressivas ferramentas, em larga escala, especialmente no que diz respeito às melhorias nos aspectos qualitativos e quantitativos do ensinar e aprender.

Para Silva (2005), por muitas vezes a divulgação científica é identificada como popularização ou vulgarização científica, no sentido de abarcar a utilização de recursos, técnicas e processos na difusão das informações, na intenção de encaminhar os aportes da ciência e tecnologia ao público não especialista.

Como comentam Gomes, Da Poian e Goldbach (2007), é fato que no cotidiano do grande público, por meio dos programas de televisão, jornais, revistas, rádio, internet, entre outros, a divulgação científica se faz atuante. Também na escola é perceptível que o processo de aproximação do cidadão com a comunicação científica vem se configurando de modo natural e crescente, favorecendo a

formação de um discernimento mais adequado sobre os acontecimentos do tempo e do espaço do qual fazemos parte.

A respeito disso, Petrucci (1989, p. 1) afirma:

A forma e o grau de intensidade de participação da população no processo de desenvolvimento e de transformações que vêm ocorrendo na sociedade, assim como a possibilidade de usufruir e de se apropriar dos resultados e avanços da ciência e tecnologia depende, em grande parte, do grau de informações que o Estado, os pesquisadores, a classe política, professores, profissionais da comunicação, trabalhadores em geral, e demais segmentos da sociedade tenham sobre o processo científico e tecnológico.

Nessa fusão de metas, a interdisciplinaridade conjuga que os textos de divulgação científica (TDC), com destaque àqueles pertencentes a RDCs, são materiais facilitadores ao acesso a uma diversidade rica, englobando a formação de opinião, o desenvolvimento de habilidades de leitura, a formação da base conceitual, as múltiplas maneiras de argumentação e o entendimento da terminologia científica.

Segundo Barbosa e Lima (2009, p. 3), é proeminente “educar o sujeito para um tempo de insurgência das incertezas e seu posicionamento não provisório no horizonte das relações”.

A educação em Ciência dos dias de hoje versa o desenvolvimento da argumentação, visto que os cidadãos se deparam com constantes situações e problemas que envolvem as dimensões científicas e tecnológicas, sendo essas complexas e controversas, mediante a realidade das múltiplas implicações sociais.

Silva e Carvalho (2007, p. 7) levam a refletir que:

Os temas controversos possibilitam afastarmo-nos dos conceitos de harmonia, verdade absoluta, totalidade, determinismo, universo mecânico e neutralidade, normalmente presentes no discurso científico. Eles induzem ao pensamento crítico ao retomar os questionamentos direcionados para a visão de mundo moderno e suscitam o diálogo entre diferentes formas de saber.

Essa plataforma assegura que a emissão de juízos de valor preconiza explorar a aprendizagem dos conteúdos tradicionais, pela vertente do realismo social imerso na prática científica, que, por sua vez, demanda entendimento e participação nas dinâmicas sociais, cognitivas e epistêmicas da Ciência.

Barbosa e Lima (2009) reavivam que existe um consenso entre *American Association for the Advancement of Science (AAAS)*, nos Estados Unidos, *Royal*

Society, na Inglaterra, e MEC, no Brasil, conjugando que a habilidade de tomar decisões com suporte nos problemas pessoais e sociais estabelece importante componente científico-tecnológico na formação ideal do homem.

Com base nas discussões aqui expostas, organiza-se o resgate histórico no qual a Ciência apresenta mudanças significativas, descritas na dimensão única do memorial da linguagem factual e cronológica.

2.4 OS FUNDAMENTOS DO PROCESSO HISTÓRICO DA CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS: ARTICULADORES PARA AS MUTAÇÕES SIGNIFICATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA DO SÉCULO XXI

O consenso construtivista na educação em Ciência designa que a aprendizagem de conceitos, a resolução de problemas e a atitude em relação às Ciências permitem ao educando questionar, formular, operar e concluir com segurança a interatividade vital para o fomento do ensino-aprendizagem pleno em êxito e realização pessoal, familiar e profissional.

Nesse acúmulo linear, os pressupostos do ensino médio ainda estão legivelmente caracterizados pela padronização do ensinar e aprender. Portanto, as DCN sinalizam que o modelo atual para a educação em Química é inviável, ineficaz e improdutivo no referencial do contexto da aprendizagem mais crítica e significativa. Mas existem estudiosos e pesquisadores da área, como Rosa e Tosta (2005), Santos e Mól (2005), Von Linsingen (2007), Santos e Schnetzler (2010), Santos e Mortimer (2001), realmente preocupados em viabilizar medidas mais adequadas, eficazes e interdisciplinares.

Despontam-se, assim, conforme Garcia e Kruger (2009), soluções plausíveis descritas nas normativas do MEC, com vistas a (re)orientar o trabalho docente fundamentado nas melhores perspectivas escolares como atividade respeitável em relação ao indivíduo e ao grupo.

Concernente à educação científica, Vale (1998) destaca:

[...] mais do que nunca, a Educação Científica e Tecnológica se transforma num aspecto decisivo e fundamental para o indivíduo e para a sociedade. Essa Educação, através da escola e apoiada num professor bem formado

(que revele competência no domínio dos conteúdos científicos e visão política), cria as condições para a transformação social num país de economia dependente.

Assim, o ensino e a aprendizagem constituem um processo amplo, no qual docentes e discentes devem estar voltados para a edificação de uma política educacional que vislumbre o desenvolvimento cultural, científico e tecnológico que promova a escola como instrumento de politização.

Para Chinelli, Pereira e Aguiar (2008), se faz relevante considerar que o trabalho em Ciência, paralelo a tantas outras atividades humanas, é influenciado pelo momento histórico de sua edificação, circunscrito na propagação de cada tempo vigente e pertinente.

Por tal razão, no ano de 2000 a ONU, ao analisar os maiores problemas mundiais, estabeleceu Oito Objetivos do Milênio (ODM), os quais no Brasil são identificados como “Oito Jeitos de Mudar o Mundo”, quer sejam: 1. Acabar com a fome e a miséria; 2. Educação de qualidade para todos; 3. Igualdade entre os sexos e valorização da mulher; 4. Reduzir a mortalidade infantil; 5. Melhorar a saúde das gestantes; 6. Combater a Aids, a malária e outras doenças; 7. Qualidade de vida e respeito ao meio ambiente; 8. Todo mundo trabalhando pelo desenvolvimento.

Ainda, conforme Chinelli, Pereira e Aguiar (2008), o historicismo da construção do conhecimento identifica e assegura que o notável progresso da ciência, tecnologia e sociedade esteve atrelado à formação de uma cultura científica alicerçada nos moldes metódicos e rigorosos.

Segundo Santos e Mól (2005), Perruzzo e Canto (2003), Utimura e Linguanoto (1998), de modo específico, no ensino de Química descreve-se a cronologia da formação da tabela periódica por meio dos intensos estudos e pesquisas de:

- Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), químico francês, agrupou os elementos químicos em metais e não metais.

1808 – Jöns Jacob Berzelius (1779 – 1848), químico sueco, apresentou uma das primeiras propostas da classificação dos elementos químicos.

1829 – Johann Wolfgang Döbereiner (1780 – 1849), químico alemão, verificou que alguns elementos podem ser agrupados três a três com base em certas semelhanças, ficando então designada a Lei das Tríades.

1862 – Alexandre Émile Beguyer de Chancourtois (1819 – 1886), geólogo francês, propôs o Parafuso Telúrico² de Chancourtois, o qual distribuía os elementos de forma espiralada e de acordo com propriedades similares notava-os numa mesma vertical. Todavia, essa proposta não foi bem aceita por parecer complicada e artificial.

1865 – Alexandre Reina Newlands (1838 – 1898), químico inglês, observou que a distribuição dos elementos químicos ocorria na horizontal e as semelhanças das propriedades em intervalos de oito elementos. Essa repetição de propriedades ficou conhecida como Lei das Oitavas, mas sua restrição estava na aplicação, somente até o elemento cálcio. Esses estudos deram embasamento para trabalhos posteriores à classificação da atualidade.

1865 a 1868 – Willian Odling (1829 – 1921), médico inglês, propôs uma classificação baseada em treze grupos que englobava as tríades, considerando as substâncias formadas pelos átomos de cada elemento.

1869 – Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834 – 1907), professor de Química e pesquisador do Instituto Tecnológico de São Petesburgo, fez uma importante descoberta na história da Ciência. Elaborou uma maneira específica de organizar os elementos químicos de acordo com suas propriedades, até então adotadas e utilizadas mundialmente. Prodigiosamente realizou previsões surpreendentes, antevendo a existência de elementos químicos, algumas das propriedades desses elementos e os compostos que eles formariam.

1869 – Julius Lothar Meyer (1830 – 1895), físico e químico alemão, lançou em ano similar, mas independentemente de Mendeleev, uma excelente classificação periódica dos elementos, mas que não fazia previsões sobre os elementos desconhecidos na época, oportunizando então a Mendeleev o mérito de ser considerado o grande idealizador da classificação periódica dos elementos.

1913 e 1914 – Também, é oportuno mencionar o trabalho desenvolvido por Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887 – 1915), cientista inglês, que encontrou experimentalmente uma base mais exata do que as massas atômicas para a ordenação dos elementos na tabela periódica, estabelecendo então o conceito de número atômico.

²Telúrico - relativo à Terra.

Para Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997, p. 103):

A classificação periódica dos elementos é, sem dúvida, uma das maiores e mais valiosas generalizações científicas. Concretizada na segunda metade da década de 60 do século 19, desde então muito serviu como guia de pesquisa em Química e, aos poucos, se tornou um valioso instrumento didático no ensino da Química.

Contudo, o mundo globalizado anseia por uma proposta fundamentada em novas conversões para o encaminhamento da didática das Ciências, altamente na educação em Química, a qual justifique “por que e para que ensinar”.

Rezende (2011) registra que o Ano Internacional da Química, em 2011, trouxe uma excelente oportunidade para apresentar a Química por interferência de aspectos que simbolizem o bem-estar, saúde, conforto e lazer. Porém, esses segmentos do ensino e aprendizagem precisam contribuir na eficácia da formação de cidadãos capacitados na percepção direcionada às análises, reflexões, debates e socializações das esferas sociais.

Ferreira (1993, p. 214) pontua:

[...] a educação para a cidadania passa por ajudar o aluno a não ter medo do poder do Estado, a aprender a exigir dele as condições de trocas livres de propriedade, e finalmente a não ambicionar o poder como a forma de subordinar seus semelhantes. Esta pode ser a cidadania crítica que almejamos. Aquele que esqueceu suas utopias sufocou suas paixões e perdeu a capacidade de se indignar diante de toda e qualquer injustiça social não é um cidadão, mas também não é um marginal. É apenas um NADA que a tudo nadifica.

Somos responsáveis pela partilha da orientação científica dos educandos, que futuramente poderão desempenhar funções como agentes transformadores no entorno das investigações; tendo-se em conta a popularização intelectual da Ciência que traduz acessibilidade ao ensino de Química, pautada na Química do saber.

Ainda é bom lembrar que o impulso classificatório do homem sempre esteve constituído na medida em que a humanidade elaborou o desenvolvimento cultural, dando, então, os primeiros passos para a configuração da Ciência moderna.

Assim, os critérios classificatórios apresentam variações no decorrer dos tempos e espaços locais, pois desde o século XVII os cientistas buscam impulsionar o progresso das Ciências. Na união de buscas, conjuga-se a transposição do saber, que decodifica a linguagem científica em conhecimento puro e aplicado ao homem

do senso comum. Por isso, para o educador e pedagogo Comenius, reconhecer o igual direito de todos os homens ao saber perfazia identificar a relação entre o ensino e a aprendizagem.

Que a proa e a popa da nossa didática sejam: buscar e encontrar um método para que os docentes ensinem menos e os discentes aprendam mais: que nas escolas haja menos conversa, menos enfado e trabalhos inúteis, mais tempo livre, mais alegria e mais proveito; que na república cristã haja menos trevas, menos confusão, menos dissensões, mais luz, mais ordem, mais paz e tranqüilidade (COMENIUS, 1997, p. 11-12).

Dessa maneira, a Química no ensino médio, como ferramenta interpretativa de situações inovadoras, não admite demora para reescrever a história das Ciências no discurso científico que respeita o passado, mas protege o futuro, reagindo quimicamente ao presente.

Na visão de Oki (2002), para melhorar o ensino é viável realizar uma análise histórica da gênese do conhecimento científico, alcançando, então, a aplicação dos dados que compõem a história da Ciência, com destaque para as ações conjuntas, refletidas nos conceitos estruturantes das Ciências.

Gagliardi (1988) apresenta os conceitos estruturantes como aqueles que permitem e impulsionam a transmutação de uma Ciência por meio da elaboração de novas teorias, da utilização de novos métodos e instrumentos conceituais.

Na construção das estruturas cognitivas, estudos como os Santos e Schnetzler (2010), demonstram que as experiências pedagógicas, somente no entorno da teoria, fazem os educandos aprenderem parcialmente os conhecimentos científicos, e justamente por esse motivo, faz-se necessário reverter essas constatações e superar os obstáculos da aprendizagem.

No campo do ensino de Química, Oki (2002, p. 21) consolida que:

O conceito de elemento químico é um dos mais importantes da Química, podendo ser considerado, de acordo com a proposta de Gagliardi, como um conceito estruturante que, ao lado de tantos outros, como átomo, molécula, substância, reação química, ligação química etc., foram fundamentais para o desenvolvimento dessa ciência.

A formação dos docentes de Química constitui um processo complexo e que desde muito tempo existe uma carência expressiva desses profissionais. Porém, para que ocorra um bom mutualismo, não é tarefa árdua organizar a sala de aula de

modo que os educandos desenvolvam novas estruturas na teoria do conhecimento, as quais possibilitem edificar o saber com menor grau de dificuldades.

Chagas (1989) torna notável que as teorias da evolução do conceito de elemento químico são exemplos concretos da natureza multidisciplinar da Química. Ainda assim não podemos esquecer que os conceitos são provisórios em relação às constantes alterações da Ciência.

Como bem destacam Eichler e Del Pino (2000), a formação do docente perpassa pela interface elencada por conteúdos específicos, princípios educacionais, metodologias de ensino, psicologias da aprendizagem, uso e escolhas de meios didáticos.

Apesar de existirem outras dimensões circunscritas no meio educativo, a produção do conhecimento químico é pertinente, no momento em que a interdisciplinaridade estimula o desenvolvimento da consciência no tocante à responsabilidade social e científica.

2.5 A REAL NECESSIDADE DA INTERDISCIPLINARIDADE NA PRODUÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO PERTINENTE

O conhecimento é a ação e o efeito de conhecer, portanto, inserido nas diversas faculdades sensoriais do homem. Todavia faz-se imprescindível a supremacia da atividade mental, bem como o descobrimento e o aperfeiçoamento de outras funções múltiplas interligadas à capacidade que desenvolva saberes sobre as concepções da educação e da sociedade.

Gusdorf (1953), citado por Thiesen (2008), observa que mestre é aquele que ultrapassou a concepção de uma verdade como fórmula universal, solução e resolução do ser humano para se elevar à ideia de uma verdade como procura.

Assim sendo, na década de 1960 o epistemólogo e filósofo francês Gusdorf apresentou à UNESCO um projeto interdisciplinar direcionado às Ciências humanas, o que oportunizou, com base na obra *La parole* (1953), o reconhecimento proeminente, para o entendimento da interdisciplinaridade.

Segundo Thiesen (2008, p. 547):

O projeto de interdisciplinaridade nas ciências passou de uma fase filosófica (humanista), de definição e explicitação terminológica, na década de 1970, para uma segunda fase (mais científica), de inclusão, de discussão do seu lugar nas ciências humanas e na educação a partir da década de 1980.

Nos trâmites de ensinar e aprender, no universo da Ciência contemporânea, Demo (2001) propõe que a pesquisa seja um princípio educativo e científico; um engajamento desde os processos da gênese de desenvolvimento, de estruturação, até a articulação dos conhecimentos que perpassam por todas as áreas da erudição humana.

Além disso, outra situação importante seria que, para Thiesen (2008), a presença da abordagem interdisciplinar na educação representa um movimento histórico, enquanto pressuposto relacionado a uma contextura mais ampla e complexa, que *de per si* abarca outras áreas, tais como a economia, a política e a tecnologia.

De tal sorte, as Ciências do conhecimento do homem vêm se constituindo no mosaico da educação, enquanto área interdisciplinar, tendo-se em conta que são as linguagens que se inter-relacionam nas práticas pluralistas do contínuo refletir do ensino e da aprendizagem no entorno do *status quo*.

No mesmo sentido, citou Morin (2000b, p. 65):

A diáspora da humanidade não produziu nenhuma cisão genética: pigmeus, negros, amarelos, índios, brancos vêm da mesma espécie, possuem os mesmos caracteres fundamentais da humanidade. Mas ela levou à extraordinária diversidade de línguas, culturas, destinos, fontes de inovação e de criação em todos os domínios. A riqueza da humanidade reside na sua diversidade criadora, mas a fonte de sua criatividade está em sua unidade geradora.

Assim, os trâmites de produção do conhecimento na sociedade atual estão centralizados no enfrentamento condizente com a adaptação permanente em relação às mutações inerentes, sustentadas pela abordagem dialética no espaço cotidiano da sala de aula.

Podemos, então, mencionar que a juventude urbana, o envelhecimento, a violência, as mutações climáticas, a exploração da camada pré-sal, as transmutações nucleares, a revolução das fibras, o destino do lixo nuclear, a descoberta do aquífero Alter do Chão (considerado com maior volume de água

potável do mundo) ou a manipulação genética, entre tantos outros temas, são incógnitas epistemológicas que somente por meio da abordagem interdisciplinar pressupõem a possibilidade de respostas e adequações que convergem às tendências do século XXI.

A escola fica designada como lugar legítimo de aprendizagem, produção e reconstrução do conhecimento pertinente, mas, para tal, precisa estar apoiada no enfoque interdisciplinar. Trata-se de um sinalizador da probabilidade do conjunto de respostas, as quais convergem para tendências da escola do futuro, sustentadas pelas reflexões do presente.

Moraes (2002) destaca ainda que as implicações do paradigma educacional emergente retratam o enfoque interdisciplinar, presente no construtivismo, na abordagem histórico-cultural de Vygotsky.

Diante disso, aplicar a abordagem interdisciplinar exige estudo detalhado, como sustentação teórica, bem como conscientização de que existe uma grande carência de materiais didáticos destinados ao desenvolvimento de tal ação pedagógica.

Ao mesmo tempo, a mensagem de Parente, elucidada por Santos e Schnetzle (2010, p. 5), nos faz pensar:

Aquele que ensina está sempre a aprender, é cotidianamente agraciado com o convívio reabastecedor dos jovens, é obrigado por dever do ofício a se atualizar, é contaminado pela esperança, é desafiado a ter fé e jamais pode esquecer, pela natural confiabilidade da juventude, que a boa vontade é o estado de espírito essencial à transformação do mundo [*In memoriam*].

Prossegue-se, então, na busca contínua de novos recursos e estratégias de ação, na tentativa atroz de acompanhar a rápida evolução do homem em relação aos meandros do ensino e da aprendizagem, da escolarização formal e informal, visto que a Ciência, os novos paradigmas, o mundo holístico, interdisciplinarizado e complexo, formam sustentáculos na visão histórica, pragmática e desafiadora dos tempos que propõem a contextualização da universalidade do mundo globalizado.

Kuhn (1988, p. 116) considera:

A transição de um paradigma em crise para um novo, do qual pode surgir uma nova tradição de ciência normal, está longe de ser um processo cumulativo obtido através de uma articulação do velho paradigma. É antes uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios,

reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muito de seus métodos e aplicações.

Por meio desse ponto de vista, o jovem do ensino médio necessita de um norteamento, o qual otimize as múltiplas possibilidades encontradas nas dimensões que abarcam a retomada da discussão ideológica, do perfil que retrata e justifica os rumos da educação do tempo atual.

Segundo Japiassu (1976, p. 65-66):

[...] do ponto de vista integrador, a interdisciplinaridade requer equilíbrio entre amplitude, profundidade e síntese. A amplitude assegura uma larga base de conhecimento e informação. A profundidade assegura o requisito disciplinar e/ou conhecimento e informação interdisciplinar para a tarefa a ser executada. A síntese assegura o processo integrador.

Na vivência de tal fenômeno fica claro e evidente que as teorias e os conceitos científicos se conectam entre si, fazendo com que o ser humano seja percebido como criativo, capaz, participativo, para entender os problemas oriundos em decorrência do novo modelo das demandas sociais, propulsoras a criar opções para a retomada da circunspeção do desenvolvimento sustentável do cidadão.

Nessa espacialidade, nas autarquias educativas ampliam-se as tendências de reflexão e o detalhamento dos debates que considerem as experiências sobre educação como instrumento de equalização dos problemas situados nas dimensões que priorizam a qualidade da vida humana.

Nos comentários de Teixeira (2003, p. 89):

Na verdade, a educação sempre está a serviço de um determinado tipo de cidadania. Pode atuar de modo crítico, reflexivo, fomentando a emancipação popular, ou pelo contrário, pode ser responsável pela formação de indivíduos acríticos, obedientes e conformistas, contribuindo para a manutenção de um quadro de imobilismo coletivo diante das questões sociais.

A influência positiva na formação dos grupos e os meios de inspirá-los a unir ações comuns e coordenadas reduzem a incerteza do erro, apresentam soluções para o conflito e abrem múltiplas metas de progresso e evolução organizacional.

O trabalho em grupo requer unidade e coletividade, como um imperativo social que identifica que no cotidiano da sala de aula a inserção do enfoque CTS revitaliza a definição dos critérios que conjugam os direitos humanos ante uma

educação capaz de despertar a consciência ética para a construção permanente de uma sociedade solidária, sintonizada com a comunicação científica.

Sendo assim, a realidade que envolve o mundo das Ciências indaga a utilidade do ensino de Química como alternativa na democratização da internalização das tendências formadoras do cidadão que agrupa conhecimentos aferidos por meio dos temas controversos, os quais estão atrelados à cinética das sociedades modernas.

Para Goergen (2005), é na fundamentação dos valores morais e na educação moral que o homem contemporâneo encontra culminância para debater as controvérsias nos temas, tão evidentes nas graves implicações da ciência e da tecnologia, arraigadas às áreas vitais na sobrevivência humana.

Nos domínios do conhecimento, é percebido que a diversidade das línguas do mundo se direciona para um ponto em comum, ou seja, a tentativa incessável da unidade da linguagem humana, haja vista vivermos um momento de mudanças expressivas no modo de edificar Ciência. Entretanto estudiosos como Geremek (2001) citado por Delors et al (2001) alertam que existem duas maneiras de construção científica: a primeira guiada pelo princípio de exclusão e a segunda por meio do princípio da coesão social.

Dessa forma, os novos sentidos da interdisciplinaridade são gerados no campo científico, na composição de um universo positivo do discurso e da ação, com elos estreitos com terminologias como multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade e transdisciplinaridade, tornando-se aceitável a mescla epistemológica nas áreas investigativas.

Fiorin (2008, p. 36) coloca em evidência:

Afinal, a destruição das fronteiras é um fenômeno contemporâneo: as grandes entidades transnacionais, como a União Européia e o MERCOSUL, derrubaram as fronteiras econômicas, permitindo a livre circulação de bens e capitais; a queda do muro de Berlim deitou abaixo uma linha semântica divisória entre duas visões de mundo, a famosa cortina de ferro; o espaço Shengen demoliu alfândegas e controles entre os estados nacionais. Por outro lado, estamos num tempo do elogio das margens, do descentramento, da alteridade, da heterogeneidade, do dialogismo, viemos num tempo de mestiçagens e de imigrações, de recusa da pureza. Esse ar do tempo leva a pôr em questão as divisões disciplinares, as fronteiras rígidas entre os campos do saber. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento da ciência, impulsionado por essa *epistémé* do que foi chamado a pós-modernidade, leva os pesquisadores a começar a pensar problemas que estão situados na fronteira das disciplinas e que, durante muito tempo, foram deixados de lado.

Na raiz dessa aliança multicultural ocorre a partilha do olhar de cada pessoa, um esclarecimento decisivo para o estudo da problemática dos valores. Cabe ao educador transmitir informações que objetivem o conjunto de ensinamentos e conhecimentos que formam o caráter dos educandos para a composição da vida intelectual digna, respeitosa e solidária.

Praia e Cachapuz (2005) sinalizam que se trata de um conhecimento centrado nos parâmetros que abrangem a compreensão da Ciência escolar, ou seja, um conhecimento útil e com significado social.

A configuração desse panorama comprova o surgimento da matriz social e tecnológica da Ciência, amparada por redes de relações cooperativas e permeada pelos saberes interativos, expressivos na potencialização da inserção CTS em nível educativo.

2.6 O ENSINO DE QUÍMICA NO ENFOQUE DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

O movimento Ciência – Tecnologia – Sociedade teve origem com o surgimento da crise ambiental e suscitou reflexões sobre a natureza da Ciência e o seu papel na sociedade.

Auler e Bazzo (2001, p. 1) abordam:

A partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo o sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social. Após uma euforia inicial com os resultados do avanço científico e tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970, a degradação ambiental, bem como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra (as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante) fizeram com que a ciência e a tecnologia (C&T) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. Além disso, a publicação das obras *A estrutura das revoluções científicas*, pelo físico e historiador da ciência Thomas Kuhn, e *Silent spring*, pela bióloga naturalista Rachel Carsons, ambas em 1962, potencializaram as discussões sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Dessa forma, C&T passaram a ser objeto de debate político. Nesse contexto, emerge o denominado movimento CTS.

Por conseguinte, decodificam-se então as interligações dos parâmetros científicos da Química, correlacionados com as competências e habilidades relativas à apropriação do conhecimento na abordagem CTS.

Na atualidade, segundo Xavier (2010), nunca ouvimos falar tanto de ciência e tecnologia, e divulga-se a ideia de que o avanço da ciência, bem como da tecnologia, necessariamente conduz ao desenvolvimento humano e ao progresso da sociedade.

Santos e Schnetzler (2010) justificam que as propostas do ensino de Ciências vinculadas ao enfoque CTS apresentam um caráter interdisciplinar, e o principal objeto de estudo são os aspectos sociais e suas implicações no enredo da ciência e tecnologia, em vias de formação da cidadania.

Acevedo Diaz (2010) realça que o enfoque educativo da CTS viabiliza inovações em todos os níveis de ensino, tratando-se dos currículos de ciência e tecnologia, especialmente mediante as novas finalidades que permeiam a educação científica e tecnológica do século XXI. Em consequência disso, despontam variados paradigmas de reivindicação da população no contexto científico tecnológico no qual estão inseridos, buscando a progressão no campo da ação participativa, decisória e democrática.

Como afirma Pinheiro (2005), CTS corresponde ao estudo das inter-relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, perfazendo um campo de trabalho que se direcione na dualidade que abarca a investigação acadêmica e as políticas públicas, e fundamenta-se em novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência. Nesse orbe, a sucessão dos fatos registra os benefícios *versus* malefícios socioambientais, em virtude da Ciência relacionada no encadeamento das concepções tecnológicas.

Na perspectiva de Bazzo *et al.* (2003), referenciado por Vaz, Fagundes e Pinheiro (2009), os estudos e programas CTS convergem em três grandes direções: no campo da pesquisa, enquanto alternativa reflexiva acadêmica sobre ciência e tecnologia; na gestão das políticas públicas e na educação. Assim, as manifestações CTS emergem na formação contínua das redes de investigação interdisciplinares, de maneira a perfazer um encadeamento no qual a ciência e a tecnologia contemporânea, visivelmente, não se encaixam no entorno da neutralidade.

Conforme Auler (2010), o enfoque CTS, no contexto brasileiro, particularmente na educação em Ciências, está se constituindo em novo espaço de investigação, concernente às propostas educacionais.

Ware *et al.* (1986) abordam:

Ajudar os alunos a perceberem o papel importante que a química desempenha em sua vida pessoal e profissional. Isso pode se conseguir mostrando aos alunos como o conhecimento de certo número de princípios da química pode ajudá-los a (a) compreender muitos dos problemas relacionados com a tecnologia de que ouvem falar ou sobre os quais lêem nos meios de comunicação e (b) contribuir para solução destes problemas à medida que vão se tornando cidadãos na nossa tecnocracia participativa.

Busca-se uma proposta pedagógica que não esteja fundamentada somente pelas necessidades e pelos interesses do capital, ao contrário, que aponte com segurança os caminhos para a construção e o fortalecimento dos princípios de justiça social e transformação da sociedade.

Santos e Mól (2005) citam que as interações CTS evidenciam que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia está vinculado ao rumo que a sociedade lhe imprime no painel dos acontecimentos, os quais, dia a dia, configuram no contexto da crise global. Firme e Amaral (2008) enfatizam que na educação brasileira ainda são escassas as investigações sobre concepções de educadores acerca do enfoque CTS.

Teixeira (2003) elucida que alguns estudiosos consideram que os educadores de orientação progressista não têm conseguido articular com persuasão um movimento orgânico, caracterizado em sua real totalidade para a edificação de uma escola cidadã.

Bazzo (1998) afirma que as avaliações em ciência e tecnologia, mediante suas repercussões na sociedade, necessitam primordialmente tomar rumos mais claros e intensos nas atividades didáticas.

Os desafios, obviamente, são evidentes, no sentido de que o enfoque CTS é linearmente interdisciplinar e promulga o anseio de estabelecer princípios que sejam aceitos e defendidos para incrementar a educação científica do cidadão.

Segundo Von Linsingen (2007, p. 1):

Está se tornando cada vez mais presente o uso da expressão “ciência, tecnologia e sociedade” (CTS) em estreita associação com a percepção pública da atividade tecnocientífica, a discussão e definição de políticas

públicas de C&T, o ensino de ciência e tecnologia, com pesquisa e desenvolvimento, a sustentabilidade, as questões ambientais, a inovação produtiva, a responsabilidade social, a construção de uma consciência social sobre a produção e circulação de saberes, a cidadania, e a democratização dos meios de produção. Enfim, com uma miríade de aspectos da atividade humana, e que remete à consideração da natureza social do conhecimento científico-tecnológico em sua constituição e apropriação sociais.

A tarefa se faz conjunta, pois tanto o professor como o aluno são naturalmente conduzidos a desenvolver atitudes e valores proeminentes para múltiplas mutações em seu entorno.

No entrecruzar de paradigmas, a inclusão de temas sociais, as dinâmicas de simulação ou os debates, entre tantas outras estratégias de ação pedagógica interdisciplinar, são alicerces consideráveis para o progresso da aplicação do enfoque CTS em sala de aula, bem como em todo e qualquer espaço que se faça disponível para a evolução intelectual do educando.

Hurd (1990, p. 1) informa que:

Em todo mundo, os professores de Ciências estão se reunindo com o propósito de modernizar a educação em Ciências. Japão, Rússia, Inglaterra, as duas Alemanhas e outros vêem a necessidade de um novo currículo escolar em Ciências, se eles quiserem permanecer como países desenvolvidos. Os países do Terceiro Mundo, no sudeste da Ásia, norte da África e a República Popular da China reconhecem que para se tornar uma nação do primeiro escalão, seu povo terá que aumentar o seu conhecimento de ciências e tecnologia.

Enfim, pode-se verificar que os problemas são múltiplos, mas que as soluções existem à medida que educadores conscientes e comprometidos identificam a crise na educação como oportunidade para explorar informações complementares que venham a se transformar em conhecimento palpável nos domínios do ensinar e aprender.

Martins (2010, p. 11) ressalta que:

A educação CTS tem vindo a afirmar-se como campo de conhecimento, congregando investigadores e professores, de todos os níveis de escolaridade e em todos os continentes. Orientações CTS espelham-se em currículos, recursos didáticos e estratégias de ensino. A cultura científica nas sociedades contemporâneas implica conhecimento de múltiplas inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade e, para isso, é necessário que o contexto de ensino e aprendizagem o contemple. Compreender contextos socioculturais, políticos e econômicos que influenciam rumos a dar à educação em Ciência é indispensável para que o "Movimento CTS", assim designado quando do I Seminário Ibérico realizado em Aveiro no ano 2000,

possa constituir um eixo orientador da investigação e da intervenção no âmbito da educação em Ciência(s). Em plena década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014), assume-se como relevante discutir o papel da Educação CTS quanto às suas finalidades e desafios.

Nesse enfoque, a educação científica interdisciplinar, fulcrada no respeito à heterogeneidade das situações, configura como agente de recontextualização do ensino e da aprendizagem na estruturação de um novo pensar, com ética e práxis ao alcance ainda em tempo hábil, de um futuro (quimicamente) sustentável.

Santos e Schnetzler (2010) destacam que o ensino de Química, os processos da formação da cidadania e os fins da educação básica são relações inerentes em prol da percepção da influência da Química a serviço do homem, e não da dominação imposta pelo sistema econômico e político.

Destarte, a tríade CTS propaga-se nos universos idôneos, formados por aqueles que almejam enfrentar objetivos e metas articuladas, como viés para a formação da cidadania planetária na composição de uma sociedade justa e igualitária.

Sobremaneira, a educação em Química é dever e compromisso dos direitos do homem, vindo possibilitar a inclusão da alfabetização científica, sob o posicionamento epistemológico de um novo paradigma que ultrapasse os limites do imediatismo e da simplificação, abrangendo quesitos nos domínios do viver melhor, mas principalmente no conviver com maior humanidade.

Para tanto, Praia e Cachapuz (2005) explicam que o conflito, tratando-se dos aportes da ciência e da tecnologia, não é algo incomum ou sequer negativo, ao contrário, conduz a dinâmicas que impulsionam conclusões epistemológicas valiosas e socialmente justas.

Logicamente, esses conflitos estão atuantes em todas as esferas, e é justamente no universo do ensinar e aprender que, pouco a pouco, a abordagem CTS representa espaço em nível somatório no horizonte das possibilidades promissoras.

Santos (2005, p. 151) prescreve:

A Educação CTS pretende-se uma forma do cidadão atingir o “conhecimento emancipação”. Propõe-se projetar a aprendizagem para o contexto do mundo real e não se pode desligar da participação. De um modo geral, corresponde a modalidades educativas propícias a abordagens formativas problemáticas, de natureza holística. Na medida em que se interessa por aspectos éticos, culturais e políticos de cada situação, abarca

para além das ciências naturais, os estudos sociais, a geografia, a filosofia, a religião, a história. Prende-se com a denúncia de metas e valores que se ligam à ideologia do positivismo iluminista, ao pragmatismo comercial e ao consumismo. Tem como alvo a maior parte da população que, por aprendizagens formais e não formais, necessita ser preparada para funcionar melhor na sociedade, para lidar melhor com questões que afetam as suas vidas.

Na comunidade interdisciplinar, vai se revelando a legitimação do contexto social e tecnológico da Ciência, confirmando a mediação entre a tecnociência e o cidadão, tal como as “Science Shops”, que dispõem de bons exemplos de experiências construtivas, embasadas no entorno do conhecimento em prol da ação.

Sediadas em universidades da Europa e do Canadá, as “Lojas de Ciência” têm como objetivo aumentar a conscientização pública, de modo a favorecer acesso à ciência e tecnologia para leigos; normalmente, as atividades são efetuadas por organizações, sem fins lucrativos, como universidades ou organizações de cunho não governamental (ONGs).

No mecanismo da reaproximação e análise da Ciência com o senso comum, são encontradas, em Santos e Mól (2005), as diretrizes que permeiam a área da Química direcionada a grandes responsabilidades no agrupamento de inovar, desenvolver e propor etapas que encaminhem o dirimir de um contrato social que reavalie os desafios do século XXI.

2.7 A QUÍMICA NO ENFOQUE DO COTIDIANO: PERSPECTIVAS NA FORMAÇÃO DO CIDADÃO

Apresentar a Química ao cidadão reflete no compromisso de esclarecer que essa Ciência tem vínculos determinantes com as necessidades da vida cotidiana da população.

Desse modo, as estatísticas da sociedade da mundialização retratam que o planeta está cada vez mais povoado, trazendo à tona uma dimensão gigantesca do fenômeno da globalização.

Newbold (1987) descreve que a Química é um componente crítico no qual o homem busca alimentar a população do planeta, encontrar novas fontes de energia, vestir e abrigar a humanidade, ofertar substitutos renováveis para materiais

escassos ou em vias de extinção, melhorar a saúde e vencer doenças, fortalecer a segurança pública, monitorar e proteger o meio ambiente.

No rol de esperanças, observam-se a melhoria no padrão de vida das comunidades, o progresso nas pesquisas e investigações de cunho científico, a coesão social à participação democrática, o aumento da expectativa de vida, os elos de formação à memória individual e coletiva.

Entretanto, sob um olhar mais crítico, encontramos sequelas dos grandes desastres nucleares de Fukushima, Goiânia e Chernobyl, os temores de uma guerra entre as superpotências, os efeitos da poluição radioativa, a escassez dos alimentos que se apresenta em distintas regiões, bem como os incertos caminhos do destino do gênero humano.

Hofacker (1987, p. 133) questiona:

Por que queremos introduzir a química ao cidadão? Se os habitantes deste mundo em transição quiserem controlar suas vidas terão que saber a respeito de muitas coisas. Será que a química está entre estas coisas que eles realmente precisam aprender? Se assim for, então quem são estes cidadãos? Como vivem e como entendem a realidade em que vivem? Como suas vidas são afetadas pela química? O que eles esperam e o que temem da química? E finalmente como nós podemos chegar até eles?

Por tal motivo, a necessidade imediata é repensar e interligar os distintos ordenamentos da educação em Química, destacando as raízes do conhecimento científico e tecnológico e desenvolvendo a capacidade de discernimento e ação, mediante o papel social que compete ao desempenho de cada pessoa.

Na interface que remonta a história do ensino de Química, encontramos um resgate pioneiro de muitos estudiosos para explicar com razões plausíveis a utilidade dessa Ciência para fins pedagógicos.

Desde muito, Addison (1977) afirma que a imagem pública da Química está intrinsecamente unida à natureza da educação química ofertada aos educandos. Assim sendo, a escola tem comprometimento preponderante em paulatinamente inserir conceitos simples, todavia objetivos, que sinalizem os liames da Química do dia a dia.

Santos e Schnetzler (2010, p. 138) elucidam:

Acreditamos que nós, professores de Química, temos um papel fundamental e que, por meio da adoção desse novo paradigma, poderemos auxiliar na construção da sociedade democrática, em que a Química esteja

a serviço do Homem e não da dominação imposta pelos sistemas econômico e político. Sendo assim, é necessário que não tenhamos a resistência de transformar a Química da sala de aula em um instrumento de conscientização, com o qual trabalharemos não só os conceitos químicos fundamentais para a nossa existência, mas também os aspectos éticos, morais, sociais, econômicos e ambientais a eles relacionados.

Ainda é bom lembrar que nos últimos tempos o ensino tradicional de Química apresenta fundamentação descrita pelos aspectos formais, e o currículo está delineado por uma tendência desvinculada das origens científicas, bem como do meio social e tecnológico.

Lopes (1995) registra que, nesse tipo de currículo, se reveste um número excessivo de conceitos, cuja inter-relação é dificilmente percebida pelos educandos. Tal circunstância normatiza uma enfadonha memorização sistemática, não conduzindo ao conceito central da teoria de aprendizagem.

Castilho, Silveira e Machado (1999) sustentam que a formação profissional do educador se edifica ao longo da vida, sendo importante a participação e o engajamento nos processos de formação continuada.

Para tanto, reavaliar a relevância, o sentido e as contribuições da Ciência Química, no entorno do pensamento dialético, é uma busca que versa o estado da arte. Por essa razão, Maldaner e Piedade (1995) abordam o efeito positivo na aquisição de uma nova postura dos docentes ante o ensino de Química.

Nessa perspectiva, Chassot (1993) assegura que o conhecimento químico oportuniza ao sujeito abstrair múltiplas leituras do mundo em que vive, à luz da interação entre a representação e a linguagem. Portanto, o ensino de Química necessita construir encadeamentos que reduzam a distância entre a vida cotidiana e a ciência contemporânea.

Com esse ponto de vista, Bernardelli (2004, p. 2) comenta:

Muitos adquirem certa resistência ao aprendizado da química devido à falta de contextualidade, não conseguindo relacionar os conteúdos com o dia-a-dia, bem como a excessiva memorização, e ainda alguns professores insistem em métodos nos quais os alunos precisam decorar fórmulas, nomes e tabelas [...] devemos criar condições favoráveis e agradáveis para o ensino-aprendizagem da disciplina, aproveitando-o, no primeiro momento, a vivência dos alunos, os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural e a mídia, buscando reconstruir os conhecimentos químicos para que o aluno possa refazer a leitura do seu mundo.

Ratifica-se, então, a urgência em propiciar ao educando atividades pedagógicas em que possa organizar seu pensamento, de forma a elaborar conhecimentos com coesão, e que principalmente, em meio a tudo isso, haja satisfação e realização no ato de aprender.

Chassot (2003) esclarece o fato de que na sociedade do conhecimento alunos chegam à escola com repleta bagagem de informações, constituindo um painel de saberes prévios, o que sinaliza que a instituição escolar não é mais considerada a única detentora do saber absoluto.

Na leitura de Sacristán e Pérez Gómez (1998), por um lado a sociedade determina que o indivíduo apresente participação política e social ativa, entretanto, essa mesma organização impõe regras a que as pessoas precisam obedecer com submissão e disciplina, segmentos inseridos na escala econômica, que classifica os níveis sociais, étnicos e culturais.

Posto isso, esta proposta traz em seu bojo o compromisso de que os caminhos da aprendizagem de Química não podem estar limitados à mera reprodução de pedaços isolados do conhecimento, pois a aula de Química é espaço para reelaboração da argumentação, na formação de sujeitos com visões de mundo conscientes das necessidades emergentes presentes nos padrões temáticos mundiais.

Nesse trâmite interdisciplinar, são definidos fins educativos que convergem às tendências da escola, fundamentada na epistemologia em defesa de um mundo multicultural, bem como de um ensino de Química em ação.

Por consequência, é essencial sobrelevar os princípios de estímulo ao discente, dando caminhos para apreensão da significância das informações factuais do ambiente químico em relação a sua própria vida.

Mostra-se necessário um ensinar e aprender que relacione o ato educativo a uma premente aquisição das zonas do perfil conceitual, com maior ênfase às aplicações tecnológicas, sociais, econômicas, ambientais e culturais do saber químico.

Nessa maratona educativa é primaz desenvolver, no educando, a percepção sobre questões que abordem riscos e benefícios, reduzindo análises errôneas, questionando temas que conduzam ao real entendimento sobre a polêmica dos transgênicos, os meandros do descarte correto de pilhas e baterias, a nova postura sobre os medicamentos genéricos, o encaminhamento dos recursos não renováveis,

a necessidade primeira do saneamento básico, os efeitos dos anabolizantes, os suportes da agricultura enquanto desenvolvimento sustentável, entre tantos outros fatores presentes nas incertezas do porvir.

Em tal grau, na construção de distintas trajetórias de ensino, as mudanças de paradigmas são lentas, mas a credibilidade na viabilidade em aprimorar conhecimentos é comprometimento e legado da herança da educação em Química, a qual simboliza que ensinar e aprender comporta estabelecer valores morais e éticos direcionados ao bem coletivo.

Matsuura (2003, p. 7) comenta na Declaração sobre a Ciência e Utilização do Conhecimento Científico:

Por um lado, como é de nosso conhecimento, recentes descobertas de grande porte nas áreas de ciência e tecnologia são extremamente promissoras para a melhoria da humanidade. Mas, por outro lado, como bem sabemos, e como é enfatizado na Declaração de Santo Domingo, as aplicações da ciência e da tecnologia podem vir a causar danos ao meio-ambiente, geralmente provocando desastres industriais, ou desestabilizando relações sociais locais. Ainda temos contato com grandes porções da população mundial que são excluídas dos tão sonhados benefícios que surgem com o desenvolvimento.

Assim de forma enfática e inevitável, a cooperação mundial entre cientistas é padrão que designa a criação permanente das bases do futuro, partindo do pressuposto da organização e liderança das atividades alicerçadas na circunspeção do presente.

Por isso, na origem do programa “cultura da paz” proposto pela UNESCO, estão postulados os segmentos de solidariedade no âmbito moral e intelectual da raça humana, enfatizando que a Ciência tem o comprometimento de reduzir as desigualdades sociais.

Nessa lógica de argumentos, Cachapuz, Praia e Jorge (2004, p. 364) deixam claro que “depende em boa parte de nós, como cidadãos e como professores, o sentido das transformações que formos capazes de, responsabilmente, imprimir tendo em vista a formação de cidadãos cientificamente cultos”.

Desse modo, as orientações para o ensino de Ciências perfazem resultantes contemporâneas voltadas para sintonizar a dinâmica do fenômeno educacional paralelamente à realidade complexa do cotidiano das instituições, vindo ao encontro da valorização da pesquisa qualitativa.

Para fomentar tal concepção em nível acadêmico, o Mestrado Profissional, de acordo com Moreira e Nardi (2009, p. 1), “é uma inovação no Brasil e constitui-se em uma iniciativa para a melhoria do Ensino de Ciências e Matemática”.

Como referência, McMurray (1975) menciona que, concernente à teoria educacional, primeiramente é essencial que os educadores acreditem na possibilidade da mudança, formando uma representatividade coerente com a proposição do ato de inovar.

Cachapuz, Praia e Jorge (2004, p. 378) lembram:

Dado que o modo como se ensina as Ciências tem a ver com o modo como se concebe a Ciência que se ensina, e o modo como se pensa que o Outro aprende o que se ensina (bem mais do que o domínio de métodos e técnicas de ensino), torna-se pertinente aprofundar aspectos tendo em vista a formação epistemológica dos professores bem como aspectos relativos à concepção de aprendizagem.

A agenda do conhecimento pertinente à prossecução do esclarecimento a respeito da Química na abordagem do cotidiano, decorre de desfrutar dos benefícios advindos do progresso, entretanto, não se deve esquecer que de modo concomitante existem fatos para serem estudados, interpretados e especialmente resolvidos. A realidade que envolve o mundo das Ciências indaga com insistência a utilidade do ensino de Química, como alternativa na democratização da internalização das tendências para formar o homem-cidadão.

Portanto, abrem-se ocasiões favoráveis para que educadores de Química possam criar produtos educativos, que versem aprendizagens significativas no campo da reflexão e ação na sementeira da erudição.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O ato ou o efeito de conhecer é muito amplo e, seguramente, não existe nenhuma pessoa que domine o conhecimento inteiramente. Contudo, o homem é um eterno buscador, um arauto na arte de indagar, investigar, questionar, sempre tendo em mente descobrir respostas para múltiplas questões, desde as científicas até aquelas que permeiam a vida cotidiana.

Na invenção da escrita, do livro, da biblioteca, dos meios tecnológicos de comunicação, o ser humano avança passo a passo, de modo a procurar preservar a memória dos fatos, bem como aprimorar os caminhos da Ciência.

No meio de todos esses segmentos, temos na etimologia a palavra pesquisa, utilizada com diversos significados em diferentes espaços sociais e culturais. Sem dúvida, a geração de um novo conhecimento oportuniza análise, reflexão, aplicação e benefícios para indivíduos que compõem uma comunidade. Porém, segundo Lüdke e André (1986), houve nos últimos tempos uma grande popularização da palavra pesquisa, chegando por vezes a comprometer seu real sentido.

Para Silva (2005), o principal fator que impele o sujeito à pesquisa reside no fato de que o interesse e a curiosidade são molas propulsoras para a composição da evolução do conhecimento.

Ens (2006, p. 1) complementa que:

Assim, para que ocorra o conhecimento no processo de pesquisar não basta que se rejunta uma informação ao seu contexto e ao conjunto ao qual ela pertence. O conhecimento, para o seu desenvolvimento, precisa usar de forma ampla e irrestrita a curiosidade intelectual do ser humano, ampliando o espírito de investigação. Por isso, considero que num processo de pesquisar surge a indagação sobre como unir experiência pessoal, atitude científica, atitude crítica, a própria crítica, a atitude empírica, pois a razão, a experiência, a crítica, a crítica da crítica, a *práxis*, a comunicação, a reflexão são ações necessárias umas às outras, tanto num processo de pesquisa, como num ato dialógico, em que o conhecimento emerge de um problema voltado ao objeto de estudo durante a investigação.

Portanto, para a realização de uma pesquisa é essencial promover a comparação entre as informações coletadas, seus dados, evidências e conhecimento teórico anteriormente acumulado, tendo-se como foco um assunto determinado.

Demo (1981) caracteriza a dimensão social da pesquisa e do pesquisador, inseridos continuamente na edificação do viver pautado em interesses e perspectivas, voltados na eterna busca do conhecimento científico.

De acordo com Moreira e Caleffe (2008), as escolas e as salas de aula formam ambientes sociais de alta complexidade, pois são povoados por grupos de pessoas que trazem, de forma muito presente, a bagagem composta por histórias, identidades, personalidades, crenças, mitos, valores, interesses e experiências pessoais.

No entorno do ensinar e aprender, a pesquisa científica torna-se um desafio importante, fundamentado na qualidade da escolha metodológica, no envolvimento intelectual, na responsabilidade de correlacionar ideias com atitudes responsáveis e éticas.

Na ótica de Barros e Lehfeld (2000), a metodologia científica tem a intenção de apontar ao pesquisador que é possível adquirir conhecimento por meio da pesquisa, situando caminhos necessários para a autoaprendizagem.

Na atualidade, os pesquisadores da área de educação vêm introduzindo o uso das metodologias qualitativas, as quais não compõem, necessariamente, a linguagem matemática ou estatística.

Nos estudos de Teixeira (2002, p. 123-124), na pesquisa qualitativa ou interpretativa é utilizada “a lógica da análise fenomenológica, isto é, da compreensão dos fenômenos (fatos que acontecem naquele ambiente que está sendo pesquisado), a qual irá descrever e interpretar tais fenômenos”. Ou seja, a pesquisa qualitativa é de cunho descritivo, por isso, para Cervo e Bervian (2002, p. 50), a pesquisa descritiva

observa, registra, analisa e relaciona fatos ou fenômenos sem os manipular. Procura descobrir com a melhor precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outros, sua natureza e características. Os dados, por ocorrerem em seu habitat natural, precisam ser coletados e registrados ordenadamente para o estudo propriamente dito.

Silveira (2007) comenta que, na perspectiva qualitativa, os pesquisadores direcionam seus interesses muito mais pelo processo do que pelo simples resultado, tendo a preocupação com o contexto e, por essa razão, frequentam os locais de

estudo e de um modo geral compreendem que as ações podem ser mais valorizadas quando são atentamente observadas em seu nicho de ocorrências.

Dessa forma, o conceito de pesquisa qualitativa, no entendimento de Bogdan e Biklen (1982), referenciado por Lüdke e André (1986, p. 11-13), está atrelado a cinco características básicas:

1. A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Portanto, é perceptível a necessidade do contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação investigativa, havendo ainda a prioridade do intenso trabalho de campo;
2. Os dados coletados são predominantemente descritivos. Nesse aspecto, existe riqueza nos detalhamentos e nas descrições de pessoas, situações e acontecimentos. Considera-se, então, que todos os dados que perfazem a realidade são relevantes;
3. A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto. O pesquisador tem interesse peculiar em estudar determinado problema, bem como verificar como este se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas inter-relações do dia a dia;
4. O “significado” que as pessoas dão as coisas e à sua vida é o foco de especial atenção pelo pesquisador. Nessa situação, a expectativa do participante é sumamente valiosa, para enriquecer o dinamismo dos estudos qualitativos, pelo que, ao considerar os distintos pontos de vista dos pares, é estabelecido o código ético, tão indispensável na relação de observação participativa;
5. A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Desse modo, não existe preocupação em procurar dados ou evidências que ratifiquem as suposições ou hipóteses, definidas antes do início dos estudos; o pesquisador, *pari passu*, vai elaborando o quadro teórico à medida que os dados vão sendo coletados, além disso, examina-os, sempre objetivando o desenvolvimento de alguma teoria a respeito do estudo em questão.

Em vista disso, este estudo está alicerçado em uma pesquisa descritiva com procedimentos básicos de pesquisa qualitativa, interpretativa e de observação

participativa. Não se trata, todavia, de modismos contemporâneos, ao contrário, acredita-se que a melhoria e a evolução da educação perpassam pelo empenho e pela atualização dos docentes que de forma responsável, perseverante e confiante estão atentos ao contexto que sustenta a cátedra.

Realizou-se o estudo na Escola de Educação Básica Barão de Antonina, no município de Mafra, Santa Catarina. Tal estabelecimento foi fundado em 9 de março de 1936 e há 75 anos presta serviços educativos à região do Planalto Norte Catarinense.

Na época a instituição estava composta por 1.115 alunos, distribuídos em 41 turmas, do Ensino Médio ao Curso Magistério, nos períodos matutino, vespertino e noturno. O quadro profissional, constituído por 61 professores e 25 funcionários.

A turma escolhida foi a 2.^a série – turma 3, no período matutino do ensino médio, formada por 21 educandos³ e para a realização deste estudo, utilizou-se um total de 21 aulas de Química, com duas aulas semanais, nos meses de agosto a novembro de 2011. Os passos da pesquisa ficaram centralizados em:

- 1.º) A problematização do tema foi base para o desenvolvimento da pesquisa a que se propôs;
- 2.º) Ratifica-se que se tratou de uma pesquisa descritiva com procedimentos básicos de pesquisa qualitativa, interpretativa e de observação participativa. O marco inicial, no entorno da implementação desse estudo, era a elaboração do planejamento das metas a serem desenvolvidas;
- 3.º) Nos segmentos de análise, interpretação e organização do referencial, obtiveram-se dados, de forma, a corroborar com a problemática da pesquisa, pois o ato de interpretar é inerente ao ser humano, entretanto, o resultado dessa interpretação pode ser diferente de um indivíduo para outro.

Desse modo precisou haver muita cautela no momento de organização do referencial coletado, visando à correta utilização das informações, evitando-se contradições e dubiedades.

³Os nomes dos alunos serão designados por A1, A2, e assim por diante, no intuito de garantir o anonimato dos participantes.

O foco principal foi apresentar um produto educacional em nível de Guia Didático, direcionado a melhoria da qualidade do ensino de Química.

Dessa maneira, os tópicos a seguir descritos pormenorizam a proposição deste estudo, contudo, serão retomados e configurados em Planos de Aula, quando da apresentação do Guia Didático.

- Na procura por entender qual a percepção dos participantes do estudo sobre CTS, as atividades foram iniciadas a partir do questionamento sobre qual era o conhecimento que os educandos apresentavam a respeito dessa abordagem. Então, à 2.^a série – turma 3, do ensino médio, apresentou-se a proposta de leitura do artigo intitulado "Ciência, tecnologia e sociedade", extraído do livro didático utilizado na instituição, denominado *Química e sociedade* – Unidade 1 (SANTOS, Wildson Luis Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza (Coords.). **Química e sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005. p. 21-22, cap. 1);
- Após a leitura do artigo em sala de aula, iniciaram-se as socializações, em que a docente procurou reidentificar os primeiros conceitos sobre CTS, apresentados *a posteriori* pelos educandos;
- Percebeu-se, então, a necessidade de aprofundamento do tema, mediante os questionamentos e as dúvidas expostos por eles. Assim, de modo sequencial realizaram-se a leitura e a socialização do artigo "A química na sociedade", extraído do mesmo livro didático (p. 23-24);
- Como houve ainda muitas indagações dos educandos a respeito de demais informações e detalhamentos sobre a relação da abordagem CTS com o ensino de Química, fizeram-se a leitura e a discussão de dois artigos complementares: "Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio nos liames da Química e a Química no enfoque do cotidiano: perspectivas na formação do cidadão" (STANGE, S. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; STIIRMER; J. C. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio nos liames da química e a química no enfoque do cotidiano: perspectivas na formação do cidadão. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3. (Educação: Saberes para o Século XXI), 2011, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 2011);

- Vendo os educandos prosseguirem muito interessados no tema e que os seus questionamentos foram sendo ampliados, foi proposta a formação de sete grupos, composto cada grupo por três pessoas;
- No transcorrer das atividades, observou-se a necessidade da realização de uma revisão, na proposição de *feedback*, sobre a classificação periódica dos elementos químicos, como segmento relevante para interligação no encaminhamento da pesquisa, tendo-se como suporte didático a tabela atômica interdisciplinar (GONÇALVES, J. C. **Tabela atômica interdisciplinar**. 34. ed. Curitiba: Atômica, 2010);
- Na intensificação do processo, houve a formação dos grupos específicos, aos quais foi deixada livre a escolha da composição efetivada pelos educandos, sendo de responsabilidade da professora regente explanar sobre os critérios pautados nas habilidades e competências para empreender as atividades, tais como: planejamento, organização, responsabilidade, união, coesão, autoavaliação, avaliação coletiva; utilizar variedades de técnicas de resolução de problemas, tomar uma decisão eficaz, resolver problemas criativamente, realizar comunicação com clareza, mobilizar a equipe com situações de estímulo-resposta, oferecer apoio incondicional, valorizar e mobilizar a sinergia de equipe. Tais fatores se mostraram essenciais para o êxito dos trabalhos que foram deliberados.
- No que respeita aos conteúdos programáticos da disciplina de Química, ratificou-se a solicitação de que os educandos buscassem temas que priorizassem os elementos químicos, visto que a tabela periódica, está entre os principais instrumento do ensino e aprendizagem da Química.
- No calendário prévio constavam períodos para estudo – pesquisa – elaboração do trabalho – *feedback* e apresentação final;
- Solicitou-se aos grupos que selecionassem a revista *Superinteressante*⁴, enquanto RDC, seja do acervo da biblioteca da escola, do laboratório de informática institucional, da biblioteca pública e também de material pertinente ao acervo pessoal, fosse ele impresso ou eletrônico;

⁴A Revista de Divulgação Científica Superinteressante foi escolhida em virtude do significativo acervo na biblioteca institucional e na biblioteca pública, bem como, por apresentar o acesso *online* denominado Superarquivo, no qual constam mais de 300 edições, com referencial desde 1987. Fatores que viabilizaram o estudo dos participantes da pesquisa.

- Caso fosse acervo eletrônico, era de responsabilidade do professor pesquisador verificar e orientar sobre os *sites* didaticamente recomendados para estudo e pesquisa, no caso específico disponível em: www.super.abril.com.br;
- Sequencialmente cada grupo escolheu uma revista vinculada a um tema de interesse de comum acordo, e cada grupo justificou com clareza a escolha do tema;
- Coube ao professor pesquisador filtrar os temas, evitando suas repetições em classe;
- Durante o estudo dos artigos da revista, cada grupo organizou um rol que continha os termos desconhecidos, acompanhados do significado e conceito; favorecendo-se o espaço para socialização com a turma em questão.

- Os temas selecionados foram:
 - A próxima grande extinção. Abril 2009 – Edição 264
Classificação: Ciência
 - A tabela periódica da sustentabilidade. Agosto 2008 – Edição 255
Classificação: Cotidiano
 - Os elementos da morte. Outubro 2005 – Edição 218
Classificação: Ciência
 - De que somos feitos. Julho 2004 – Edição 202
Classificação: Ciência
 - Filhos dos astros, netos do *Big Bang*. Fevereiro 1998 – Edição 125
Classificação: Tecnologia
 - A fórmula do corpo humano. Julho 1996 – Edição 100
Classificação: Ciência
 - Os construtores de átomos. Outubro 1994 – Edição 85
Classificação: Ciência

- Após o estudo detalhado dos temas, cada equipe identificou o maior número possível de elementos químicos em cada artigo;

- Foi de competência do professor pesquisador lançar o desafio para o prosseguimento da pesquisa, mantendo-se o clima motivacional da classe, tendo-se como base a aprendizagem mais crítica e reflexiva;
- Reconhecidos os elementos químicos presentes nos artigos, iniciaram-se os estudos aprofundados sobre nome, símbolo, número atômico (Z), histórico, características e aplicações dos elementos químicos, suas implicações sociais. Teve-se o compromisso de vincular o estudo ao enfoque da Química do cotidiano. Oportunizou-se aos educandos a correlação entre o conteúdo científico e o mundo que os cercam enquanto cidadãos, visando uma aprendizagem mais científica. Nesse contexto, serviram também de base de apoio didático pedagógico o **Dicionário escolar de química** (SARDELLA, Antonio; MATEUS, Edegar. 2. ed. São Paulo: Ática, 1990) e o dicionário **Quimicamente falando! 2.500 curiosidades cotidianas** (ROSSETTI, Alvaír Rogério. 2. ed. Porto Alegre: Solidus, 2004);
- Salienta-se que, durante todo o processo, os alunos foram estimulados a realizar suas comunicações também por *e-mail*, objetivando-se a adequação dessa ferramenta com as necessidades contemporâneas;
- Respeitando-se, os recursos didático-pedagógicos disponíveis na escola, na biblioteca pública e no acervo pessoal dos educandos, ocorreu a apresentação das pesquisas realizadas;
- Para a apresentação, foi de uso o quadro de giz, cartazes, *Power Point*, recursos que serão explicitados *a posteriori*;
- As apresentações analisadas e avaliadas como de relevância foram reagrupadas e constam no Guia Didático como produto deste estudo. Essas informações serão disponibilizadas enquanto material que poderá ser utilizado por docentes da área de Química, como um exemplo de prática pedagógica numa abordagem CTS;
- Os itens de avaliação durante o processo, tiveram pautados na importância da percepção dos participantes sobre a abordagem CTS com o ensino de Química;

- Ainda, ao professor pesquisador coube a função de orientar os educandos no tocante à relevância de manter-se no trabalho proposto, de modo a seguir o rigor da cientificidade e evitar recair em empirismos;
- Como a tabela periódica possui 118 elementos químicos, sugeriram-se estudo e compilação do maior número possível de elementos químicos, viabilizando-se *pari passu* o desenvolvimento do enfoque interdisciplinar, fundamentado na revisão do conteúdo programático sobre a Classificação dos Elementos Químicos, considerando que os alunos apresentaram seus primeiros contatos com o tema a partir do 8.º ano do ensino fundamental e posteriormente na 1.ª série do ensino médio;
- Destacou-se a importância da revisão da classificação periódica dos elementos químicos e temas afins, pois, na ausência do entendimento desse conteúdo didático, os professores de Química têm de estar cientes das dificuldades acarretadas para demais compreensões no entorno didático da disciplina;
- Por conseguinte, o aprimoramento dos mecanismos da ação pedagógica esteve interligado ao compromisso de que a cada edição do estudo o professor regente pudesse motivar e conduzir os educandos a inserir mudanças significativas no ato educativo, a fim de enriquecer sua percepção de mundo.

É relevante destacar que durante o estudo se utilizaram como técnica de coleta de dados a observação participante, anotações em diário de campo, produções dos alunos, fotografias e filmagens.

Contudo, para a disponibilização e divulgação de tais dados, primeiramente foram solicitadas, de modo formal e documental, autorizações dos pais e/ou responsáveis pelos educandos, por serem menores de idade (Apêndice A), tal como ao corpo diretivo da escola (Apêndice B).

Logo, as metas específicas de um estudo direcionado ao âmbito educacional e vivencial estão sempre atreladas à melhoria da qualidade do ensino e da vida do tempo atual, mas essa afirmação comportou enfrentar desafios e obstáculos, geralmente ante incógnitas e incertezas que naturalmente surgiram à medida que as atividades se desenvolveram. Entretanto, tem-se em mente que o educador do século XXI deve constantemente estar preparado para abrir novos caminhos

pedagógicos, mudar paradigmas, lançar-se no comprometimento em semear o bem comum que comporta a formação da sociedade ética e cultural.

A seguir serão descritas as metas que nortearam o estudo, enquanto suporte educativo para os educandos:

- Adquirir capacidade de discernimento em relação à escolha dos artigos encontrados na RDC *Superinteressante*;
- Adquirir paralelamente capacidade de aprimoramento em relação a escolhas dos artigos de cunho científico e cultural, no que tange à abordagem CTS;
- Realizar leitura com adequação, criando-se o hábito e a cultura para tal atividade, sobretudo no aspecto da conscientização pessoal e coletiva;
- Ler e interpretar com segurança e sincronia;
- Enumerar palavras desconhecidas, bem como buscar o entendimento de seus significados;
- Reconhecer a importância das substâncias contendo átomos de elementos químicos, vinculados à Classificação Periódica dos Elementos Químicos;
- Despertar o gosto pela cultura de estudar e interligar fatos científicos com seu cotidiano;
- Reconhecer nos aportes históricos, nas características e aplicações dos elementos químicos a identidade principal, formada pelo nome, símbolo e número atômico (Z), enquanto conhecimento para argumentação e socialização em classe;
- Entender que o ensino e a aprendizagem necessitam também estar cabalmente conectados às realidades extraclasse;
- Reconhecer a importância do ensino de Química no contexto da matriz curricular institucional;
- Autoavaliar-se durante o processo, enquanto agente da construção de conhecimento;
- Internalizar que sua parcela de contribuição, juntamente com seu professor, oportunizará a formação de novas e múltiplas metas de inovação educativas por meio do enfoque CTS;

- Perceber seu professor como orientador e socializador de saberes, que lhe prepara para a nova realidade social em que a Ciência é vista como resultante essencial à formação do cidadão contemporâneo.

4 ANÁLISE DOS DADOS

A pesquisa qualitativa, segundo Alves (1991), está expressa na característica de gerar significativo volume de dados, os quais precisam ser organizados e compreendidos por meio de um processo contínuo, no qual se busca identificar dimensões, categorias, tendências, padrões e relações, com destaque aos seus respectivos esclarecimentos no campo da hermenêutica.

Ratifica-se que os dados que aqui se apresentam foram obtidos nas aulas da disciplina de Química, alicerçados pelo contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo, de acordo com a técnica da observação participante, além de vinculados com as reflexões anteriores apresentadas na fundamentação teórica desta dissertação.

Na perspectiva de Biddle e Anderson (1986, p. 237):

A observação participante é uma técnica que possibilita ao pesquisador entrar no mundo social dos participantes do estudo com o objetivo de observar e tentar descobrir como é ser um membro desse mundo. São feitas anotações detalhadas em relação aos eventos testemunhados, as quais são organizadas e classificadas de forma que o pesquisador possa descobrir os padrões de eventos que apareceram naquele mundo.

Por essa razão, na exposição da análise dos dados, a alternativa foi por apresentá-los de forma descritiva utilizando-se a vertente da análise de conteúdo, além disso, demais detalhamentos podem ser encontrados no Guia Didático, quanto aos Planos de Aula (Apêndice A do Guia Didático, o qual se encontra na produção técnica, enquanto seguimento desta dissertação), que serviram como norteadores para a composição do produto.

Moraes (1999) enfatiza que a análise de conteúdo tem origem no final do século passado, mas suas características e enfoques foram desenvolvidos, especialmente, ao longo dos últimos cinquenta anos. Sua função é auxiliar a reinterpretção das mensagens, de forma a direcionar ao entendimento de seus significados, com referência nas concepções estabelecidas, pelos recursos de uma leitura bastante elaborada.

Também para Bardin (1977), essa análise representa um conjunto de técnicas do estudo da natureza das comunicações, e mostram-se primordiais os

procedimentos sistemáticos e objetivos da descrição de conteúdo das mensagens. Portanto, as falas, acompanhadas da transcrição dos relatos, formam a materialidade linguística, estabelecendo os fios condutores para a produção do conhecimento.

Alves (1991, p.57) enfatiza ainda que:

[...] a produção do conhecimento não é um empreendimento isolado; é um trabalho coletivo da comunidade científica, um processo que se desenvolve através da cooperação e da crítica. Assim, seja qual for a questão focalizada, exige-se que o pesquisador demonstre familiaridade com o estado do conhecimento sobre o tema para que possa situar o estudo proposto nesse processo, indicando qual a lacuna ou inconsistência no conhecimento anterior que o gerou.

Neste estudo, a leitura minuciosa dos protocolos de observação fez-se condicionante para que, *a posteriori*, os dados fossem selecionados por unidades de significações, estas circunscritas primeiramente em relação à convergência e de modo sequencial às divergências, tendo-se, então, a criação do Guia Didático, apoiado no desenvolvimento dos fenômenos com aportes de confiabilidade e credibilidade.

Segundo Neves (1996, p.1- 5):

Nas pesquisas qualitativas, é freqüente que o pesquisador procure entender os fenômenos, segundo a perspectiva dos participantes da situação estudada e, a partir, daí situe sua interpretação dos fenômenos estudados [...]. Compreender e interpretar fenômenos, a partir de seus significantes e contexto são tarefas sempre presentes na produção de conhecimento, o que contribui para que percebamos vantagens no emprego de métodos que auxiliem a ter uma visão mais abrangente dos problemas, supõem contato direto com o objeto de análise e fornecem um enfoque diferenciado para a compreensão da realidade.

Por conseguinte, as categorias de análise temática surgiram em meio aos modais dos pontos da convergência e divergência entre os relatos dos participantes do estudo, com embasamento nos seguintes aspectos:

- 1 Ciência, Tecnologia e Sociedade: construindo conhecimento;
- 2 O papel dos elementos químicos como suporte para o ensino de Química na abordagem CTS;
- 3 O ensino de Química por meio de RDC;
- 4 A trajetória consciente de uma aprendizagem .

4.1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: CONSTRUINDO CONHECIMENTO

Na busca por entender qual a percepção dos participantes do estudo sobre CTS, iniciamos as atividades com a pergunta: *“Qual é o conhecimento que vocês têm a respeito de Ciência, Tecnologia e Sociedade?”*

Notou-se semibreve silêncio na sala de aula, entendendo-se que os estudantes estavam refletindo a respeito da questão, mas em seguida o silêncio foi interrompido por A3, que comentou: *“Atualmente estamos muito preocupados em ajudar o meio ambiente com recursos renováveis e outras coisas, mas será que realmente estamos fazendo isso?”*.

De modo sequencial, A13 pediu a palavra e disse: *“Penso que a Química está associada à Ciência, Tecnologia e Sociedade. Acredito também que a Química é muito útil na sociedade, mas essa Ciência também pode ser prejudicial”*.

Na tentativa de completar a ideia, A3 acrescentou: *“A sociedade precisa da ciência e da tecnologia, e a tecnologia precisa da ciência, enfim, uma ajuda a outra”*.

A2 enfatizou: *“Mas é bom buscar conhecimento, antes de julgar qualquer coisa”*.

A18 concordou: *“É bom aprender bem sobre as coisas e situações para depois podermos argumentar”*.

Após ouvir as colocações dos colegas, A6 levantou o braço e deu uma sugestão: *“Lembrei que no nosso livro de Química tem um artigo que fala sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, que tal primeiro ler e depois voltarmos a conversar, com mais profundidade sobre o assunto?”*

A7 abriu rapidamente o livro e expôs: *“Temos também o artigo sobre “A química na sociedade”, é bem curtinho, poderíamos ler os dois textos, assim teremos mais informações”*.

A12, meio aborrecido, mencionou: *“Não é muita leitura? Não será meio chato e cansativo?”*.

A3, com características fortes de liderança sobre o grupo, discordou e determinou: *“Vamos ler e estudar sim, pois o conteúdo é importante, e afinal não custa tentar adquirir mais informações a respeito do tema sugerido pela professora. Vejam bem, ainda não chegamos a nenhuma conclusão”*.

A4, bem animada, estimulou a turma, reforçando a ideia: *“Vamos lá galera, é isso aí, não custa tentar”*.

Em virtude de a maioria da classe ter concordado com a sugestão dos colegas (A6, A7, A3 e A4), percebeu-se que o grupo sentia necessidade de encontrar mais subsídios para ter melhores possibilidades de apresentar argumentos sobre o tema, bem como estava de certa forma motivado para um novo desafio proposto pela professora pesquisadora.

Para a realização das atividades, A20 fez a seguinte proposição: *“Estivemos conversando entre nós e achamos mais interessante realizarmos o trabalho em grupos”*.

A7 prontamente elucidou: *“Nos sentiremos mais seguros um dando apoio ao outro”*.

A16, falando pausadamente, concluiu: *“Desse jeito, ficará mais fácil e bem agradável de trabalhar”*.

E A1 resumiu: *“As aulas de Química são interessantes, mas sempre exigem bastante da gente”*.

A2 confessou: *“Gostamos disso, tudo bem diferente, mas queremos estar juntos”*.

Sendo assim, efetuaram-se a leitura, a interpretação e a discussão sobre os artigos "Ciência, tecnologia e sociedade" e "A química na sociedade", extraídos do livro didático institucional, Química e sociedade (SANTOS, Wildson Luis Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza (Coords.). **Química e sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005).



Foto 1 – Leitura, interpretação e discussão sobre os artigos "Ciência, tecnologia e sociedade" e "A química na sociedade"
Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)



Foto 2 – Socialização dos educandos em classe sobre a importância da abordagem CTS e o ensino de Química
Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)

No desenvolvimento das atividades, verificou-se que a intervenção dos discentes no decurso do ato pedagógico remete a um pensamento de Freire (1996, p. 25), quando afirma que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. É na teoria aplicada nos moldes da abordagem CTS em sala de aula que despontam valores motivacionais, o despertar de uma visão crítica social e a reflexão consciente sobre a possível atuação do cidadão nos contextos decisórios da edificação democrática do século XXI.

Autores brasileiros, como Auler (2002), Santos (2002), Teixeira (2003), têm incentivado por meio de amplos estudos literários uma proposta de CTS com uma perspectiva de Freire, na qual objetivos claros à formação do cidadão compartilham em uníssono com a função ética enquanto suporte essencial que compõe o mosaico da cidadania.

Após finalizar o conjunto de tarefas, novamente, foi perguntado aos alunos: *“Então, já podemos retomar os diálogos a respeito da Ciência, Tecnologia e Sociedade no entorno da Química”?* As respostas:

A11, meio cabisbaixa, disse: *“É bastante complexo, porque temos que assumir o nosso papel na sociedade”*.

Percebe-se que A 11 já começou a sair da sua zona de conforto e a perceber a necessidade de participar mais ativamente das decisões sociais. Diante da atitude da educanda A 11, foi possível constatar os resquícios da formação tradicional, na qual o aluno tem pouco espaço para expressar suas opiniões, seus conceitos e posicionamentos em relação ao entorno da sala de aula.

Ainda temos em nossa realidade pedagógica, estudantes que não estão familiarizados com aulas nas quais possam se expressar livremente, tratando-se dos seguimentos de participar e partilhar ideias ativamente.

É fato que a ausência desse espaço na composição do ato pedagógico conduz a uma aprendizagem limitadora, não oportunizando crescimento intelectual para o discente, bem como para o docente, pois a educação contemporânea urge de propostas desafiadoras no ato de pensar e elaborar novas abordagens, de maneira a romper paradigmas em defasagem.

Ressalta-se que é por intermédio da atuação do aluno que o professor pode mediar informações que seguramente formarão importante conhecimento científico para a vida em sociedade.

Para Demo (1990, p. 46), no âmbito educativo:

Predomina entre nós a atitude de imitador, que copia, reproduz e faz prova. Deveria impor-se a atitude de aprender pela elaboração própria, substituindo a curiosidade de escutar pela de produzir. [...] É necessário constituir a necessidade de construir caminhos, não receitas que tendem a destruir o desafio de construir ação.

O momento foi então oportuno para que a professora pesquisadora pudesse interagir com os educandos no sentido de prosseguir estimulando as expectativas do estudo em questão e demonstrando que o processo de ensino e aprendizagem pode apresentar diferentes caminhos na aquisição da erudição.

Nesse intercâmbio de conhecimento, foi solicitado o correio eletrônico dos discentes para o envio do artigo "Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio nos liames da química" (STANGE, Simone Moraes; SILVEIRA, R. M. C. F.; STIIRMER, J. C. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio nos liames da química e a química no enfoque do cotidiano: perspectivas na formação do cidadão. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3. (Educação: Saberes para o Século XXI), 2011, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 2011).

A primeira preocupação levantada pelos alunos foi que alguns não possuíam computador ou e-mail como se observa nas seguintes falas:

A17: *"Eu não tenho correio eletrônico, como vou fazer para receber o material?"*

A11 complementou: *"Também não tenho, nem tenho computador, por que precisa ser por e-mail?"*.

Sobre isso, A9 posicionou-se: *"Isto não é problema, no laboratório de informática da escola temos bons computadores, podemos utilizar lá"*.

A12 contrapôs: *"Não sei lidar direito com essas coisas, me parece meio difícil"*.

A1, procurando mediar os acontecimentos, sugeriu: *"O professor de informática é gente boa, ele e a professora podem nos ajudar, também vamos ver quem tem e-mail na sala, e estes podem repassar para os outros"*.

A2 continuou: *"Afinal, pessoas, não estamos no século XXI? Vamos, como diz a professora, nos adequar"*.

E A5 acrescentou: *"Com organização e boa vontade, dará tudo certo"*.

A13, em dúvida, interrogou: “Será que vai dar certo, não seria melhor se fosse xérox?”.

A16 ponderou: “Vamos chegar a um acordo, pois assim o trabalho vai atrasar!”.

A18, com objetividade, expôs: “Geralmente somos bem unidos, que tal facilitarmos? Assim a coisa caminha”.

Observa-se que existiram momentos de questionamentos e dúvidas, gerando certa instabilidade na classe, mas tais fatores foram analisados e adaptados pela professora pesquisadora, no intuito de elaborar mais uma nova estratégia de comunicação com o grupo.

Determinou-se, então, que os alunos que tivessem endereço de *e-mail* auxiliassem os demais, para aprenderem o manejo na área da informática, bem como o professor do laboratório de informática e a professora ofertariam apoio, a fim de facilitar o entendimento e a aplicação do processo.



Foto 3 – Alunos que tinham endereço de *e-mail* auxiliando os demais, para aprenderem o manejo na área da informática

Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)



Foto 4 – Alunos que tinham endereço de e-mail auxiliando os demais, para aprenderem o manejo na área da informática juntamente com a professora

Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)



Foto 5 – Alunos pesquisando no laboratório de informática, sobre a educação em química

Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)

Após a leitura e socialização do artigo, outros dados surgiram, quando A15 perguntou: *“Se a professora tem esse artigo, deve também ter outros, ou não?”*.

A7 mencionou: *“Algum texto que fale mais sobre Química, pois a aula é de Química”*.

A12, com um tom de voz imperativo, exclamou: *“Que não tenha tantas palavras, que precise usar o dicionário, tem coisas que a gente não sabe, nunca viu”*.

A4, bastante interessada, proferiu: *“E custa aprender coisas novas?”*.

A2 recordou: *“Tenho uma amiga, a tia dela estuda muito e tem uns artigos publicados”*.

A10 apresentou sua opinião: *“Andamos estudando em filosofia algumas coisas sobre CTS, ou melhor, penso que tem a ver com CTS, e parece que agora está ficando mais claro”*.

Nesse sentido, A8 acrescentou: *“E já estamos bem acostumados em lidar com o e-mail, se houver outro artigo, podemos usar a mesma forma de comunicação”*.

A14 comentou: *“Jeito bem rápido, seguro e prático”*.

A1 inferiu: *“Estamos ficando bem tecnológicos, turma! E, sem modéstia, importantes!”*.

A18, deixando um questionamento pairar, pronunciou: *“Será que agora somos mais ciência e tecnologia? Afinal, nós somos parte da sociedade”*.

Respondendo às perguntas dos alunos, a professora informou que havia outro artigo de sua autoria juntamente com colaboradores, qual seja, *“A química no enfoque do cotidiano: perspectivas na formação do seu cidadão”*. Ficou combinado que, para ter acesso ao material, somente deveriam reconfirmar seus correios eletrônicos, para dinamizar o processo.

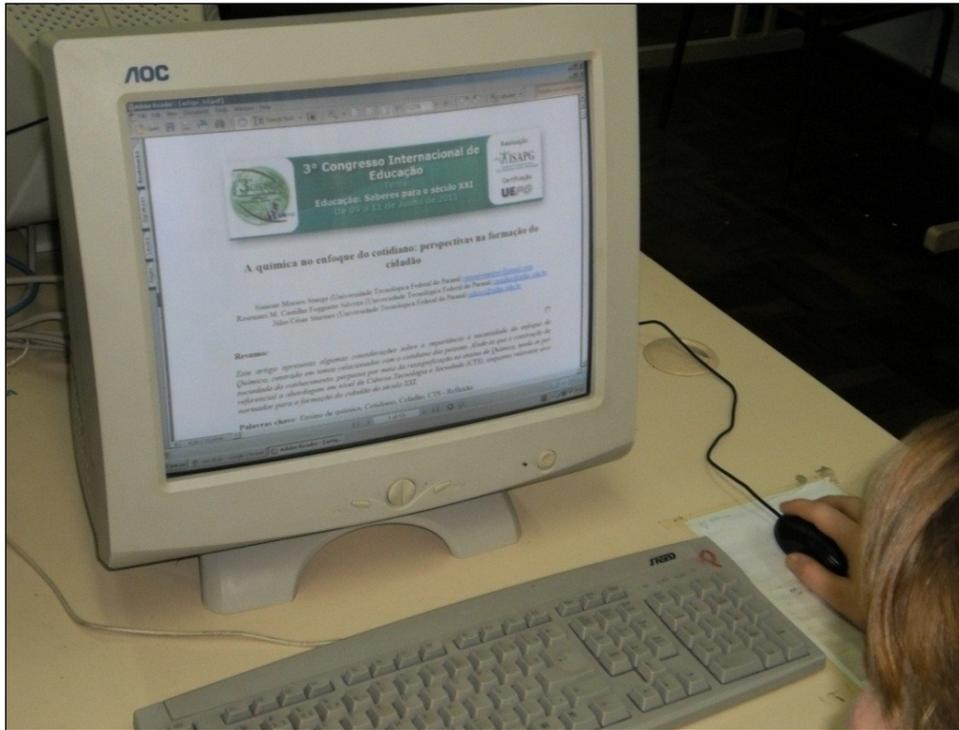


Foto 6 – Discente rastreando na internet produção científica sobre CTS e o artigo "Química no enfoque do cotidiano"
 Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)



Foto 7 – Discentes ampliando o conhecimento científico sobre a abordagem CTS
 Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)

No decorrer das aulas foi possível observar que os discentes permaneciam ávidos por continuar desvendando o cabedal de conhecimento da docente em relação ao ponto de contato, da abordagem CTS com o ensino de Química. Esse rastreamento representa as implicações e o compromisso das propostas interdisciplinares quando socializadas em sala de aula.

Do mesmo modo, foi notável a adaptabilidade da utilização do correio eletrônico como ferramenta viável para uso no espaço da aprendizagem e dos meios de comunicação escolar, abrindo diferentes determinantes indicativos da receptividade do grupo no tocante ao estudo e à sintonia no desencadear dos acontecimentos.

É importante destacar a preocupação de A12 quanto ao fato de não desejar buscar o significado de possíveis palavras desconhecidas que viesse a encontrar no artigo. Isso demonstra, novamente, a dependência de receber informações sempre decodificadas e o titubear do aluno para enfrentar novas proposições no ensino de Química.

Nas entrelinhas dessa problemática educacional, reafirma-se que é indispensável ao educador ter a consciência e a perseverança no fato de que o aprimoramento de sua cátedra esteja vinculado a mudanças didáticas positivas, as quais tragam como resultado a formação intelectual, e que esta satisfaça os educandos.

Sobre isso, Oaigen (1996, p. 64) esclarece:

A educação deve promover uma mudança na maneira de ser do educando, uma mudança nas atitudes, no comportamento, não se pode considerar bem sucedido um tipo de educação que desencadeie um novo tipo de pensar e não de agir. Os resultados do processo educativo vão promover uma conscientização da situação existencial, envolvendo os aspectos científicos, políticos, sociais, econômicos e outros.

Para tanto, faz-se essencial que o saber apresentado nos bancos escolares se transforme em conhecimento a ser levado para a vida cotidiana, e, na junção desses aspectos, de modo evolutivo, ocorra o julgamento de valor expresso na aprendizagem significativa e relevante aos interesses, às necessidades e aspirações do discente como protagonista do processo de construção histórica e cultural.

A motivação, para o educando, é fator determinante. Por isso, faz-se importante a socialização dos segmentos que compõem o estímulo-resposta, para

que o ensino e a aprendizagem sejam alavancas propulsoras para a obtenção de resultados positivos no entorno da intelectualidade e na valorização do perfil de cada aluno. É nessa visão que o professor deve viabilizar resgates motivacionais, nas atividades propostas na sala de aula, para que o aluno possa transformar esses estímulos em processos positivos de interação social.

Desta feita, pode-se dizer que os relatos descritos anteriormente foram ao encontro do encaminhamento para a composição da percepção dos educandos sobre CTS, considerando-se uma ótica progressiva, visto que a faculdade de pensar está inserida na busca da imersão que promove erudição.

Portanto, para ilustrar a relação da abordagem CTS no ensino de Química, vejamos algumas narrativas, tal como a de A7: *“A ciência e a tecnologia dependem do homem, e não o homem depende deles”*.

Para A2: *“CTS envolve o nosso dia a dia, e tudo isto é Química”*.

A20 acrescenta que: *“Os artigos sobre CTS nos trouxeram muitas curiosidades, penso que agora todos temos uma visão mais ampla a respeito”*.

Por sua vez A1 aborda a questão de se refletir sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia, fator que levou os educandos a perceberem outras interfaces que nem sempre são pensadas: *“As situações desta abordagem em relação à Química parecem simples, mas, ao estudarmos, vimos que não são tão simples assim”*.

Outra questão levantada pelo A16 começa a colocar em dúvida a primazia da tecnologia *“Será que a tecnologia vai se expandir tanto e, por fim, não irá regredir? Para que tanta tecnologia?”*.

Também A14 chama a atenção para a questão do endeusamento da tecnologia: *“Pesquisadores e químicos têm anos de estudos, são como deuses, descobriram a Química do bem e do mal”*.

Aproveitou-se para discutir a questão dos interesses em nível econômico, político, empresarial, envolvidos no desenvolvimento científico e tecnológico.

Retornando a falar, A7 comentou: *“Cada um falou algo diferente sobre CTS, mas a fala de um completa o pensamento do outro”*.

Contudo A19 ressaltou: *“Temos ainda que refletir bastante, porque o mundo está muito rápido, e várias coisas acontecem a nossa volta, então CTS é parte e responsabilidade das nossas ações”*.

A5 adicionou: *“Esta mistura de coisas e situações, a CTS, a Química, as pessoas, a educação; do nosso jeito temos que vencer obstáculos, encontrar soluções, ter consciência”*.

Podemos assimilar das argumentações explicitadas que precisamos formar uma rede de aprendizagem e socialização, na essencialidade do ato de compartilhar recursos e conhecimentos em todos os níveis, focados em aportes que tragam o destaque aos critérios humanos, equitativos e sociais. Nesse contexto, Silveira (2007, p. 65) afirma:

Um desenvolvimento científico e tecnológico com responsabilidade social deve se voltar para as tarefas práticas e não ser dirigido de acordo com os velhos sistemas econômicos, políticos e moral. Implica ter um nível de responsabilidade individual e coletiva muito mais acentuado que o dos tempos anteriores. Por isso, há a necessidade de se proporcionar a toda a população uma educação científica e tecnológica, pois a ausência de conhecimentos induz a ausência de responsabilidade.

Portanto, a busca por um caminhar direcionado a sinergia, onde todos possam obter saldos mais decisivos, daí, a importância da educação científica e tecnológica mais eficaz e promissora que venha a conduzir os educandos a realidade que compõe a vida cotidiana do cidadão.

Nessa perspectiva da produção e do aprendizado consistente, formadores da composição dos conceitos, tratando-se do grupo enquanto coletivo de dinâmicas, despontou-se o tema da próxima categoria de análise, acerca do papel dos elementos químicos, como suporte para o ensino de Química, alicerçado nos fatos que formam a sociedade no dia a dia.

4.2 O PAPEL DOS ELEMENTOS QUÍMICOS COMO SUPORTE PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA ABORDAGEM CTS

A erudição útil e pertinente deve estar vinculada ao planejamento de um sistema educativo, em que o cidadão seja crítico e proativo, com capacidade expressa para intervir na sociedade global. Para que isto ocorra, o professor deve promover sua ação docente de maneira que os alunos possam

mesmo fora da escola, sentados ou a passear, discutir entre si, quer acerca de coisas aprendidas há muito tempo, quer acerca de qualquer matéria nova que acaso se lhes apresente. Para semelhante exercício, se juntam em número bastante elevado, devem escolher um (à sorte ou por votação) que faça as vezes de professor, dirigindo e moderando as discussões (COMENIUS, 1957, p. 270).

Criar o hábito de discutir e participar de maneira consciente e responsável no processo decisório em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico não é suficiente sem que haja uma fundamentação científica consistente e relacionada com a realidade.

Por este motivo, para que ocorra uma aprendizagem mais crítica, é cabal ao docente fundamentar cientificamente as informações que por ventura venha a partilhar com seus discentes, de tal forma que possa validar as estratégias de *feedback*, como instrumento que sirva para mapear os liames do conhecimento manifestado pelo grupo.

Logo, na continuidade dos trabalhos propostos, notou-se que os alunos, ao serem abordados sobre o tema da classificação periódica, concernente aos detalhamentos sobre identificação, histórico, características e aplicações dos elementos químicos, exteriorizaram algumas incertezas. Foi perceptível também que essas lacunas pedagógicas vinham ao longo da jornada educativa, pois os primeiros contatos com a tabela periódica ocorrem na educação básica.

Tais fatos podem ser constatados no relato de A18, quando perguntou: *“Por que fazer exames de sódio, cálcio e magnésio? Como assim, para que serve, por que o médico pediu?”*

A1 também indagou: *“Então, todas as aplicações dos elementos químicos têm tudo a ver com a sociedade?”*.

A3 apresentou dúvida em relação à escrita do elemento químico disponível na internet: *“Pesquisei ontem na internet, afinal é tântalo ou tantálio? Posso usar os dois nomes para o mesmo elemento?”*.

A7: *“Será que existem elementos que não têm histórico? E os descobrimentos primitivos, como fogo e ar, o que têm a ver com a Química?”*.

Novamente A3 interpelou: *“E os tais elementos compostos? Tem também as substâncias compostas? Quais são as diferenças entre uma coisa e outra?”*.

A19 reagiu e expôs: *“É, mas eu quero falar e saber mais sobre os elementos químicos que compõem a Terra, me parece importante”*.

Na participação de A11, escutou-se: “A letra Z representa o número atômico?”.

Como podemos observar nos depoimentos dos educandos, as perguntas estavam carregadas de significados, estes simbolizados por curiosidades e dúvidas, que lhes aguçavam a mente, levantando inúmeras questões a serem sanadas. Sobremaneira, discutidas na ordem do esclarecimento, para que não levassem adiante os indícios de uma aprendizagem química estruturada em fragmentos didáticos.

Outra configuração relevante, encontra-se na fala de A3, quando suscita o direcionamento para a consulta em obras literárias credenciadas, disponíveis em material impresso ou *online*.

Desta forma, cultiva-se o hábito de estabelecer uma pesquisa de base no encontro de novos campos de conhecimento, alertando os alunos sobre a importância de se pesquisar em fontes confiáveis.

Esses depoimentos colocam em prospecção o pensamento de Morin (2000b, p. 31):

Quantas fontes, quantas causas de erros e de ilusão múltiplas e renovadas constantemente em todos os conhecimentos! Daí decorre a necessidade de destacar, em qualquer educação, as grandes interrogações sobre nossas possibilidades de conhecer. Pôr em prática essas interrogações constitui o oxigênio de qualquer proposta de conhecimento. Assim como o oxigênio matava os seres vivos primitivos até que a vida utilizasse esse corruptor como desintoxicante, da mesma forma a incerteza, que mata o conhecimento simplista, é o desintoxicante do conhecimento complexo. De qualquer forma, o conhecimento permanece como uma aventura para a qual a educação deve fornecer o apoio indispensável. O conhecimento do conhecimento em seu conhecimento, deve ser, para a educação, um princípio e uma necessidade permanentes.

Por conseguinte, é primordial buscar a compreensão a respeito da trajetória educativa, na qual estamos inseridos, fazendo com que as interrogações dos alunos sejam metas para serem sanadas, analisadas e refletidas nas múltiplas maneiras do aprimoramento do ensinar e aprender.

Logo, a importância de se discutir sobre as implicações sociais da Ciência Química, oportunizando que o discente possa reconhecer no seu cotidiano, que essa Ciência não é neutra, pois paralelamente, ela pode trazer benefícios, mas também, causar danos grandiosos para a sociedade. São os paradoxos da modernidade que necessitam configurar nos espaços da sala de aula.

Assim, visando sempre aguçar o interesse dos alunos e inseri-los na construção de sua aprendizagem, demos continuidade a nosso estudo.

No compromisso docente em expor os pormenores do papel dos elementos químicos na abordagem CTS, sentiu-se a fragilidade que os educandos demonstravam nesse campo do entendimento.

Porém, notou-se a oportunidade de resgatar, por meio das discussões grupais, a abertura para o estudo das questões relativas à educação química, alicerçada em modelos que não fossem tradicionais. Desta forma, traçamos como estratégia didática utilizar as RDC para trabalhar com os elementos químicos, assunto da próxima seção.

4.3 O ENSINO DE QUÍMICA POR MEIO DE RDC

O contexto histórico da Química descreve as mutações que ocorreram na tabela periódica, idealizada por meio de estudos, análises, pesquisas e investigações que levaram o homem a constantemente, apresentar novos conceitos e acrescentar informações pautadas na realidade de cada tempo.

Atualmente, os acontecimentos da sociedade contemporânea exigem que a educação em Química venha apontar caminhos interdisciplinares, que indiquem entendimentos sobre riscos e benefícios, relacionados com os elementos químicos, no âmbito de suas características e aplicabilidades nos segmentos científicos e tecnológicos.

Por essa razão, Rutherford e Ahlgren (1995, p. 21) apresentam para consideração:

Não é necessário exigir das escolas que ensinem conteúdos cada vez mais alargados, mas sim que ensinem menos para ensinarem melhor. Concentrando-se em menos temas, os professores podem introduzir as idéias gradualmente, numa variedade de contextos, aprofundando-as e alargando-as à medida que os estudantes amadurecem. Os estudantes acabarão por adquirir conhecimentos mais ricos e uma compreensão mais profunda do que poderiam esperar adquirir a partir de uma exposição superficial de mais assuntos do que aqueles que seriam capazes de assimilar. O problema, para quem escreve os currículos, é, portanto, muito menos o que acrescentar do que o que eliminar.

Assim, buscando, contemplar todas as reflexões trazidas na conjuntura deste estudo, foi proposta aos educandos a formação de grupos mais definidos, porém de livre escolha deles; cada grupo, então, continha três alunos. *A posteriori*, estimulou-se a pesquisa na RDC *Superinteressante* com o objetivo de pesquisar temas vinculados aos elementos químicos.

A investigação ocorreu primeiramente na biblioteca da instituição e depois no laboratório de informática, com o propósito de ofertar mais opções para identificar os temas em RDC, ou seja, por intermédio do material impresso e/ou *online*, sabendo-se que ambos seriam fontes apropriadas para aquisição de conhecimento científico.

Mediante a disposição das atividades, surgiram alguns comentários, como o de A18: *“Somente gosto de ler o que me chama a atenção”*.

A13: *“Tem poucos elementos no nosso artigo”*.

A7: *“Descobri que o espaço tem tudo a ver com a Química, a Química existe desde a explosão do Big Bang”*.

A1: *“É interessante fazer esse tipo de trabalho”*.

A11 desabafou: *“Do meu grupo faltaram dois colegas, sempre faltam. Será que consigo fazer sozinha?”*.

Nas questões pertinentes ao vocabulário, A2 indagou: *“Professora, o que é etimologia?”*.

A6 sugeriu: *“Podemos fazer tudo junto, mas vamos dividir bem, para que cada um faça uma parte, depois juntamos tudo”*.

A16 preocupada, questionou: *“Vai ficar tarefa para casa?”*

No transcorrer dos fatos, foi possível notar que os grupos se organizaram satisfatoriamente, ratificando-se a importância de deixar os discentes se agruparem por ordem de afinidade.

Todavia, A11 registrou que seus dois colegas nem sempre se faziam presentes, gerando uma sobrecarga maior para ela. Tal quesito ficou explicitado pela ausência de comprometimento desses dois colegas que compunham o grupo, bem como pelo receio da discente em não conseguir resolver todas as atividades com o empenho proposto no início da programação.

As questões estruturais também foram importantes, os estudantes mostraram preocupação quanto a ter de fazer alguma tarefa no contraturno, pois na escola pública grande parte da clientela estuda em um período e trabalha no outro, sendo necessária muita destreza para conciliar estudo *versus* trabalho.

Igualmente, vale a pena relatar a utilização dos recursos de estímulo-resposta, no momento em que a aluna A18 citou que a leitura deve ser interessante para se tornar uma atividade agradável. Também, o mecanismo de buscar o significado de palavras desconhecidas revelou a predisposição para a aprendizagem, na valorização à língua portuguesa, bem como em adicionar novos vocabulários. Constatou-se ser possível na disciplina de Química, criar múltiplas possibilidades de conhecimento, constituindo sólidos alicerces interdisciplinares.

Na observação de vários aspectos do estudo, encontramos em Costa (1999) que a justificativa da proposta pedagógica contemporânea é estimular o desenvolvimento de um conjunto de atitudes e capacidades dos discentes, colocando em evidência o saber aprender, pesquisar, selecionar informação, concluir e comunicar.

Na edificação de posicionamentos, inseriu-se no entorno do processo o uso de dicionários de Química (SARDELLA, 1990; ROSSETTI, 2004) e de uma tabela atômica interdisciplinar (GONÇALVES, 2010), para que os grupos pudessem realizar leituras e investigações complementares, localizando a semibreve biografia dos cientistas que descobriram os elementos químicos e pormenorizando as informações sobre identificação, características e aplicações dos elementos que estivessem explicitados nos artigos analisados da RDC *Superinteressante*.

Verificou-se que a maioria dos alunos prosseguiram bastante empenhados na ampliação das pesquisas e deram o melhor de si na formação dos grupos. Eles demonstraram uma notável disposição para desenvolver as tarefas, assim como as respostas aos desafios propostos foram satisfatórias. As dificuldades que apareceram, demonstradas pelo cansaço, foram minimizadas pela constância da boa vontade em acertar e partilhar levantamentos de saberes, até então desconhecidos.

A rotina dos grupos transformou-se num pensar mais dinâmico e aumentou a capacidade e possibilidade de catalogar, organizar e transcrever dados, evidenciando que é possível trabalhar com eficácia no ensino de Química por meio de RDC.

No panorama didático de hoje, sabe-se que a RDC tem função proeminente como ferramenta que instrumentaliza a aprendizagem, instigando que os educandos, a seu modo, possuem plenas condições de construir a partir da sala de

aula uma obra com significância para a solução de problemas do dia a dia, além de possibilitar a criação de um pensamento científico, porém essencialmente acessível.

Na ótica de Gago (1990), é adequado aos docentes da área de Ciências ajudar os discentes a adquirir conhecimento científico do mundo, bem como os hábitos mentais científicos, utilizados para tal aquisição. Esse fator é indicativo na exposição de A19: *“Com esta pesquisa, estou em busca de conhecer mais ciência e tecnologia”*.

A20 expressou: *“Muitas coisas a gente não sabia”*.

O entusiasmo é aparente nas falas de A17: *“A gente começa a respirar Química, é show de bola”*.

E A9 complementou: *“Isto sim é uma aprendizagem de valor”*.

A8 aborda a importância da construção coletiva: *“O conceito de um grupo é importante para os outros”*.

A9: *“Foi cansativo, mas vencemos. Afinal, quando queremos muito uma coisa, temos que ser persistentes!”*.

A15: *“CTS nos dá uma visão mais ampla, mais crítica”*. A10: *“Trabalhar com RDC é interessante!”*.

Ao correlacionar o conhecimento científico com a sua realidade, os alunos também percebem que podem difundir esse conhecimento para fora dos bancos escolares, o que se constata na fala de A2: *“Agora nossa turma pode levar para fora da escola o conhecimento adquirido em sala”*.



Foto 8 – Alunos trabalhando com o Dicionário Escolar de Química na sala de aula
Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)



Foto 9 – Alunos trabalhando com o dicionário Quimicamente Falando!
Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)



Foto 10 – Alunos trabalhando em sala de aula com a RDC *Superinteressante*
Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)

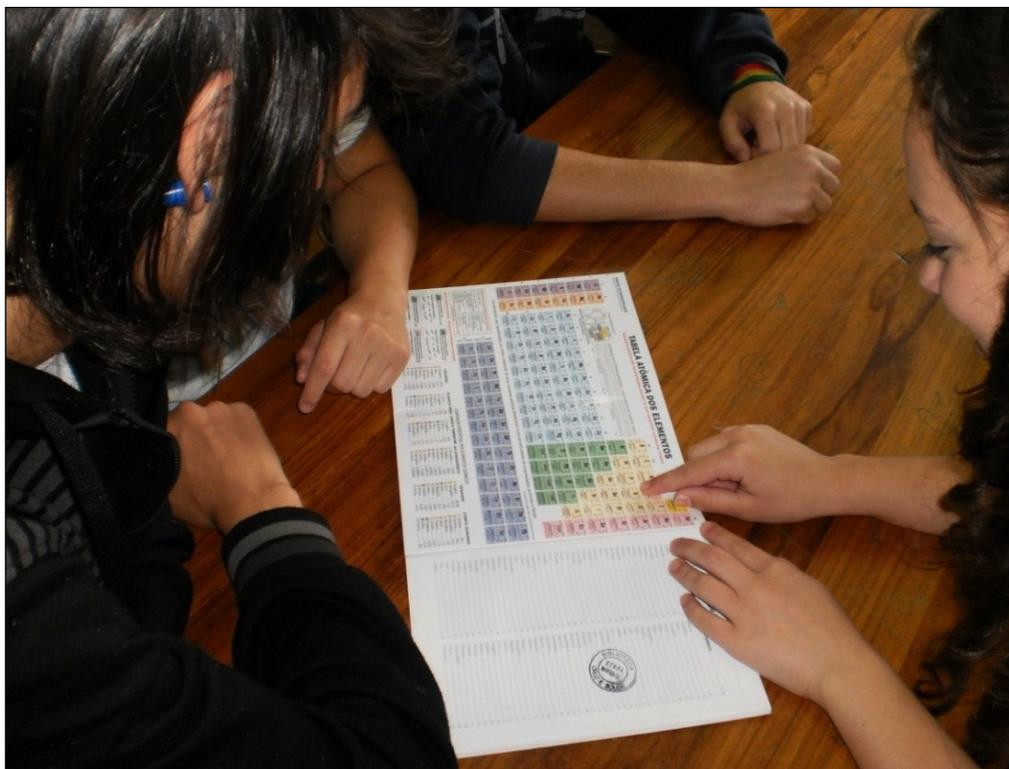


Foto 11 – Alunos trabalhando em sala de aula com a tabela atômica interdisciplinar
Fonte: Alunos da 2ª Série do Ensino Médio (2011)

Os relatos discentes evidenciam que, após um trabalho intenso realizado por meio de pesquisas, leituras, análises, debates em artigos extraídos do livro didático institucional, artigos da professora pesquisadora e colaboradores, dicionários de Química, tabela atômica interdisciplinar e a RDC *Superinteressante*, despontou nos grupos a necessidade em repassar, por meio de apresentação formalizada, os conhecimentos que haviam descoberto ao longo do caminho percorrido. Conseguimos, então, delinear o surgimento de outra categoria, que aborda os aspectos sobre o Guia Didático.

4.4 A TRAJETÓRIA CONSCIENTE DE UMA APRENDIZAGEM

A educação contemporânea não se processa de uma única maneira, portanto, ensinar comporta planejar, organizar, sistematizar, socializar e primordialmente conduzir o educando à elaboração e partilha de saberes. Esse desempenho vislumbra uma cultura que traga à tona a realidade na qual o estudante está inserido, como ponto vital de integração com o mundo.

Observou-se que os temas escolhidos da RDC *Superinteressante* possibilitaram a investigação de 81 elementos químicos na ótica da abordagem CTS, a qual concebe uma aprendizagem interdisciplinar enquanto uma proposta desafiadora e rica em experiências com ênfase no ensinar e aprender estruturado na colaboração das relações coletivas.

Na contextura das atividades efetivadas, registraram-se e destacaram-se algumas considerações, como a explanação da equipe 1 formada pelos alunos A3, A19 e A20.

A19 comentou: *“Os elementos químicos que o artigo traz são o tantálio, chumbo, prata, antimônio, ouro, urânio, níquel, platina, índio, cobre, estanho e lítio, e eles estão em extinção pelo uso abusivo da sociedade”*.

A3 prosseguiu: *“Temos tantas preocupações pessoais que estamos esquecendo que os minérios da Terra estão acabando; as reservas vão acabar em 20 ou 30 anos. Como ficaremos sem energia elétrica?”*.

A20 questionou: *“Como iremos ficar sem carro? A platina entrará em extinção em apenas 42 anos. Por todas essas informações, entendemos que a aprendizagem foi de grande valor, estamos preocupados com tudo isso”*.

A19 enfatizou: *“Vejam que várias tecnologias não serão mais viáveis. Com urgência devemos consumir menos e reciclar muito mais”*.

A3 retomou a palavra: *“Seremos afetados por tudo isso, nosso dia a dia irá mudar totalmente”*.

Dos comentários tecidos, podemos observar que a equipe desconhecia muitas das informações, tanto a respeito dos minérios que compõem a Terra e, de forma mais específica, quanto dos elementos químicos citados no artigo "A próxima grande extinção" (GARATTONI, 2009).

A preocupação com a ausência do bem-estar pessoal e coletivo, citada pela possível extinção da energia elétrica e do carro, demonstra a falta de preparo de alguns segmentos da sociedade diante de mutações, consideradas radicais, as quais venham desestabilizar o ritmo atual dos acontecimentos, sendo uma ameaça ao bem-estar da população, gerando um imenso desconforto.

Na partilha do pensamento, é importante, segundo Batista e Salvi (2006), ofertar possibilidades de construir o saber junto com o aluno, respeitando suas concepções prévias e, com base nesse eixo, prepará-lo para o panorama da modernidade em crise.

Porquanto, notou-se o fato de sensibilizar à uma aprendizagem mais crítica, quando da apresentação do texto sobre as implicações CTS, o qual consta do Guia Didático, pois, fez o grupo refletir, como se observa no registro da produção técnica: *“precisamos pensar em nossas ações para que não nos arrependamos depois!”*.

No tocante à equipe 2 formada pelos educandos A11, A12 e A13, que apresentou o artigo "A tabela periódica da sustentabilidade" (SCHNEIDER, 2008), constando do Guia Didático, A13 iniciou dizendo: *“Sem os elementos químicos a gente não sobreviveria”*.

A12: *“Eu não sabia sobre essa tabela com 89 países poluidores, é curioso”*.

A11 completou: *“Tem muitos países que poluem, fazem mal ao planeta”*. A13 alertou: *“A Química é usada para muitas coisas boas, mas também para coisas muito ruins”*.

A12 voltou a falar: *“Nosso grupo viu que, por meio do conhecimento da abordagem CTS, nós podemos mudar muitas coisas para melhor”*.

A11 ratificou: “*Elaborar trabalhos junto à comunidade, para conscientizar, sobre as informações que aprendemos*”.

A13 proferiu: “*Ensinar que existem muitas leituras e pesquisas que falam sobre os problemas ambientais no mundo todo*”.

Nessa equipe também foi perceptível o desconhecimento sobre tópicos aprofundados que revelam quais são os países que mais poluem e principalmente a razão para a ocorrência do fato, sendo evidente a necessidade de maior entrosamento entre as ementas curriculares.

Embora não tenham deixado claro quais seriam os procedimentos do grupo para evitar os problemas ambientais, é notório o despertar dos estudantes em relação às viabilidades em buscar caminhos que reflitam atitudes que contribuam para melhorar as preocupantes situações globais. Nas entrelinhas desses questionamentos estabelece-se o paradigma da modernidade. Como aponta Chaves (2007), a instituição escolar deve repensar e organizar os saberes legitimados e condizentes que ocupam os espaços escolares.

Destaca-se que a equipe registrou a iniciativa em procurar conscientizar as pessoas sobre o conhecimento adquirido em sala de aula, iniciando, então, um empenho socializador em seu entorno.

A equipe 3 formada pelos alunos A1, A2 e A18 explanou sobre texto "Os elementos da morte" (NOGUEIRA, 2005), inserido no Guia Didático.

A1 começou:

Lá no princípio do artigo que estudamos, diz o provérbio, que os piores venenos, assim como os melhores perfumes, vêm nos menores frascos. Isso nem sempre é verdadeiro, pois alguns dos venenos mais mortais podem vir em uma pilha, em um termômetro ou num brinquedo qualquer. Então, coisas assim comuns, que a gente tem dentro de casa, podem provocar coisas que a gente nem imagina. Por exemplo, com o uso do mercúrio, uma dose de 200 miligramas de mercúrio pode ser letal para um ser humano, e pensar que antes o mercúrio era usado como remédio contra sífilis. Então, um veneno aí junto e a gente tem isso no nosso dia a dia, por isso é interessante fazer esse tipo de trabalho, para saber o que compõe cada coisa que a gente tem no nosso cotidiano, pois, assim como existe a Química para benefícios, também existe para malefícios, para destruição. Na minha opinião, a Química serve mais para benefícios, pois aí depende de como o ser humano vai manipular essa Química.

A2 também falou:

É assim, também como a gente viu nos trabalhos e nas apresentações, tem os pesquisadores, cientistas, tipo, eles se matam para pesquisar, procurar, fazer e acontecer, e muita gente não dá valor, dizem que a Química só serve para o mal, para a bomba atômica. A gente tem que ver e estudar mais a fundo, e saber que não é só isso, assim como tem o lado ruim, tem o bom também. A gente pode perceber que no mínimo detalhe pode estar escondido o perigo. É bom a gente saber, conhecer, buscar, antes de julgar. Sobre os brinquedos, como fala nosso artigo, é uma brincadeira, uma coisa simples, que diverte, mas, mal usado e sem a supervisão de adultos, pode ocorrer e acabar em uma fatalidade. Por isso tem que buscar, conhecer e ir atrás das informações.

Finalizando a exposição, A18 expôs:

É como falou A2 nem tudo que a gente pensa sobre Ciência e Tecnologia é só malefício, não é não; a gente tem que conhecer realmente, porque muitas das coisas que foi estudado, eu aposto, que a maioria de nós não sabia. Quem realmente se interessou pelo trabalho fez com gosto e aprendeu, muitas vezes foi cansativo, mas a vontade de fazer, aprofundar melhor os temas, tudo isso foi muito bom! Vejam a Química, a gente respira como no caso do próprio oxigênio e vários outros compostos a nossa volta; como já disse, é interessante você estudar para aprender, falar das coisas com nexos.

No desenvolvimento das atividades propostas, a equipe 3, por meio de seus integrantes, provou com um raciocínio convincente, composto por um diferencial muito significativo, no que respeita aos demais grupos, levando-nos a entender que, segundo Freire (1996, p. 35), "é próprio do pensar certo a disponibilidade ao risco, a aceitação do novo que não pode ser negado ou acolhido só porque é novo, assim como o critério de recusa ao velho não é apenas o cronológico".

Estabeleceram-se com o grupo múltiplos segmentos, como um grau de maturidade durante os relatos, o compromisso com o ato de estudar e aprofundar os temas em questão, o discernimento sobre as situações do cotidiano químico na sociedade, o destaque referente aos fatores positivos e/ou negativos da ciência e da tecnologia, sobretudo a responsabilidade de que, ao compartilhar informações, é primordial que estas tenham fundamentação e cientificidade.

Os estudos sobre o artigo "A fórmula do corpo humano" (ALDRIDGE; LUCÍRIO, 1996), inserido no Guia Didático, foram explanados pela equipe 4 formada pelos participantes A8, A9 e A10.

A8 iniciou:

Os elementos que compõem o corpo humano são vários, mas, segundo o artigo, são 17 que regulam todo o processo da vida, como flúor, potássio, sódio, cobre, cálcio, selênio, manganês, molibdênio, ferro, zinco, iodo,

fósforo, magnésio, cobalto, cromo, enxofre e cloro. Eu particularmente não tinha todas essas informações.

Na sequência A9 explicitou:

A Química está relacionada a tudo, muito junto com a Ciência, Tecnologia e Sociedade, traz benefícios como saúde, bem-estar, conforto, mas, como outros colegas já falaram, a má utilização de tudo isso pode trazer muitos problemas e prejuízos à vida hoje, principalmente os danos ambientais.

Adicionando informações A10 proferiu: *“Penso que tudo o que acontece dentro do ser humano e ao nosso redor está ligado com a Química, pois são átomos, elementos químicos, e esta Química está intimamente ligada ao enfoque CTS”.*

A8, então, complementou:

Nosso artigo está dentro da CTS porque foi através da Ciência e da Tecnologia que muitos cientistas descobriram os elementos químicos. A partir de agora, nós também temos mais responsabilidade em divulgar a Química e o enfoque CTS, explicando para as pessoas os benefícios de tudo isso, mas principalmente alertando sobre perigos e prejuízos que podem fazer parte da nossa vida.

A percepção dessa equipe foi caracterizada no comprometimento em também repassar os ensinamentos aprendidos, mediante o entendimento da composição do corpo humano e na associação de como os átomos de um mesmo número atômico, formam uma classe de elementos químicos.

Cada vez mais, se faz necessário que os jovens entendam que a Ciência é incerta e que não é pronta e acabada, que traz contradições que merecem ser refletidas e questionadas.

Nesse sentido, Batista e Salvi (2006, p. 152) enfatizam que:

O desafio da complexidade que a pós-modernidade coloca exige uma confrontação com os paradoxos da ordem/desordem, da parte/todo, do singular/geral. Há nesse aspecto, a necessidade de incorporar o acaso e o particular como componentes da análise científica, admitindo a temporalidade no fenômeno que mistura a natureza singular e evolutiva do mundo à sua própria, que é factual e acidental. Esse é o paradigma reivindicado pelo movimento pós-moderno, que epistemologicamente supera os limites do determinismo e da simplificação e incorpora acaso, probabilidade e incerteza como parâmetros necessários à compreensão da realidade.

Sendo assim, o ato educativo é edificado por meio da relação dinâmica entre o docente que respeita o cabedal de experiências e conhecimentos prévios que o discente apresenta nos diálogos interdisciplinares, formando um panorama enriquecedor para a mediatização do conhecimento científico.

Confirma-se, também, que as questões relativas aos danos ambientais, outra vez, são citadas, o que mostra que os educandos, em sua maioria, abordam sempre os mesmos quesitos. Isso repercute na prioridade de que os docentes estejam direcionando o ensino e a aprendizagem para os demais problemas sociais, tais como as dependências químicas lícitas e ilícitas, a polêmica sobre os transgênicos, os efeitos dos anabolizantes e tantos outros segmentos sociais que carecem de debates e ampliação no horizonte de análise, reflexão, conhecimento e atuação.

Os participantes revelaram a formação de novas opiniões que vão influenciar nos rumos futuros do patamar social e cultural da vida cotidiana.

Os educandos da equipe 5 representados pelos alunos A5, A16 e A17, foram responsáveis pelo artigo "Os construtores de átomos" (VENTUROLI, 1994), explícito no Guia Didático, verbalizaram suas ideias.

A5 começou: *"A Química não é uma ciência muito antiga, mas está em nossa vida em muitas coisas que nem percebemos"*.

A16: *"É, a sociedade constrói a ciência e a tecnologia, e estas constroem a sociedade"*.

A17: *"Como diz no texto que escrevemos sobre CTS, todo esse desenvolvimento tecnológico surgiu das necessidades humanas, mas nem sempre são mesmo necessidades, muitas vezes são futilidades que geram consumo excessivo"*.

A5 completou o pensamento: *"Alimentando o capitalismo"*.

A17 finaliza: *"Por este motivo, nós temos que tentar solucionar algumas coisas, é importante que nosso planeta seja um lugar agradável para viver"*.

Nessa ótica, a comunicação da equipe expressa a interdependência entre sociedade, ciência e tecnologia, denotando as atitudes reais do mundo em que vivemos, o qual é disposto por momentos sociais ora justos ora injustos.

Também é compreensível que, para o grupo, ainda haja algumas dificuldades para perceber a amplitude dos segmentos químicos, além da ausência

no esclarecimento sobre quais são as diretrizes concretas para melhorar a qualidade de vida no planeta.

Isso situa a prioridade em trabalhar com mais afinco em sala de aula, com conhecimentos do cotidiano interligados com temas curriculares, de forma a edificar uma ponte interdisciplinar, para que seja possível formarmos cidadãos mais críticos e conhecedores do seu entorno.

Conforme Gibbons *et al.* (1997), a interdisciplinaridade representa um movimento que articula novas formas de organização dos saberes vinculados para um novo sistema de produção, propagação e troca de experiências no processo histórico da educação, o que traz resultados enriquecedores na aquisição de outras formas de saber e conceber comunicação e aprendizagem.

A equipe 6, composta pelos alunos A6, A14 e A15, tratou do artigo "De que somos feitos" (CANDIDO, 2004), também incluído no Guia Didático.

A14 fez uma analogia com as pesquisas realizadas e comentou: "*Na Química, se usarmos maus ingredientes, vamos causar muitos malefícios às pessoas*".

A15 enfatizou: "*Os cientistas, químicos, todos esses caras, fazem altas pesquisas, porém o descobrimento de um elemento químico pode ser útil para coisas muito boas e outras muito ruins*".

A6 manifestou-se: "*Gosto de pensar que nossa receita para um mundo bem melhor está nos ingredientes como amor, carinho, fraternidade, responsabilidade e alegria para todos*".

A14 interagiu: "*Nossa receita precisa ser aceita por muita gente, então, queremos essas pessoas nos ajudando para que dê tudo certo*".

A15 completou: "*Tudo isso exige muito estudo, temos muitas dúvidas, mas temos boa vontade em acertar*".

Essa etapa foi figurada pelos aportes do humanismo, tal como a preocupação de que os delineamentos dos participantes fossem aceitos pelos demais, como construção de estratégias para o pleno desenvolvimento do trabalho coletivo.

Entretanto é essencial indicar para os estudantes que no âmbito social, tecnológico, científico, político, econômico e cultural nem sempre as ideias serão aceitas, pois em qualquer situação do cotidiano há "prós" e "contras". Para Demo (1990, p. 48):

[...] esta discussão pode mostrar o quanto a pesquisa é fundamental para descobrir e criar. É o processo de pesquisa que, na descoberta, questionando o valor vigente, acerta relações novas no dado e estabelece conhecimentos novos. É a pesquisa que, na criação, questionando a situação vigente, sugere, pede, força o surgimento de alternativas.

Por tal razão, é de grande valia preparar os educandos para a adaptabilidade de suas ações e pensamentos, entendendo que cada pessoa tem valores próprios e a modificação destes é inerente do ser humano, tendo-se em conta o livre-arbítrio.

O último artigo do Guia Didático, "Filhos dos astros, netos do *Big Bang*" (STEINER, 1998), trouxe esclarecimentos na ordem da bagagem científica, por meio da equipe 7 representada pelos discentes A4, A7 e A21.

A4 proferiu: *"Para haver ciência, é preciso tecnologia e, a partir disso, passar essas informações para a sociedade, mas isso nem sempre acontece; a teoria do Big Bang, pura química, traz essas informações de forma bem clara"*.

A7: *"Comecei a pesquisar mais e descobri que existe um planeta que os astrônomos dizem que é feito de diamante, então é composto basicamente de carbono"*.

A21 acrescentou: *"Estudos falam que é provável que lá tenha oxigênio e então, tudo isso é Química do dia a dia para nós! Também, o estudo sobre os buracos negros era desconhecido para nosso grupo"*.

Depois de uma semibreve pausa, A21 voltou a falar: *"Conversamos com amigos e pessoas da família, a maioria não sabia nada a respeito do Big Bang"*.

A4 novamente pediu a palavra e realçou: *"Somos parte da sociedade que produz tecnologia. E se somos filhos dos astros e netos do Big Bang, nós ainda temos muito por fazer, melhorar várias coisas em nossas vidas e na vida dos outros"*.

As falas demonstram um reconhecimento do papel dos elementos químicos nas atividades que foram propostas. Também é relevante o fato de que os educandos dialogaram com outras pessoas a respeito do estudo que estavam fazendo, demonstrando interesse em coletar e analisar demais opiniões.

Apesar também de esse grupo identificar a necessidade de trabalhar em prol da melhoria da ciência e da tecnologia, ratifica-se que as metas pormenorizadas a respeito disso ainda não ficaram totalmente estabelecidas no patamar da praticidade das ações, fator que poderá ser aprimorado no transcorrer do ensino médio, visto que a proposta inicial incitou um primeiro momento de reflexões por parte do grupo.

Esses posicionamentos ficam ancorados em Oaigen (1996), quando faz menção de que é a busca das ações que possibilita o crescimento do homem, por interferência de um caminho a ser trilhado e edificado a seu tempo.

Diante do exposto e por meio da riqueza dos relatos dos participantes do estudo, é possível perceber que o educando, quando estimulado a novas propostas de aprendizagem, responde afirmativamente, dando importante parcela de contribuição para que a sala de aula se transforme num ambiente produtivo, real, agradável, enriquecedor e sobretudo renovador a cada percurso que se constrói na aprendizagem efetiva e significativa, condutora da autorrealização do docente que traz no âmago o empenho e a perseverança de estabelecer parcerias diariamente, para escrever a história do ato educativo no ensino de Química.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização deste estudo, verificou-se por meio da trajetória descrita, que houve mudanças significativas no entorno do espaço pedagógico, representado pela concretude dos fatos cotidianos que compuseram o ensinar e aprender no mosaico do ato educativo.

No desenvolvimento das atividades previstas, foram identificadas as etapas evolutivas das concepções dos educandos sobre a importância das relações sociais da ciência e da tecnologia, visto que é por meio da edificação do conhecimento científico que podemos estabelecer parâmetros que delimitam a relevância do educando que busca juntamente com seu professor formar conceitos atuais e contemporâneos sobre o ensino de Química.

Neste rol de atitudes participativas, foram estabelecidas metas que conduziram as múltiplas experiências integradoras de informações que *pari passu* se transformaram em conhecimento social e cultural, como eixo norteador para a interpretação e entendimento das pesquisas efetivadas em Revistas de Divulgação Científica. Conduzindo o aluno a reflexões e socializações mais conscientes da responsabilidade do cidadão crítico e proativo, sobremaneira, tratando-se do estudo dos elementos químicos e suas implicações sociais.

No roteiro desta aprendizagem crítica, vale deixar registrados alguns depoimentos, como forma de corroborar as considerações que se apresentam, tendo em vista que os educandos foram partícipes atuantes e receptivos na jornada que versa educação.

A4: *“Fiquei admirada comigo mesma, foi muito conhecimento novo e interessante, tudo ao mesmo tempo”*.

A19: *“Houve questões muito curiosas, muita coisa que a gente não sabia sobre a Química”*.

A7: *“Estivemos todos ligados da mesma maneira, aprendemos sobre CTS, elementos químicos, a nossa vida”*.

A2:

Minha mãe aprendeu junto comigo, pois enquanto ela fazia a janta eu ia contando o que estava estudando sobre CTS e a química do dia a dia; por

isso a importância de levar essa aprendizagem fora da sala de aula, ampliar e levar para outras pessoas.

A3: *“Estou dando mais importância para os benefícios e riscos da Química, não quero que ela seja prejudicial para mim e nem para o outro, pois somos sociedade”.*

A18: *“Fui gravando e absorvendo tudo à medida que ia estudando, lendo, senti vontade de pesquisar cada vez mais”.*

A1:

Agora quando vou no mercado, busco saber o que estou realmente comprando, onde estão os elementos químicos, será que são bons ou prejudiciais?. Vejam, aprendi que tem mais estrelas no céu do que grãos de areia sobre a Terra; e nas estrelas, lá está o hidrogênio.

A 21: *“O mais importante é que, a partir desse trabalho, temos um olhar diferente sobre as coisas”.*

Desse modo, percebeu-se que as intenções metodológicas potencializaram novas formas de compreensão, a partir de discussões, confrontos de ideias, realização de investigações, procedimentos elaborados de leitura e análise dos artigos, indicando um ensino contextualizado e viabilizador de novos hábitos de aprendizagem que permitiram ao docente mensurar qualitativamente.

O aluno foi respeitado mediante as suas especificidades, como formas de ver, entender e interpretar seu entorno, pautado num sistema de valores humanistas.

Em vista disso, o ensinar e aprender foi alicerçado nas relações dinâmicas, as quais uniram a bagagem histórica e científica da pesquisadora com a riqueza das experiências vivenciadas pelos educandos, formando uma sincronia para enfrentar desafios, romper paradigmas e principalmente criar prismas interconectados no pluralismo dos saberes.

Ainda, na performance do cotidiano escolar, o produto deste estudo caracterizou-se pela compilação de todas as atividades efetuadas pelas equipes, originando com autonomia um Guia Didático⁵, pautado num trabalho dialógico, reflexivo e crítico, considerando-se a 2.^a série do ensino médio de uma escola pública.

⁵O Guia Didático, intitulado O estudo dos elementos químicos e sua identificação na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): perspectivas de uma aprendizagem crítica para a 2.^a série do Ensino Médio, encontra-se na Produção Técnica, enquanto seguimento desta dissertação.

Os dias na educação coetânea são semibreves, mas a travessia à construção da erudição é longa e demanda labuta intensa em prol dos valores morais e espirituais, na condição de elevar o homem a um mundo mais justo e estabilizado, em meio ao intrépido desenvolvimento da ciência e da tecnologia. E a escola está caracterizada como importante organização social, cujo componente de maior destaque mediante suas relações sociais, científicas e culturais é o conhecimento.

Por isso, este estudo procurou elucidar reflexões que possam estimular educandos e educadores para a ampla possibilidade de vivenciar a prática contextualizada como instrumento interdisciplinar, conduzindo o ato pedagógico com perspectivas do entendimento dos fenômenos que perfazem o dia a dia do cidadão.

Nessa conexão, os educadores trazem no âmago a responsabilidade, o comprometimento e a obrigatoriedade de ofertar diariamente um novo olhar, a cada momento que se dispõem a ensinar, porque continuamente aprendem que tão somente estamos principiando.

Portanto, pode-se afirmar que o estudo dos elementos químicos numa abordagem CTS, contribuiu para a formação conceitual, procedimental e atitudinal mais crítica dos educandos da 2.^a série do ensino médio da Escola de Educação Básica Barão de Antonina, na cidade de Mafra, no estado de Santa Catarina.

5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Partindo dos estudos realizados, conclui-se que este trabalho surtiu efeitos positivos quando da aplicação em uma 2.^a série do ensino médio. Contudo, considerando-se o estudo como uma nova proposta ao ensino de Química, edificada com base nos problemas de aprendizagem percebidos nos educandos em questão, entende-se relevante e necessária a realização de outras investigações e desdobramentos, como metas de aperfeiçoamento, tal como para sanar as possíveis limitações existentes.

Aventa-se a aplicação do estudo em duas turmas de educandos da disciplina de Química, tendo-se a 2.^a série do ensino médio como referencial, de modo a respeitar os cenários sociais e as contingências encontradas entre as

turmas, recordando que a pesquisa qualitativa permite utilizar várias técnicas de coletas de dados, tais como várias estratégias para registrar e analisar os dados.

Nesse caso, se manteria o protocolo apresentado neste estudo, mas se incluiria a entrevista, visto que por meio desta se propõe uma conversa orientada e com ampla utilização na pesquisa educativa, pois é considerada importante técnica para sanar muitas das questões que preocupam educadores, tratando-se do ensino e da aprendizagem, pois assim seria possibilitado o enriquecimento da proposta destinada aos discentes e docentes de Química Geral, vislumbrando a real melhoria da qualidade do ensinar e aprender quimicamente, nos alicerces da interligação da teórica com a *práxis* do cotidiano social e cultural.

Recomenda-se, também, o detalhamento da biografia dos cientistas descobridores dos elementos químicos, como forma de aprimoramento histórico da base científica da pesquisa. Outrossim, registra-se a importância em nível programático e curricular de completar o estudo dos elementos químicos, pois a tabela periódica é composta por 118 elementos, e neste caso foram pormenorizados 81 elementos.

Portanto, agregar o aprofundamento das propriedades periódicas, como características e tendências de máxima utilidade para prever o comportamento de átomos e moléculas, sobremaneira o entendimento da razão de certos átomos serem extremamente reativos enquanto outros são praticamente inertes.

Registra-se que um estudo que venha abarcar todos os elementos químicos poderá propiciar ao educando mais conhecimento científico, bem como a formação de atitudes conscientes e críticas, as quais vão interferir em sua qualidade de vida no tocante às relações e implicações sociais.

Igualmente, os artigos estudados poderiam ser pesquisados na língua espanhola e/ou inglesa, estimulando o educando ao aperfeiçoamento dos idiomas, tão necessários para a formação complementar escolar. Para tanto, far-se-ia primordial a investigação em revistas e artigos científicos apresentados no *Scientific Electronic Library online* – Scielo, pois essa biblioteca eletrônica abrange seleta coleção de periódicos, e assim os alunos seriam encorajados à produção de futuros artigos e projetos científicos em nível nacional e internacional.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO DIAZ, J. A. **Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias através de CTS.** Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm>>. Acesso em: 5 ago. 2010.

ADDISON, C. C. **Chemistry in Britain**, v. 13, n. 7, p. 258, 1977.

ALDRIDGE, S.; LUCÍRIO, I. D. A fórmula do corpo humano. **Superinteressante**, ed. 1.000, jul. 1996. (Categoria: Ciência).

ALVES, A. J. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. **Caderno de Pesquisas**, São Paulo, v. 77, p. 53-61, maio 1991.

ANTUNES, G. T. **Novo dicionário internacional de biografias: dados biográficos.** São Paulo: Nobel, 1999.

AULER, D. Democracia, tecnocracia e educação em ciências. *In*: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DAS CIÊNCIAS, 2.; SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS, 6.; SIACTS- EC, 2., 2010, Brasília. **Caderno de resumos...** Brasília, jul. 2010. p. 12.

_____. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências.** 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

_____; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: <<http://www.cultura.ufpa.br/ensinofts/artigo4/ctsbrasil.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2010.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, L. G. D. C.; LIMA, M. E. C. C. A abordagem de temas controversos no ensino de ciências: enfoques das pesquisas brasileiras nos últimos anos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃOEMCIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009.

BARDIN, I. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia**: um guia para a iniciação científica. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BATISTA, I. L.; SALVI, R. F. Perspectiva pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação integrativa. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p. 147-159, 2006.

BAUTISTA-VALLEJO, J. M. **Una escuela con proyecto propio**. Sevilla: Padilha, 2000.

BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade e suas implicações. *In*: _____. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/bazzo03.htm>>. Acesso em: 31 jul. 2010.

BERNARDELLI, M. S. Encantar para ensinar: um procedimento alternativo para o ensino de química. *In*: CONVENÇÃO BRASIL/LATINO-AMÉRICA, CONGRESSO BRASILEIRO E ENCONTRO PARANAENSE DE PSICOTERAPIAS CORPORAIS, 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2004.

BIDDLE, B.; ANDERSON, D. S. Theory, methods, knowledge and research on teaching. *In*: WITTROCK, M. (Ed.). **Handbook of research on teaching**. 3. ed. Nova York: McMillan, 1986. p. 230-252.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 25. ed. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2005.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 7 set. 2010.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: MEC, 1999.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciências às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciências & Educação**, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132004000300005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 set. 2011.

CANDIDO, J. De que somos feitos. **Superinteressante**, ed. 202, jul. 2004. (Categoria: Ciência).

CASTILHO, D. L.; SILVEIRA, K. P.; MACHADO, A. H. As aulas de química como espaço de investigação e reflexão. **Química Nova na Escola**, v. 9, p. 14-17, maio 1999.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2002.

CHAGAS, A. P. **Como se faz química**. Campinas: Editora da Unicamp, 1989.

CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Ed. Injuí, 1993.

_____. **Educação consciência**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003.

CHAVES, I. M. B. Razão e sensibilidades, cultura e imaginário: a formação do professor em destaque. *In*: FONTOURA, H. A. (Org.). **Diálogos em formação de professores: pesquisas e práticas**. Niterói: Intertexto, 2007. p. 181-190.

CHINELLI, M. V.; PEREIRA, G. R.; AGUIAR, L. E. V. Equipamentos interativos: uma contribuição dos centros e museus de ciências contemporâneos para a educação científica formal. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 4, dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172008000400014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 23 jan. 2010.

CISCATO, C. A. M.; BELTRAN, N. O. **Química**: parte integrante do projeto diretrizes gerais para o ensino de 2.º grau núcleo comum (convênio MEC; PUC-SP). São Paulo: Cortez e Autores Associados, 1991.

COMENIUS, J. A. **Didactica magna**. Tradução de Ivone Castilho Benedetti. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

_____. **Didática magna**: tratado universal de ensinar a todos. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1957.

COSTA, J. A. O papel da escola na sociedade actual: implicações no ensino das ciências. **Millenium - Revista do Instituto Superior Politécnico de Viseu**, v. 15, p. 56-62, 1999.

DELORS, J. *et al.* **Educação**: um tesouro a descobrir. 6. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC / UNESCO, 2001.

DEMO, P. **Educação & conhecimento**: relação necessária, insuficiente e controversa. Petrópolis: Vozes, 2001.

_____. **Metodologia científica em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1981.

_____. **Pesquisa**: princípio científico e educativo. São Paulo: Cortez, 1990.

DRIVER, R. *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, maio 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2010.

EICHLER, M.; DEL PINO, J. C. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 6, dez. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422000000600019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 set. 2011.

ENS, R. T. O significado da pesquisa segundo professores formadores. *In*: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 29., 2006, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 2006. v. 1. p. 1-6. Disponível em <www.anped.org.br/reunioes/29ra/trabalhos/posteres/GT08-1746--Int.pdf>. Acesso em: 17 set. 2011.

FARIAS, R. F.; NEVES, L. S.; SILVA, D. **História da química no Brasil**. Campinas: Átomo, 2010.

FAURE, E. **Aprender a ser**. Lisboa: Bertrand, Difusão Europeia do Livro, 1974.

FERREIRA, N. T. **Cidadania**: uma questão para a educação. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

FIORIN, J. L. Linguagem e interdisciplinaridade. **Alea**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 29-53, jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-106X2008000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 31 jul. 2010.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagem CTS em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2. p. 251-269, 2008.

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

_____. **Pedagogia da indignação**: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: Unesp, 2000.

GAGLIARDI, R. Como utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 291-296, 1988. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewArticle/51106/0>>. Acesso em: 17 set. 2011.

GAGO, M. **Manifesto para a ciência em Portugal**. Lisboa: Gradiva, 1990.

GARATTONI, B. A próxima grande extinção. **Superinteressante**, ed. 264, abr. 2009. (Categoria: Cotidiano).

GARCIA, I. T. S.; KRUGER, V. Implantação das diretrizes curriculares nacionais para formação de professores de química em uma instituição federal de ensino superior: desafios e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 8, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000800039&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 23 jan. 2010.

GIBBONS, M. *et al.* **La nueva producción del conocimiento**: la dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas. Barcelona: Pomares-Corredor, 1997.

GOERGEN, P. Educação e valores no mundo contemporâneo. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 26, n. 92, out. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302005000300013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 8 set. 2011.

GOLDBACH, T. *et al.* A utilização de artigos de divulgação científica no trabalho docente. *In*: ENEBI, 1.; EREBIO, 3. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia, 2005.

GOMES, M.C.; DA POIAN, A. T.; GOLDABCH, T. Revistas de divulgação científica no ensino de ciências e biologia: contribuições e limitações de seu uso. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007. Disponível em: <www.mc.unicamp.br/redpop2011/trabalhos/190.pdf>. Acesso em: 8 set. 2011.

GONÇALVES, J.C. **Tabela atômica interdisciplinar**. 34. ed. Curitiba: Atômica, 2010.

GUEDES, P. C.; SOUZA, J. M. Leitura e escrita são tarefas da escola e não apenas do professor de português. *In*: NEVES, I. C. B. *et al.* (Orgs.). **Ler e escrever, compromisso de todas as áreas**. 2. ed. Porto Alegre Ed. da Universidade, 1998. v. 1. p.13-17.

HENTZ, P. Eixos norteadores da proposta curricular. *In*: SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação e do Desporto. **Proposta Curricular de Santa Catarina**: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio: formação docente para a educação infantil e séries iniciais. Florianópolis: COGEN, 1998. p. 12-14.

HOFACKER, U. Por que queremos apresentar a química para o cidadão e quem é o cidadão? *In*: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 9., 1987, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Química, USP, 1987. p.133-153.

HURD, P. H. Um novo contexto para a educação em ciências nas escolas: ciência/tecnologia/sociedade. *In*: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL ENSINO DE CIÊNCIAS PARA O SÉCULO XXI (Alfabetização em Ciência e Tecnologia), 1990, Brasília. **Anais...** Brasília, jun. 1990.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Programa Internacional de Avaliação de Alunos – PISA**. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/internacional/pisa>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JOBIM E SOUZA, S.; GAMBA JUNIOR, N. Novos suportes, antigos temores: tecnologia e confronto de gerações nas práticas de leitura e escrita. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 21, dez. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782002000300009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 set. 2010.

KAWAMURA, M.; SALÉM, S. O texto de divulgação e o texto didático: conhecimentos diferentes? *In*: Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, 5., 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 1996.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1988.

LABURU, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência da Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-731320030002000070&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 31 jul. 2010.

LIMA, M.; LEMOS, M. F.; ANAYA, V. Currículo escolar e construção cultural: uma análise prática. **Dialogia**, São Paulo, v. 5, p. 145-151, 2006.

LOPES, A. R. C. Reações químicas: fenômeno, transformação e representação. **Química Nova na Escola**, n. 2, nov. 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/conceito.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MALDANER, O. A.; PIEDADE, M. C. T. Repensando a química: a formação de equipes de professores/pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula de química. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 15-19, maio 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/relatos.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2011

MARTINS, I. Ciência, tecnologia sociedade na década da educação para o desenvolvimento sustentável. *In*: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DAS CIÊNCIAS, 2.; SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS, 6.; SIACTS-EC, 2. **Caderno de resumos...** Brasília, jul. 2010, p. 11.

MATSUURA, K. Prefácio do diretor-geral da UNESCO para a edição em língua portuguesa da declaração sobre a ciência e a utilização do conhecimento científico e da Declaração de Santo Domingo. *In*: UNESCO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, ABIPTI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA. **Século XXI: uma nova visão e uma base de ação**. Brasília, 2003. p. 7-9. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001315/131550por.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2011.

McMURRAY, F. Concepts of mind and intelligence in educational theory. **Educational Theory**, Urbana, n. 25, p. 234-242, 1975.

MELLO, G. N. Diretrizes curriculares para o ensino médio: por uma escola vinculada à vida. **Revista Ibero-Americana**, n. 20, maio/ago. 1999. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/rie20a06.htm>>. Acesso em 28 jul. 2010.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. São Paulo: Papyrus, 2002.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, M. A.; NARDI, R. O mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 3, set./dez. 2009. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/rbect/article/view/549>>. Acesso em: 8 set. 2011.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Tradução de Eloá Jacobina. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

_____. **Ciência com consciência**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2000a.

_____. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

_____. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2000b.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, jul./dez.1996.

NEWBOLD, B. T. Apresentar a química para o cidadão: um empreendimento essencial. *In*: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 9., 1987, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Química, USP, 1987. p. 155-173.

NOGUEIRA, M. Os elementos da morte. **Superinteressante**, ed. 218, out. 2005. (Categoria: Ciência).

OAIGEN, E. R. **Atividades extraclases e não-formais**: uma política para a formação do pesquisador. Chapecó: Grifos, 1996.

OKI, M. C. M. O conceito de elemento: da antiguidade à modernidade. **Química Nova na Escola**, n. 16, nov. 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf>. Acesso em: 8 set. 2011.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**: química geral e inorgânica. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2003. v. 1.

PETRAGLIA, I. C. **Edgar Morin**: a educação e a complexidade do ser e do saber. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

PETRUCCI, V. L. **A democratização do conhecimento científico e tecnológico**: considerações. São Paulo: CPCT, 1989. [mimeo].

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. Ciência-tecnologia-sociedade: um compromisso ético. **Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad – CTS**, v. 2, n. 6, p. 173-194, dez. 2005. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/924/92420608.pdf>>. Acesso em 8 set. 2011.

QUEIROZ, A. D. Uma nova escola para o novo mundo. *In*: SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação, Ciência e Tecnologia. **Proposta Curricular de Santa Catarina**: estudos temáticos. Florianópolis: IOESC, 2005. Prefácio. p. 5-7.

REZENDE, C. M. Ano internacional da química. **Química Nova**, v. 34, n. 1, p. 3-4, 2011. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2011/vol34n1/index.htm>>. Acesso em: 7 set. 2011.

RIBEIRO, R. J. **Projeto de curso experimental de graduação interdisciplinar em Humanidades**. 2001. Disponível em: <www.renatojanine.pro.br/Humanidades/projeto.html>. Acesso em: 15 set. 2010.

ROCHA, B. M. **O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de Ciências**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciência e Saúde) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

ROSA, M. I. P.; TOSTA, A. H. O lugar da química na escola: movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, ago. 2005. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/viewarticle.php?id=75&layout=abstract>>. Acesso em: 1.º abr. 2010.

ROSSETTI, A. R. **Quimicamente falando!** 2.500 curiosidades cotidianas. 2. ed. Porto Alegre: Solidus, 2004.

RUTHERFORD, F. J.; AHLGREN, A. **Ciência para todos**. Tradução de Catarina C. Martins. Lisboa: Gradiva, 1995.

SACRISTÁN, J. G.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e transformar o ensino**. Tradução de Ernani F. da Fonseca Rosa. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação e do Desporto. **Proposta Curricular de Santa Catarina**: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio: formação docente para a educação infantil e séries iniciais. Florianópolis: COGEN, 1998.

_____. Secretaria de Estado da Educação, Ciência e Tecnologia. **Proposta Curricular de Santa Catarina**: estudos temáticos. Florianópolis: IOESC, 2005.

SANTOS, M. E. V. M. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. **Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad – CTS**, v. 2, n. 6, dez. 2005. Disponível em: <http://oeibolivia.org/files/Volumen%202%20-%20N%C3%BAmero%206/doss05.pdf>. Acesso em: 10 set. 2011.

SANTOS, W. L. P. **Aspectos sociocientíficos em aulas de química**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

_____; MÓL, G. S. (Coords.). **Química e sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

_____ *et al.* Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 11-14, nov. 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a02.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

_____; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

_____; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. 4. ed. rev. e atual. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SARDELLA, A.; MATEUS, E. **Dicionário escolar de química**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1990.

SCHNEIDER, D. A tabela periódica da sustentabilidade. **Superinteressante**, ed. 255, ago. 2008. (Categoria: Cotidiano).

SCHNETZLER, R. P. **O tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino médio secundário de química de 1875 a 1978**: análise do capítulo de reações químicas. 1980. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1980.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. *In*: NÓVOA, Antonio (Org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992, p. 77-92.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de física a partir de temas controversos. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, nov. 2007. Disponível em <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/152/105>>. Acesso em: 3 set. 2011.

SILVA, M. J. **O ensino de CTS através de revistas de divulgação científica**. 2005. Dissertação (Mestrado Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<http://antiga.ppgect.ufsc.br/dis/16/Resumo.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2011.

_____; SOUZA CRUZ, S. M. S. C. A inserção do enfoque CTS através de revistas de divulgação científica. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, 9., 2004, Jaboticatubas. **Anais...** Jaboticatubas, 2004.

SILVEIRA, R. M. C. F. **Inovação tecnológica na visão dos gestores e empreendedores de incubadoras de empresas de base tecnológica do Paraná (IEBT-PR): desafios e perspectivas para a educação tecnológica.** 2007. Tese (Doutorado em Educação Científica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://antiga.ppgect.ufsc.br/teses.htm>>. Acesso em: 31 jul. 2011.

STANGE, S. M. Abordaje comunicativo. **Ágora: Revista de Divulgação Científica da Universidade do Contestado**, Mafra, v. 2, n. 1, jan./jun. 1995.

_____; SILVEIRA, R. M. C. F.; STIIRMER, J. C. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio nos liames da química e a química no enfoque do cotidiano: perspectivas na formação do cidadão. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 3. (Educação: Saberes para o Século XXI), 2011, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 2011.

STEINER, J. Filhos dos astros, netos do *Big Bang*. **Superinteressante**, ed. 125, fev. 1998. (Categoria: Tecnologia).

TANNURI, U. Nossa língua portuguesa, ferida, malfalada e mal escrita. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 52, n. 4, ago. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302006000400001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 set. 2010.

TEIXEIRA, E. **As três metodologias: acadêmica da ciência e da pesquisa.** 4. ed. Belém: UNAMA, 2002.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TERRAZZAN, E. A. O potencial didático dos textos de divulgação científica: um exemplo em física. *In: ENCONTRO LINGUAGENS, LEITURAS E ENSINO DE CIÊNCIAS*, 3., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas, 2000.

THIESEN, J. S. A formação do educador numa perspectiva humanizadora. **Ágora: Revista de Divulgação Científica da Universidade do Contestado, Marombá**, v. 2, n. 1, jan./jun. 1995.

_____. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 39, dez. 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782008000300010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 1.º abr. 2010.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 20, n. 1, fev. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421997000100014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 7 set. 2011.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, ABIPTE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA. **Século XXI: uma nova visão e uma base de ação**. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001315/131550por.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2011.

UTIMURA, T. Y.; LINGUANOTO, M. **Química**: livro único. São Paulo: FTD, 1998.

VALE, J. M. F. Educação científica e sociedade. *In*: NARDI, R. (Org.). **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 1-7.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O surgimento da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na educação: uma revisão. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009. **Anais...**

VENTUROLI, T. Os construtores de átomos. **Superinteressante**, ed. 85, out. 1994. (Categoria: Ciência).

VILCHES, A.; FURIÓ, C. Ciencia, tecnologia, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI. *In*: CONGRESO INTERNACIONAL "DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS", 1.; Y TALLER INTERNACIONAL SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, 6., 1999. Centro de Convenciones Pedagógicas Cojimar, Ciudad de La Habana, Cuba, 1999. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/ctseducacion.htm>>. Acesso em: 31 jul. 2010.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. esp., p. 1-19, nov. 2007.

XAVIER, M. B. **Universidade, ciência, tecnologia e sociedade**. Disponível em: <http://www2.uepa.br/novo/institucional/a_reitora.php>. Acesso em: 20 jul. 2010

WARE, S. A. *et al.* Filosofia e aproximação do Chemcom. Tradução de Maria da Visitação Barbosa. **International Newsletter on Chemical Education. Iupac**, n. 26, p. 17-21, 1986.

APÊNDICES

**APÊNDICE A – Termo de Consentimento dos Pais e/ou Responsáveis pelos
Participantes do Estudo**

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, _____ portador de Registro Geral - RG número _____, com Cadastro de Pessoa Física - CPF de número _____, pai e/ou responsável de _____ portador de Registro Geral – RG, número _____, concordo que meu (minha) filho (a) venha a participar, voluntariamente, das atividades e investigações científicas sobre “**O estudo dos elementos químicos numa abordagem ciência, tecnologia e sociedade**”, bem como autorizo a Professora Simone Moraes Stange a utilizar os dados obtidos, a partir da observação participante, anotações em diário de campo, produções dos alunos, fotografias e filmagens, coletados nas aulas de Química, da Escola de Educação Básica Barão de Antonina, na cidade de Mafra, estado de Santa Catarina. Reconheço que as informações poderão ser utilizadas, para fins de pesquisa científica, em futuras publicações, desde que o anonimato de meu(minha) filho(a) seja garantido.

De acordo,

Mafra – SC, ____/____/____

APÊNDICE B – Termo de Consentimento da Direção da Escola

Ilmo Sr(a)

Diretor

Dirijo-me a V.S., na condição de acadêmica do curso de pós-graduação em nível de Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus de Ponta Grossa, com o objetivo de solicitar a vossa permissão para realizar atividades e investigações científicas sobre **“O estudo dos elementos químicos numa abordagem ciência, tecnologia e sociedade”**, com os educandos da 2.^a série, turma 3, período matutino, do Ensino Médio desse estabelecimento de ensino. Esse estudo constitui tema da dissertação para conclusão do curso de Mestrado e está sob a orientação da Professora Doutora Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira (Orientadora) e Professor Doutor Julio Cesar Stiirmer (Coorientador).

Dessa forma, gostaria de contar com a sua participação, autorizando a realização de minha pesquisa acadêmica e científica.

Mafra, SC ____/____/____

De acordo:

ANEXOS

**ANEXO A – Artigos da Revista Superinteressante selecionados pelos discentes
para execução da pesquisa e composição do Guia Didático**

GARATTONI, Bruno. A próxima grande extinção. *Superinteressante*, ed. 264, abr. 2009. (Categoria: Cotidiano).

[SUPERNOVAS]

EDIÇÃO BRUNO GARATTONI (bruno.garattoni@abril.com.br)

SALVEM OS GADGETS

A próxima grande extinção

Estamos acabando com os minérios da Terra. E isso vai inviabilizar várias tecnologias que você usa no dia-a-dia. **TEXTO BRUNO GARATTONI**

Enquanto todo mundo se preocupa com o desmatamento e a extinção das espécies, outra catástrofe ecológica se aproxima sem que ninguém perceba. Estamos acabando com os minerais da Terra. E isso pode abrir uma crise tecnológica: várias invenções, das mais fúteis às mais essenciais, poderão deixar de existir [veja ao

lado]. Quer um exemplo? As reservas mundiais de lítio parecem gigantescas – 14 milhões de toneladas, que dão para mais de 100 anos no ritmo atual de consumo. Só que cada carro elétrico, grande esperança para reduzir o aquecimento global, usa pelo menos 8 quilos de lítio. E o mundo produz, a cada ano, 71 milhões de car-

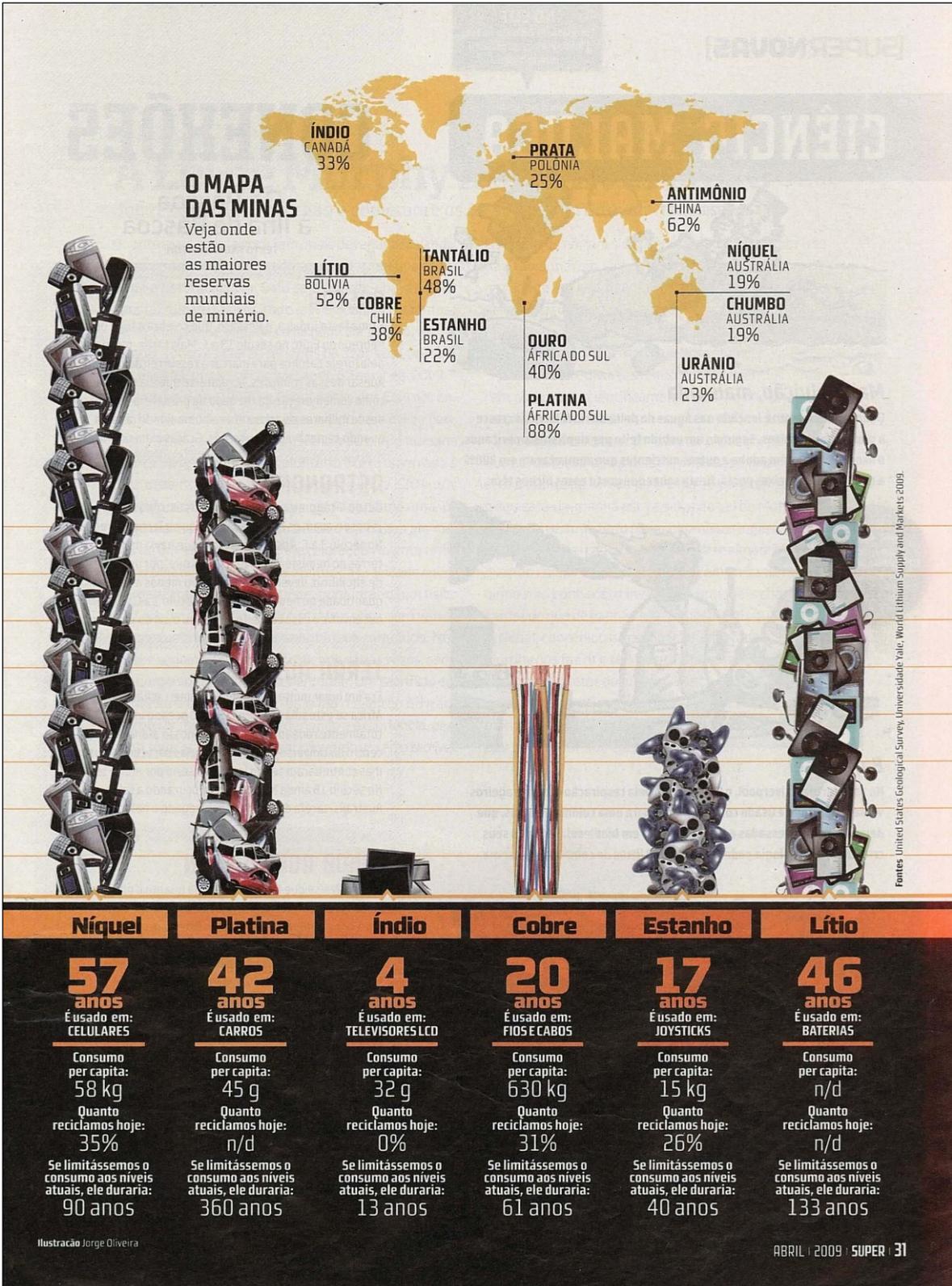
ros. Se todos fossem elétricos, todo o lítio do mundo seria consumido em apenas 12 anos – e não sobraria nada para fazer as baterias usadas em laptops, câmeras e outros aparelhos. Até que a humanidade colonize outros planetas ou aprenda a sintetizar matéria, a saída é uma só: consumir menos e reciclar mais. **S**

EM QUANTO TEMPO VAI ACABAR

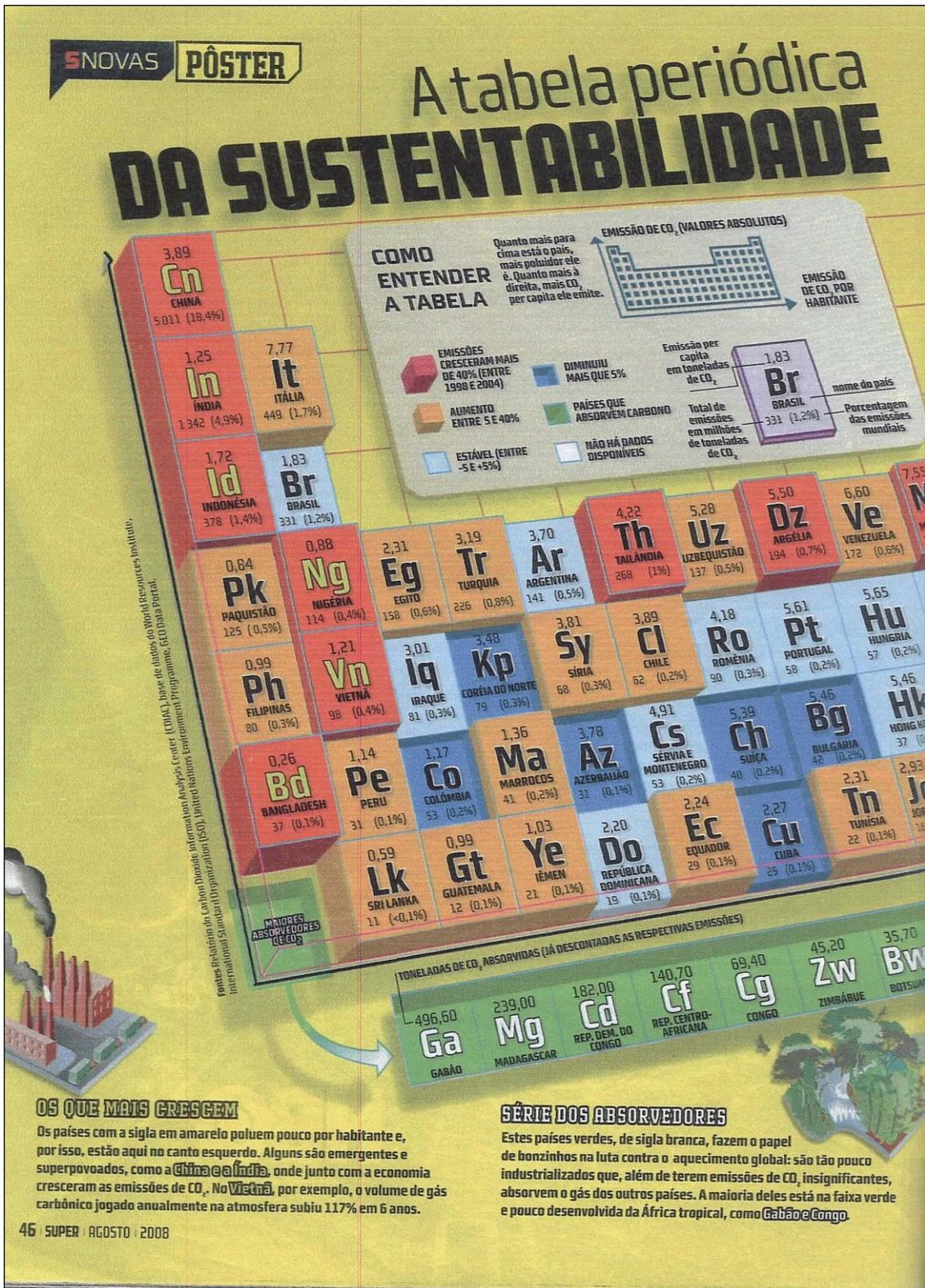
Veja em quanto tempo se esgotarão as reservas mundiais, levando em conta o consumo previsto a partir da próxima década – e o que deixará de existir por causa disso.



Minério	Tantálio	Chumbo	Prata	Antimônio	Ouro	Urânio
20 anos É usado em: LENTES DE CÂMERA	8 anos É usado em: PILHAS	9 anos É usado em: PLACAS ELETRÔNICAS	13 anos É usado em: CONTROLES REMOTOS	36 anos É usado em: MICROCHIPS	20 anos É usado em: USINAS NUCLEARES	
Consumo per capita: 180 g	Consumo per capita: 410 kg	Consumo per capita: 1,6 kg	Consumo per capita: 7 kg	Consumo per capita: 48 g	Consumo per capita: 6 kg	
Quanto reciclamos hoje: 20%	Quanto reciclamos hoje: 72%	Quanto reciclamos hoje: 16%	Quanto reciclamos hoje: n/d	Quanto reciclamos hoje: 43%	Quanto reciclamos hoje: n/d	
Se limitássemos o consumo aos níveis atuais, ele duraria: 116 anos	Se limitássemos o consumo aos níveis atuais, ele duraria: 42 anos	Se limitássemos o consumo aos níveis atuais, ele duraria: 29 anos	Se limitássemos o consumo aos níveis atuais, ele duraria: 36 anos	Se limitássemos o consumo aos níveis atuais, ele duraria: 45 anos	Se limitássemos o consumo aos níveis atuais, ele duraria: 59 anos	



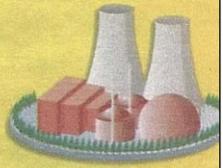
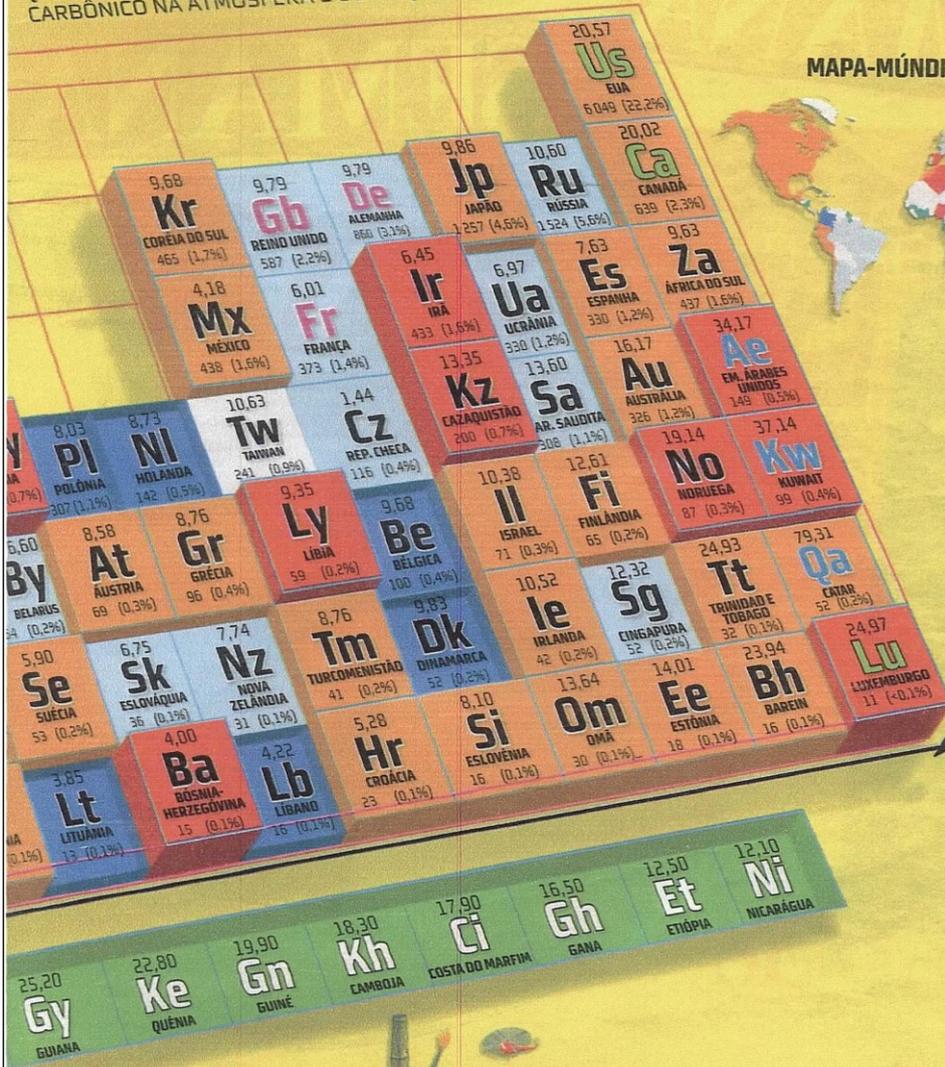
SCHNEIDER, Daniel. A tabela periódica da sustentabilidade. **Superinteressante**, ed. 255, ago. 2008. (Categoria: Cotidiano).



ESTA TABELA PERIÓDICA VOCÊ NUNCA VIU. EM VEZ DE ELEMENTOS QUÍMICOS, ELA MOSTRA OS 89 PAÍSES QUE MAIS EMITEM GÁS CARBÔNICO NA ATMOSFERA E OS 15 QUE MAIS ABSORVEM.

TEXTO DANIEL SCHNEIDER
 EDIÇÃO LEANDRO NARLOCH
 DESIGN ADRIANO SAMBUGARO
 ILUSTRAÇÃO GERARDO RODRÍGUEZ

MAPA-MÚNDI DA POLUIÇÃO



FAMÍLIA DOS ALTERNATIVOS
 Potências europeias como França, Alemanha e Reino Unido poluem muito no total e por habitante (as siglas estão em vermelho). Mas, como eles lideram a produção de energia por usinas nucleares ou eólicas, a emissão deles ficou estável nos últimos anos. A Alemanha, que não pára de investir em energias alternativas, teve uma emissão 2% menor entre 1998 e 2004.

ELEMENTOS PETROLÍFEROS

Produtores de petróleo, com a sigla em azul, são imbatíveis no quesito poluição por habitante. É o caso das pequenas nações abarrotadas de óleo, como Catar, Kuwait e Emirados Árabes Unidos. Para piorar, eles não parecem estar preocupados em perder esse recorde: entre 1998 e 2004, as emissões aumentaram até mais de 40%.



PAÍSES NOBRES

Países ricos e industrializados, como os EUA, têm a sigla verde e emitem muito CO₂ por habitante. Luxemburgo, por exemplo, é um país tão pequeno que não chega a emitir nem 0,1% do total mundial. Cada luxemburguês, no entanto, libera na atmosfera a mesma quantidade de carbono que 13 brasileiros.



NOGUEIRA, Marcos. Os elementos da morte. **Superinteressante**, ed. 218, out. 2005. (Categoria: Ciência).

CIÊNCIA

Os elementos da MORTE

Os venenos não são exclusividade das cobras nem dos homicidas. Eles estão em todo canto: se ocultam nos brinquedos, nos objetos da casa e nos remédios.

TEXTO: MARCOS NOGUEIRA DESIGN: BIANCA GRASSETTI ILUSTRAÇÕES: MARCO MORTE

Diz o provérbio que os piores venenos, assim como os melhores perfumes, vêm nos menores frascos. Isso nem sempre é verdadeiro: alguns dos venenos mais mortais podem vir em uma pilha, em um termômetro ou num brinquedo qualquer. Substâncias potencialmente letais fazem parte do nosso cotidiano desde que a humanidade aprendeu a usar e transformar os materiais que o ambiente lhe oferece – isso porque, além de serem tóxicos, tais produtos têm utilidades prosaicas como armazenar água ou colorir as paredes da casa.

O uso (em geral imprudente) dos venenos pelo homem é o tema que o químico inglês John Emsley escolheu para escrever o livro *The Elements of Murder – A History of Poison* (“Os Elementos do Assassinato – Uma História do Veneno”, inédito no Brasil). Nele, o cientista explora, segundo suas próprias palavras, “um lado mais negro da tabela periódica” e elege os 5 elementos químicos mais perversos: mercúrio, arsênio, chumbo, antimônio e tálio. Por que esses 5? Porque, além de serem mortais, não fazem parte da seleta lista de 25 elementos essenciais à manutenção da vida. A única possível exceção é o arsênio: “o júri ainda está indeciso quanto a ele”, escreve Emsley. “Também há elementos que são tanto essenciais quanto altamente tóxicos, como o flúor, o selênio e o cromo.”

Embora as propriedades maléficas de algumas substâncias sejam conhecidas há milênios, foi somente com o avanço da química que se estabeleceu uma distância segura de determinados venenos. Em alguns casos, isso só aconteceu no final do século 20. Até lá, todo mundo passava soluções de mercúrio em feridas abertas na pele. Um pouco antes, latas de alimentos em conserva eram soldadas com chumbo. E médicos receitavam loções de arsênio para tratar dores lombares.

PARA SABER MAIS
The Elements of Murder – A History of Poison, John Emsley, Oxford University Press, Inglaterra, 2005.

56 SUPER OUTUBRO 2005





ELEMENTO Nº 1 - O ANTIMÔNIO

O QUE É: O antimônio (Sb) pertence a uma categoria de elementos chamada metalóides ou semimetais. Ou seja: ele existe tanto na forma de metal quanto na de não-metal.

APRESENTAÇÃO: O composto de antimônio mais usado em envenenamentos é o tártaro emético - ou tartarato duplo de antimônio e potássio - que vem em forma de cristais hidrossolúveis.

COMO MATA: Difícilmente alguém morre por tomar uma grande dose única de antimônio - o organismo a expela antes de o efeito ser fatal. São mais comuns as mortes por muitas doses pequenas.

PARA QUE SERVE: O antimônio é usado em eletrodos de baterias de automóveis, compõe ligas metálicas e ainda pode servir como matéria-prima de determinados tipos de vidro.

NA MEDICINA: Compostos de antimônio sempre foram usados na indústria farmacêutica. E ainda são: o tratamento da leishmaniose (doença parasitária que causa úlceras na pele) depende de remédios antimoniais. Na Idade Média, era muito popular o uso de uma certa "pílula eterna" de antimônio metálico para combater a prisão de ventre. Uma bola de antimônio era engolida e irritava as paredes intestinais da pessoa, acabando com qualquer constipação. Em seguida era recolhida, lavada e guardada para problemas futuros - e passada para as gerações seguintes.

DOSE LETAL: Uma pessoa pode morrer com 120 mg, desde que tudo isso seja absorvido pelo corpo - algo muito improvável.

RÉQUIEM PARA MOZART: A morte do compositor Wolfgang Amadeus Mozart, ocorrida em 1791, nunca foi plenamente esclarecida. Há teorias conspiratórias sobre um suposto envenenamento criminoso - o também músico Antonio Salieri, seu rival na corte de Viena, chegou a confessar o assassinato, mas sofria de demência senil e poucos acreditam nessa hipótese hoje. Segundo o farmacêutico Ian James, do hospital Royal Free de Londres, Mozart morreu por envenenamento acidental. Culpa do pó de antimônio que lhe receitaram para tratar o que fora diagnosticado como "melancolia". Ian diz que todos os sintomas dos últimos dias de Mozart condizem com essa teoria: febre alta, vômitos violentos, inchaço dos membros, hálito pestilento e erupções cutâneas. Ironicamente, um quadro como esse era tratado na época com remédios à base de antimônio.

ELEMENTO Nº 2 - O CHUMBO

O QUE É: O chumbo (Pb) é um dos metais mais úteis para a humanidade - é maleável, abundante, resistente à corrosão. É também um veneno poderoso.

APRESENTAÇÃO: O envenenamento ocorre pela água transportada em canos de chumbo, por tintas à base desse metal e outros compostos plúmbeos.

COMO MATA: O chumbo é um veneno que se acumula no organismo humano - especialmente nos ossos. Ele interfere na produção de sangue, no sistema nervoso e no funcionamento dos rins. Os

sintomas da intoxicação incluem insônia, alucinações, cegueira, obstrução intestinal e coma.

PARA QUE SERVE: Para uma infinidade de coisas: da produção de baterias a soldas, de munição a pesos para pescaria.

NA MEDICINA: Loções contendo chumbo eram tratamento para males como tuberculose, sangramentos genitais e lesões na pele. Por serem de uso externo, não ofereciam grande risco. Até hoje, algumas tinturas capilares contêm chumbo - nada funciona tão bem contra cabelos grisalhos.

DOSE LETAL: A tolerância ao chumbo varia de acordo com o indivíduo - e são raros os casos de morte por dose única. É consenso que uma pessoa com mais de 80 mg do metal por 100 ml de sangue está gravemente envenenada.

EMBRIAGUEZ VENENOSA: O chumbo tem envenenado a humanidade desde a invenção de duas coisas complementares: a cerâmica e o vinho. Potes de cerâmica costumavam ser envernizados com produtos à base de chumbo. Esse verniz reage com o vinho, resultando numa substância chamada acetato de chumbo. Também

chamado de "açúcar de chumbo", esse produto é - como seria de se esperar - doce. Por isso e porque ajuda a conservar o vinho, o acetato de chumbo era adicionado de propósito à bebida no Império Romano. E a elite de Roma tomava vinho como se fosse água. Isso, segundo John Emsley, provavelmente era a causa do comportamento alucinado de imperadores como Calígula e Nero. Nos séculos posteriores, esse tipo de envenenamento continuou a atacar os bebedores de vinho - porém de forma acidental. Ou pela má-fé de gente que usava o produto para disfarçar vinho ruim.



ELEMENTO Nº 3 - O ARSÊNIO

O QUE É: O arsênio (As) é um elemento químico da família do nitrogênio encontrado em minérios de cobre e de chumbo. Apesar de ser obtido exclusivamente como subproduto na extração de outras substâncias, existe uma superprodução global de arsênio.

APRESENTAÇÃO: Não confunda: o elemento químico se chama arsênio. Arsênico, talvez o mais famoso dos venenos, é o nome popular de um de seus compostos, o trióxido de arsênio - também conhecido como arsênico branco.

COMO MATA: A primeira reação do corpo à intoxicação por arsênio é vomitar - mas geralmente a expulsão do veneno ocorre tarde demais para impedir o estrago. Tanto os vômitos quanto a diarreia são violentíssimos e, ao fim de um ou dois dias, a vítima pode morrer de falência cardíaca.

PARA QUE SERVE: Os antigos chineses e indianos já usavam arsênico como pesticida. Compostos de arsênio são ou já foram usados em armamentos, tratamento de madeira, em componentes eletrônicos e na fabricação de tintas.

DOSE LETAL: Varia muito de acordo com o indivíduo, já que o corpo pode desenvolver tolerância ao veneno.

NA MEDICINA: Em doses pequenas, os compostos de arsênio não são fatais - e foram usados na preparação de medicamentos até o século passado (a medicina chinesa ainda os utiliza). No século 19, causou sensação a descoberta de uma aldeia de camponeses nos Alpes Estírios, entre a Áustria e a Hungria, em que a população tomava arsênico como se fosse tônico. As doses ingeridas chegavam a quase 1 grama - o suficiente para matar 4 pessoas ou mais - e ainda assim não causavam nenhum efeito nocivo a quem as tomava.

A MORTE NAS PAREDES: No século 19, a Inglaterra desenvolveu uma compulsão por decorar suas casas com papéis de parede. Esses papéis eram coloridos com arsênio - em especial os padrões florais, em que um pigmento chamado verde-de-scheele reinava onde quer que se desenhassem folhas. Quando expostos à umidade, esses papéis de parede viravam culturas de um bolor que exalava trimetilarsina - um gás fatal. Embora não haja números exatos sobre mortes e doenças, uma nação inteira foi envenenada: estima-se que, por volta de 1860, os lares britânicos somavam 250 km² de papéis de parede com arsênio.



ELEMENTO Nº 4 - O TÁLIO

O QUE É: A descoberta do tálio (Tl) é relativamente recente: o químico inglês William Crookes o batizou assim em 1861 porque, ao ser queimado na chama do bico de Bunsen, o elemento produz uma chama de verde vivo como o de um broto verde. *Thallos* em grego ou,

em português vulgar, talo.

APRESENTAÇÃO: O tálio geralmente é encontrado na forma de sais. Os mais comuns são o sulfato de tálio - pesticida muito usado em outras épocas contra ratos e baratas - e o acetato de

tálio, que compunha alguns cremes e loções pra eliminar pêlos corporais indesejados. Esse efeito colateral é um grande problema para os envenenadores que recorrem ao tálio: se a vítima sobrevive, caem seus cabelos e a máscara do criminoso.

COMO MATA: Dentro do nosso corpo, os íons de tálio "se fazem passar" por potássio - elemento essencial para o organismo. Eles se instalam nas células, cujo funcionamento é prejudicado. Isso ocorre principalmente no sistema nervoso: o resultado é insônia, depressão profunda e desejo de morrer. O tálio também ataca os testículos e o coração, e causa paralisia muscular.

PARA QUE SERVE: O uso dos compostos de tálio é restrito à produção de objetos muito específicos, como lentes especiais e células fotoelétricas.

NA MEDICINA: Como agente "descabelante", o tálio fez muito sucesso no século 19 no tratamento da tinea, um tipo de micose cutânea. Ainda hoje, isótopos radioativos de tálio são empregados no diagnóstico de doenças cardíacas.

DOSE LETAL: 800 mg.

O LIVRO DA SALVAÇÃO:

Como o envenenamento por tálio é muito raro e seus sintomas se confundem com os de outras doenças, é comum que os médicos façam "n" exames e não consigam identificá-lo. Foi isso o que ocorreu com uma menina de 19 meses atendida, em 1977, no hospital Hammersmith de Londres. Por sorte, havia na equipe uma enfermeira que lera o romance O Cavalo Amarelo, de Agatha Christie. O livro menciona que o tálio causa queda de cabelos e a enfermeira, ao notar esse sintoma na criança - que já havia tentado todos os recursos médicos disponíveis no seu Catar natal - chamou a atenção dos médicos. Não deu outra: a menina vinha atacando a ração de tálio que a família usava para acabar com ratos e baratas da casa.





ELEMENTO Nº 5 - O MERCÚRIO

O QUE É: O mercúrio (Hg) é o único metal que é sempre líquido em temperatura ambiente - congela a 39 graus negativos. A principal fonte da substância é um minério chamado cinabre.

APRESENTAÇÃO: Mercúrio líquido, como o encontrado em termômetros, é relativamente inofensivo, pois o sistema digestivo não o absorve. O problema é que ele é um líquido volátil e o seu vapor é altamente tóxico. Sais de mercúrio oferecem ainda mais perigo, pois se dissolvem em água e podem ser misturados a alimentos e bebidas - o mais venenoso de todos é o corrosivo sublimado (bicloreto de mercúrio).

COMO MATA: Minutos depois da ingestão de uma grande dose, começam os vômitos e a diarreia. Em casos de intoxicação aguda, surgem lesões nos intestinos, fígado e boca. O envenenamento pode levar à falência renal e tem efeitos perversos no sistema nervoso: a pessoa se torna irritada, paranóica, sofre de tremores e fala e age como louca. A imagem folclórica do "cientista louco", segundo John Emsley, teve origem em casos reais de intoxicação por mercúrio: vazamentos do metal em laboratórios eram coisa comum.

PARA QUE SERVE: O mercúrio tem a capacidade de se amalgamar com outros metais. Isso é útil especialmente na extração de ouro -

para separar o metal precioso das impurezas. Entre outros usos do mercúrio já figuraram a fabricação de espelhos, de lâmpadas, de baterias e até chapéus de feltro.

NA MEDICINA: A partir do século 16, remédios à base de mercúrio eram usados contra a sífilis - como o metal se acumula no cabelo do paciente, até hoje é possível examinar os fios e especular se o seu dono era ou não sífilítico (entre os suspeitos, estão Napoleão e o rei Henrique 8º da Inglaterra). No Brasil, antissépticos com mercúrio na fórmula só foram proibidos na década de 1990.

DOSE LETAL: Em geral, 200 mg são suficientes para matar.

SASHIMI DO MAL:

O caso mais famoso - e trágico - de envenenamento em massa por mercúrio aconteceu no Japão nas décadas de 1950 e 1960. Uma indústria despejou dezenas de toneladas de mercúrio na baía de Minamata. Ele foi incorporado à cadeia alimentar até chegar aos peixes. Em 1952, o desastre se manifestou com uma quantidade anormal de peixes mortos boiando no mar. Gaivotas e gatos que comeram esses peixes passaram a se comportar como loucos. O mesmo efeito se deu nos humanos: estima-se que a chamada doença de Minamata tenha afetado cerca de 3 mil pessoas e matado mais de 900 delas. ☹

ALDRIDGE, Susan; LUCÍRIO, Ivonete D. A fórmula do corpo humano. *Superinteressante*, ed. 1.000, jul. 1996. (Categoria: Ciência).

BIOQUÍMICA

A FÓRMULA

Pegue 21 elementos da tabela periódica da Química. Carregue nas porções de oxigênio, nitrogênio, hidrogênio e carbono e dê uma pitadinha dos 17 que faltam. Assim é preparado o corpo humano, uma combinação metabólica feita na medida certa. Mas, cuidado: se faltar algum item nesta receita, a mistura pode desandar.

POR SUSAN ALDRIDGE, DE LONDRES, COM IVONETE D. LUCÍRIO

Olhando, ninguém diz, mas 60% do nosso corpo é oxigênio. Se adicionarmos carbono, hidrogênio e nitrogênio, temos 95% da massa total do ser humano, que inclui os 42 litros de água que circulam em um organismo adulto. São os átomos desses quatro elementos combinados que formam as moléculas de proteína, gordura e carboidrato, os tijolos que constroem todos os nossos tecidos. Por isso, os quatro

Elemento	Porcentagem
Potássio	0,21%
Flúor	0,00001%
Sódio	0,25%
Cobre	0,0003%
Selênio	menos que 0,000003%
Molibdênio	0,00002%
Manganês	0,0001%
Cálcio	1,38%

FOTO: BEBETO COM PRODUÇÃO AMÉLIA E VIVIAN CAMPOS MELLO

92

SUPER JULHO 1996

DO CORPO

são chamados de elementos de constituição. Mas tudo não passaria de um grande amontoado de moléculas sem os outros 5%. Dos 92 elementos químicos existentes na natureza, apenas dezessete são responsáveis por todas as reações que acontecem dentro de nós, desde a respiração e a produção de energia até a eliminação dos radicais livres, moléculas acusadas de nos levar ao envelhecimento, entre outras coisas.

“Esses dezessete elementos químicos são a chave que regula todo o processo da vida”, diz o químico Henrique Toma, da Universidade de São Paulo, que há quinze anos estuda as reações que comandam o metabolismo humano. Alguns aparecem em pequeníssimas porções. A quantidade de ferro no corpo de uma pessoa que pesa 70 quilos, por exemplo, não passa de 5 miligramas. É pouco, mas fundamental para o bom funcionamento do organismo. “A Medicina descobriu isso durante a Segunda Guerra Mundial”, conta o endocrinologista Domingos Malerbi, do Hospital Albert Einstein, em São

Paulo. “Muitos soldados sofreram ferimentos graves na região do abdome, afetando o aparelho digestivo, e não podiam se alimentar por vias normais. Então, era ministrado, pela veia, soro misturado com os elementos químicos que já se sabia serem importantes. Assim foi possível identificar que tipo de sintoma ocorria quando havia deficiência de algum deles”.

Quem tem uma dieta equilibrada entre carnes, vegetais, ovos e leite não precisa se preocupar com a falta desses ingredientes químicos. “Alguns estão presentes em maior quantidade nos vegetais verdes, outros na carne, mas todos são comuns na maioria dos alimentos”, diz Malerbi. Existem ainda os turistas, elementos que aparecem no corpo mas estão apenas de passagem, sem função alguma. O alumínio é um deles. Geralmente, são os alimentos cozidos em panelas comuns que dão carona a ele para dentro do corpo. O metal permanece por algumas horas, ou poucos dias, e depois é eliminado na urina.

Ferro
0,005%

Zinco
0,0025%

Fósforo
0,63%

Cobalto
0,00004%

Enxofre
0,63%

Iodo
0,0001%

Cromo
0,000003%

Magnésio
0,03%

Cloro
0,17%

Oxigênio
61,65%

Hidrogênio
9,1%

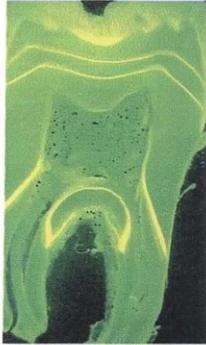
Nitrogênio
5,01%

Carbono
19,05%

BIOQUÍMICA

Os dezessete ingredientes que fazem um homem

Dos 21 elementos que estão no organismo, estes produzem as reações químicas.

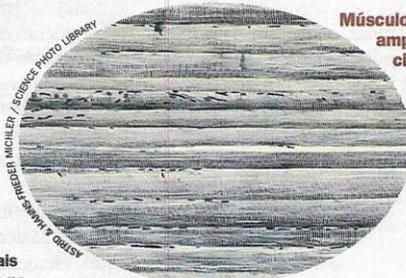


Fotomicrografia fluorescente de um dente

1 Flúor dá boas mordidas

Os dentes, que também são ossos, são compostos por fosfato de cálcio. O flúor se combina com essa substância formando uma outra, chamada fluorapatita, muito mais resistente. Com isso as bactérias da boca não conseguem fazer seu trabalho sujo e os dentes ficam protegidos.

JAN HIRSCH/SCIENCE PHOTO LIBRARY



Músculo estriado ampliado cinquenta vezes

BREITENBERG MCHLER / SCIENCE PHOTO LIBRARY

2 Potássio ajuda contração muscular

O potássio é um dos principais responsáveis na contração e no relaxamento dos músculos. Ele fica do lado de dentro da célula e troca de lugar com o sódio, que está na parte de fora, quando um impulso nervoso enviado pelo cérebro chega ao músculo. Isso permite que ele se contraia. O processo ocorre não só nos movimentos voluntários, mas também nos batimentos cardíacos. Se houver falta ou excesso de potássio, o coração pode parar.

3 Sódio é o controlador das águas

Dos 42 litros de água existentes no corpo, dois terços estão dentro das células e o resto no sangue e outros fluidos. O sódio é quem regula o balanceamento da água, tirando das células, por osmose (quando o fluido passa de um meio menos concentrado para um mais concentrado), e jogando na corrente sanguínea. Assim, se mantém o volume de sangue em circulação. Junto com o potássio, regula também a contração muscular.

4 Cobre não deixa você derreter

Se o organismo produzisse toda a energia que precisa de uma única vez, o calor gerado seria tanto que o corpo "pegaria fogo". O cobre localizado na membrana da mitocôndria (estrutura da célula onde é produzida a energia) faz com que nosso combustível seja liberado aos poucos.

5 Cálcio trabalha como porteiro

O cálcio é o mineral mais abundante no corpo humano. Uma pessoa que pese 70 quilos tem entre 1 e 1,5 quilo de cálcio no organismo, sendo que 99% dele participa da formação dos ossos. O restante funciona como leão-de-chácara da célula: ele fica na membrana e decide o que entra e o que sai.



Estrutura interna de um osso

ASTRID & HANNS-FRIEDRICH MCHLER / SCIENCE PHOTO LIBRARY

6 Selênio na cola dos radicais

O papel do selênio no organismo não está totalmente esclarecido, mas é certo que ele faz parte das enzimas destruidoras de radicais livres, moléculas instáveis liberadas durante a produção de energia que estão prontas para se ligarem com quem cruzar na sua frente. Os radicais são acusados de causar o envelhecimento e várias doenças, como problemas no coração.

7 Manganês auxilia crescimento

O manganês faz parte das enzimas que disparam as reações químicas responsáveis pelo amadurecimento celular. Sem ele, o feto não se desenvolve perfeitamente. Além disso, ele ajuda o selênio a expulsar os radicais livres.

8 Molibdênio cria a boa gordura

O molibdênio ajuda em várias reações químicas que acontecem dentro do organismo. Uma delas é fazer com que a gordura ingerida com os alimentos seja transformada em outro tipo, que possa ser aproveitado pelo organismo. Ajuda também na eliminação de radicais livres.

9

Ferro caça oxigênio

O ferro é um dos principais componentes da hemoglobina, o pigmento das células vermelhas do sangue. É ele quem agarra o oxigênio captado pelos pulmões e o carrega para o restante do corpo.



Glóbulo vermelho do sangue, no qual está o ferro

10

Com zinco não tem bolha

Quando as células produzem energia, liberam gás carbônico, que segue pela corrente sanguínea. Só que qualquer gás no sangue forma bolhas, e isso seria a morte. Só o zinco pode evitar que o corpo se transforme em uma imensa garrafa de refrigerante. Ele faz com que o gás carbônico fique em estado líquido, não oferecendo risco. Além disso, junto com o cobalto, o zinco ajuda a transformar as proteínas dos alimentos em outras que possam ser aproveitadas pelo organismo.

11

Iodo é bom de ritmo

Os hormônios produzidos pela glândula tireóide regulam a velocidade de todo o metabolismo do corpo e controlam o fluxo de energia. Para que eles possam exercer essa função têm que estar ligados a três ou quatro átomos de iodo.

12

Fósforo, o guardião dos genes

O fósforo é indispensável para a formação do DNA, supermolécula que guarda as informações genéticas. Ela é constituída por blocos chamados nucleotídeos que, para existirem, precisam se ligar a um açúcar e a um ácido fosfórico. Além disso, o fósforo é um dos elementos que formam as moléculas de ATP (adenosina trifosfato), proteína que estoca energia no corpo.

13

Magnésio mantém energia

Para que o ATP (molécula que armazena energia) se forme é indispensável a presença de magnésio, que está sempre ligado a um fosfato, sal ou ácido que contém fósforo. Sem o magnésio é impossível guardar energia na célula.

14

Cobalto na vitamina

Este elemento químico é um dos componentes da vitamina B12, uma das formadoras das células vermelhas do sangue. A falta de cobalto leva à anemia.



Cristal de vitamina B12

15

Cromo ajuda a insulina

O papel do cromo no organismo não é totalmente conhecido, mas sabe-se que ele participa, junto com a insulina, hormônio produzido pelo pâncreas, na metabolização do açúcar dentro do organismo.



Células do pâncreas que produzem hormônio

16

Enxofre elimina metais pesados

O corpo pode ser intoxicado por metais pesados como o mercúrio, usado no garimpo do ouro, ou o chumbo da gasolina. O papel do enxofre é transformar uma parte desses tóxicos em compostos solúveis em água, ajudando na sua eliminação.

17

Cloro, o do contra

Para que as reações químicas dentro do organismo possam ocorrer, os fluidos devem ser sempre neutros, ou seja, não ter carga negativa nem positiva. Sempre que aparece uma carga positiva sobrando, o cloro, que é negativo, entra em ação para neutralizá-la e refazer o equilíbrio.

VENTUROLI, Thereza. Os construtores de átomos. **Superinteressante**, ed. 85, out. 1994. (Categoria: Ciência).

QUÍMICA NUCLEAR

Os construtores

Tudo no Universo é composto por apenas 92 elementos químicos. Mas o homem já sabe criar seus próprios elementos artificiais

Um lingote de ouro é muito diferente de uma gota de mercúrio. O primeiro é amarelo, sólido e conduz bem a eletricidade. O segundo é prateado, líquido e um péssimo condutor. A diferença é radical. Porém, o que provoca toda essa mudança é uma simples partícula atômica, tão incrivelmente pequena que nem o mais poderoso microscópio do planeta poderia torná-la visível aos olhos: o próton (veja ilustração ao lado).

O próton pode realizar o sonho aparentemente absurdo dos alquimistas: transmutar os elementos. Com ele, é possível transformar ferro em ouro. Sem truques nem efeitos especiais. E muito mais: apenas pela soma de prótons, um a um, a natureza consegue criar tudo o que existe no Universo.

Mas existe um limite a essa soma de partículas: um átomo não pode ter mais do que 92 prótons. Acima disso, ele não se agüenta inteiro e começa a se desfazer. Assim, do levíssimo hidrogênio ao pesado urânio, não existem mais do que 92 elementos naturais — qualquer átomo maior do que o urânio tem um tempo de vida tão breve que já desapareceu da face da Terra e do próprio Universo.

Dez desses elementos naturais já eram conhecidos desde a Antigüidade: carbono, enxofre, cobre, antimônio, ferro, ouro, prata, mercúrio, chumbo e estanho. Hoje, o homem conhece todos os 92. Mais: já descobriu o segredo da natureza para a construção de átomos e passou a fabricar em laboratório suas próprias substâncias artificiais — os chamados elementos transurânicos, ou seja, mais pesados que o urânio.

Até hoje, já foram criados dezessete desses novos elementos, com até 109

prótons. Muitos deles, de vida curtíssima, só podem ser "percebidos" por alguns milésimos de segundo, por meio de sofisticados aparelhos. São átomos batizados com nomes bastante estranhos, em homenagem a grandes químicos e físicos, como einstênio (Albert Einstein), mendelévio (Dmitri Mendeleev), rutherfordio (Ernest Rutherford) e seabórguio (Glenn Seaborg).

Talvez menos conhecido, mas não menos importante do que os cientistas

anteriores, o químico nuclear americano Glenn Seaborg é um dos principais construtores de átomos do mundo: além de fabricar um dos primeiros elementos transurânicos, o plutônio, em 1940, ele participou da sintetização de outros nove elementos artificiais. "A construção de elementos superpesados é uma forma de estudar a estrutura dos átomos e seus núcleos", comentou Glenn Seaborg, a SUPER.

O seabórguio foi criado em 1974, por

De próton em próton, a natureza enche o Universo

*A soma de uma partícula muda todas as características de um átomo**

Dois elementos naturais

O ouro se transforma em mercúrio, se ganhar um próton

Ouro

- Metal amarelo, sólido à temperatura ambiente
- 79 prótons
- Conhecido desde a Antigüidade
- A cada bilhão de átomos da crosta terrestre, 4 são de ouro
- Usado em jóias e na indústria eletrônica

Próton

- Partícula do núcleo do átomo, com carga elétrica positiva
- Descoberto em 1910
- Tamanho: um milímetro dividido por um trilhão
- Peso: $1,8 \times 10^{-24}$ gramas (1,8 dividido por dez sextilhões)

Mercúrio

- Metal prateado brilhante, líquido à temperatura ambiente
- 80 prótons
- Conhecido desde a Antigüidade
- A cada 100 milhões de átomos da crosta terrestre, 8 são de mercúrio
- Usado em termômetros e barômetros

*O nêutron, a outra partícula que constitui o núcleo atômico, não participa da transmutação de elementos. Como não tem carga elétrica, ele funciona apenas de contra-peso entre os prótons, de carga positiva, mantendo o núcleo unido

de átomos

outro americano, Albert Ghiorso. E já tem uma nova versão. Em meados deste ano, físicos de dois institutos de pesquisa, um em Dubna, Rússia, e outro na Califórnia, Estados Unidos, construíram dois novos tipos de átomos desse elemento. Com os mesmos 106 prótons, mas com mais nêutrons do que o modelo original. Os nêutrons são partículas atômicas sem carga elétrica, que funcionam como um campo de força, impedindo que os prótons, de

carga positiva, se empurrem uns aos outros e estraçalhem o núcleo. O novo seabórguio russo, com dois nêutrons a mais, consegue sobreviver mais de dois segundos. E o americano, até dez segundos — um recorde, comparado com os 9 décimos de segundo do primeiro modelo.

Até onde o homem é capaz de avançar nesse terreno instável, ninguém sabe ainda dizer. Mas as teorias indicam que deve existir mais à frente uma ilha de estabilidade — uma região da tabela periódica em que os elementos, mesmo com núcleos muito pesados, mantêm-se estáveis por até mais de um ano.

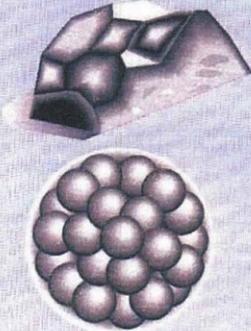
É atrás dos "habitantes" dessas ilhas que as pesquisas da química nuclear prosseguem. A melhor expectativa é de que eles estejam em torno de um elemento com 114 prótons. E o recém-construído átomo de seabórguio superalimentado de nêutrons, é um bom sinal nesse sentido. "Chegarmos aos elementos superpesados representa um grande passo, tanto para a ciência básica quanto para o desenvolvimento tecnológico", comenta o astrofísico nuclear Iuda Goldman, professor da Universidade de São Paulo.

GLENN SEABORG

Nascido em 1912, na pequena cidade de Ishpeming, Estado de Michigan, o americano, filho de um imigrante sueco, ganhou, em 1951, o Prêmio Nobel de Química por suas pesquisas sobre os elementos transurânicos. Formado pela Universidade da Califórnia, Seaborg participou, entre 1942 e 1945, do chamado Projeto Manhattan — um programa de pesquisa implantado pelo governo dos Estados Unidos, que reuniu cientistas americanos e europeus para desenvolver as primeiras bombas atômicas. Seaborg trabalhava, então, no Laboratório de Metalurgia da Universidade de Chicago, na extração de plutônio do urânio. Hoje, Seaborg é diretor do Laboratório Lawrence Berkeley, na Universidade da Califórnia.

Um elemento artificial

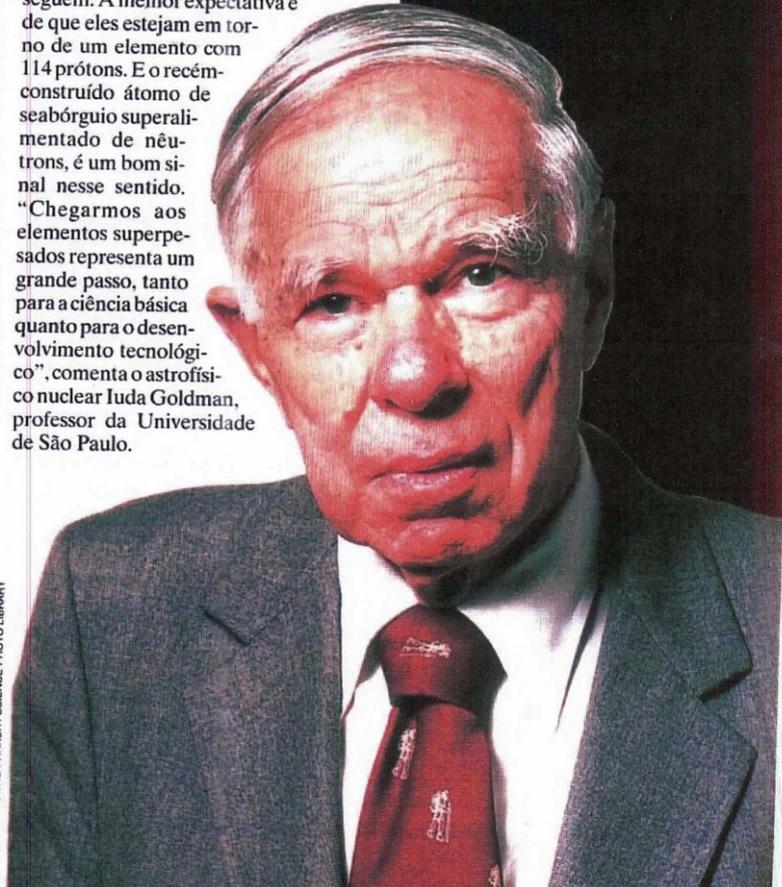
O homem sabe fabricar átomos



Plutônio

- Metal radioativo, cor de prata amarelada
- 94 prótons
- Construído em laboratório em 1940, pela soma de dois prótons ao átomo do urânio
- Usado em usinas nucleares e bombas atômicas

DAVID PARKER / SCIENCE PHOTO LIBRARY



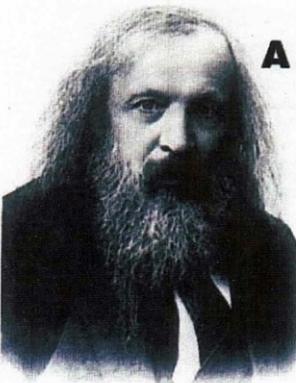
Cada elemento em seu lugar

Não é à toa que a tabela periódica tem esse formato. Cada elemento químico tem uma posição certa, que determina uma série de propriedades do átomo.

H ¹																	He ²																												
Li ³	Be ⁴											B ⁵	C ⁶	N ⁷	O ⁸	F ⁹	Ne ¹⁰																												
Na ¹¹	Mg ¹²											Al ¹³	Si ¹⁴	P ¹⁵	S ¹⁶	Cl ¹⁷	Ar ¹⁸																												
K ¹⁹	Ca ²⁰	Sc ²¹	Ti ²²	V ²³	Cr ²⁴	Mn ²⁵	Fe ²⁶	Co ²⁷	Ni ²⁸	Cu ²⁹	Zn ³⁰	Ga ³¹	Ge ³²	As ³³	Se ³⁴	Br ³⁵	Kr ³⁶																												
Rb ³⁷	Sr ³⁸	Y ³⁹	Zr ⁴⁰	Nb ⁴¹	Mo ⁴²	Tc ⁴³	Ru ⁴⁴	Rh ⁴⁵	Pd ⁴⁶	Ag ⁴⁷	Cd ⁴⁸	In ⁴⁹	Sn ⁵⁰	Sb ⁵¹	Te ⁵²	I ⁵³	Xe ⁵⁴																												
Cs ⁵⁵	Ba ⁵⁶	La ⁵⁷	Hf ⁷²	Ta ⁷³	W ⁷⁴	Re ⁷⁵	Os ⁷⁶	Ir ⁷⁷	Pt ⁷⁸	Au ⁷⁹	Hg ⁸⁰	Tl ⁸¹	Pb ⁸²	Bi ⁸³	Po ⁸⁴	At ⁸⁵	Rn ⁸⁶																												
Fr ⁸⁷	Ra ⁸⁸	Ac ⁸⁹	Rf ¹⁰⁴	Ha ¹⁰⁵	Sg ¹⁰⁶	Ns ¹⁰⁷	Hs ¹⁰⁸	Mt ¹⁰⁹	? ¹¹⁰	? ¹¹¹	? ¹¹²	? ¹¹³	? ¹¹⁴	? ¹¹⁵	? ¹¹⁶	? ¹¹⁷	? ¹¹⁸																												
<table border="1"> <tr> <td>Ce⁵⁸</td> <td>Pr⁵⁹</td> <td>Nd⁶⁰</td> <td>Pm⁶¹</td> <td>Sm⁶²</td> <td>Eu⁶³</td> <td>Gd⁶⁴</td> <td>Tb⁶⁵</td> <td>Dy⁶⁶</td> <td>Ho⁶⁷</td> <td>Er⁶⁸</td> <td>Tm⁶⁹</td> <td>Yb⁷⁰</td> <td>Lu⁷¹</td> </tr> <tr> <td>Th⁹⁰</td> <td>Pa⁹¹</td> <td>U⁹²</td> <td>Np⁹³</td> <td>Pu⁹⁴</td> <td>Am⁹⁵</td> <td>Cm⁹⁶</td> <td>Bk⁹⁷</td> <td>Cf⁹⁸</td> <td>Es⁹⁹</td> <td>Fm¹⁰⁰</td> <td>Md¹⁰¹</td> <td>No¹⁰²</td> <td>Lr¹⁰³</td> </tr> </table>																		Ce ⁵⁸	Pr ⁵⁹	Nd ⁶⁰	Pm ⁶¹	Sm ⁶²	Eu ⁶³	Gd ⁶⁴	Tb ⁶⁵	Dy ⁶⁶	Ho ⁶⁷	Er ⁶⁸	Tm ⁶⁹	Yb ⁷⁰	Lu ⁷¹	Th ⁹⁰	Pa ⁹¹	U ⁹²	Np ⁹³	Pu ⁹⁴	Am ⁹⁵	Cm ⁹⁶	Bk ⁹⁷	Cf ⁹⁸	Es ⁹⁹	Fm ¹⁰⁰	Md ¹⁰¹	No ¹⁰²	Lr ¹⁰³
Ce ⁵⁸	Pr ⁵⁹	Nd ⁶⁰	Pm ⁶¹	Sm ⁶²	Eu ⁶³	Gd ⁶⁴	Tb ⁶⁵	Dy ⁶⁶	Ho ⁶⁷	Er ⁶⁸	Tm ⁶⁹	Yb ⁷⁰	Lu ⁷¹																																
Th ⁹⁰	Pa ⁹¹	U ⁹²	Np ⁹³	Pu ⁹⁴	Am ⁹⁵	Cm ⁹⁶	Bk ⁹⁷	Cf ⁹⁸	Es ⁹⁹	Fm ¹⁰⁰	Md ¹⁰¹	No ¹⁰²	Lr ¹⁰³																																

Quem é quem na tabela

1 Hidrogênio	17 Cloro	33 Arsênio	49 Índio	65 Térbio	81 Tálcio	97 Berkélio
2 Hélio	18 Argônio	34 Selênio	50 Estanho	66 Disprósio	82 Chumbo	98 Califórnio
3 Lítio	19 Potássio	35 Bromo	51 Antimônio	67 Hólmio	83 Bismuto	99 Einstênio
4 Berílio	20 Cálcio	36 Criptônio	52 Telúrio	68 Érbio	84 Polônio	100 Férmio
5 Boro	21 Escândio	37 Rubídio	53 Iodo	69 Túlio	85 Astatínio	101 Mendelévio
6 Carbono	22 Titânio	38 Estrôncio	54 Xenônio	70 Itérbio	86 Radônio	102 Nobélio
7 Nitrogênio	23 Vanádio	39 Ítrio	55 Césio	71 Lutécio	87 Frâncio	103 Laurêncio
8 Oxigênio	24 Cromo	40 Zircônio	56 Bário	72 Háfnio	88 Rádio	104 Rutherfordório
9 Flúor	25 Manganês	41 Nióbio	57 Lantânio	73 Tântalo	89 Actínio	105 Hãhnio
10 Neônio	26 Ferro	42 Molibdênio	58 Cério	74 Tungstênio	90 Tório	106 Seabórguio
11 Sódio	27 Cobalto	43 Tecnécio	59 Praseodímio	75 Rênio	91 Protactínio	107 Nielsbório
12 Magnésio	28 Níquel	44 Rutênio	60 Neodímio	76 Osmio	92 Urânio	108 Hássio
13 Alumínio	29 Cobre	45 Ródio	61 Promécio	77 Iridio	93 Neptúnio	109 Meitnério
14 Silício	30 Zinco	46 Paládio	62 Samário	78 Platina	94 Plutônio	
15 Fósforo	31 Gálio	47 Prata	63 Európio	79 Ouro	95 Americio	
16 Enxofre	32 Germânio	48 Cádmio	64 Gadolínio	80 Mercúrio	96 Cúrio	



Mendeleev, o pai da química moderna

A natureza ordenada num quebra-cabeça

Nem sempre o conhecimento já nasce organizado. Foi justamente por irritar-se com a falta de sistematização dos dados conhecidos em Química, no século XIX, que um professor russo do Instituto Técnico da Universidade de São Petersburgo, começou a pregar dezenas de cartõezinhos num quadro, na parede do laboratório. Em cada um deles estava escrito o nome e as propriedades de todos os elementos químicos conhecidos na época, cerca de cinquenta. O nome do professor: Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907). Ele

procurava alguma pista para a ordem em que a natureza os criou.

O conceito de elementos químicos — as substâncias mais simples e puras, que constituem todos os materiais — tinha sido definido dois séculos antes, pelo químico inglês Robert Boyle (1627-1691). Mas até o tempo de Mendeleev, ninguém havia ainda conseguido colocar todas as substâncias em ordem.

O químico russo percebeu que, dispendo as cartõezinhos na ordem crescente da massa atômica — ou seja, a soma do número de prótons e de nêu-

A química no dia-a-dia

Alguns objetos contêm inesperados elementos químicos



Estrôncio:
Descoberto em 1790, entra na fabricação de fogos de artifício

Ródio: Descoberto em 1803, ideal para a fabricação de refletores de faróis e lanternas



Telúrio:
Descoberto em 1782, pode entrar na vulcanização de pneus

Boro:
Descoberto em 1808, é usado no ácido bórico, para higiene dos olhos



trons — os elementos apareciam em fileiras horizontais e colunas que refletiam propriedades semelhantes. Estava criada a tabela periódica (veja ilustração acima). Na mesma época, outro químico, o alemão Julius Lothar Meyer (1830-1895) chegou a apresentar um trabalho parecido, mas bem menos preciso e completo do que o de Mendeleev.

Nem todas as casas da primeira versão da tabela periódica estavam ocupadas. Mas o químico previu o tipo de elemento que deveria se encaixar em cada lugar. Mais tarde, esses elementos — como o gálio, o escândio e o germânio — foram descobertos e a tabela foi completada, exatamente segundo as previsões de Mendeleev.

Alguns anos depois, outro químico, o inglês Henry Moseley (1887-1915) percebeu que as propriedades dos elementos estavam mais ligadas ao número atômico (número de prótons) do que à massa atômica. Ou seja, é simplesmente a quantidade de prótons que define as características de cada elemento. Com a descoberta de Moseley, a posição de alguns elementos na tabela original de Mendeleev foi rearranjada. Mas a essência do trabalho do gênio russo permanece válida e cada vez mais forte.

Em cada lugar, uma característica

A massa

Em qualquer linha e coluna, ela cresce horizontalmente, da esquerda para a direita, e, verticalmente, de cima para baixo. A massa do átomo é a soma de prótons e nêutrons.



O boro (B), com 5 prótons e 6 nêutrons (massa atômica 11) é mais leve do que o oxigênio (O), com 8 prótons e 8 nêutrons (massa atômica 16) e do que o gálio (Ga), com 31 prótons e 38 nêutrons (massa atômica 69)

B	C	N	O
5	6	7	8
11	12	14	16
Al			
13			
27			
Ga			
31			
69			



K	Ca	Sc
19	20	21
Rb		
37		
Cs		
55		

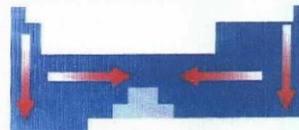
O potássio (K, 19 prótons), é maior do que o cálcio (Ca, 20 prótons) e o escândio (Sc, 21 prótons). Mas é menor do que o rubídio (Rb), com 37 prótons, e o célio (Cs) com 55 prótons

O tamanho

Aumenta de cima para baixo. No sentido horizontal, o diâmetro tende a aumentar da direita para a esquerda. Esta regra geral pode variar porque o tamanho do átomo depende também da disposição dos elétrons em torno do núcleo.

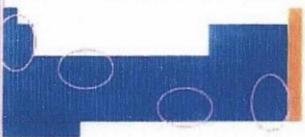
A densidade

Aumenta de cima para baixo e das laterais para o centro. A densidade é a medida que indica quanta massa o átomo concentra num determinado espaço.



O ósmio (Os) e o irídio (Ir), no centro inferior da tabela, são os elementos mais densos de todos: seus átomos conseguem ter, ao mesmo tempo, maior massa e menor tamanho

	Ru	Rh	
	44	45	
Re	Os	Ir	Pt
75	76	77	78



A reatividade

Mede a facilidade que um elemento tem de reagir quimicamente com outros. Os átomos mais difíceis de se unir numa reação estão em quatro regiões bem definidas da tabela.

A última coluna vertical à direita, (em amarelo na ilustração) indica a posição dos chamados gases nobres, que não reagem com ninguém: são átomos autosuficientes

De descobridores a fabricantes de elementos químicos

Em meados do século XVII, vivia na cidade de Hamburgo, na Alemanha, um alemão de nome Hennig Brand, que insistia em encontrar a pedra filosofal — o segredo da transmutação de metais básicos, como ferro, em ouro. Brand, considerado o último dos alquimistas, entrou para a história como o primeiro cientista a descobrir um elemento químico. Ele conseguiu isolar da urina uma substância branca, com consistência de cera, a que ele chamou de “condutor da luz”, porque brilhava no escuro. Era o fósforo. Foi só depois

dessa época que as descobertas químicas passaram a ser registradas.

De lá para cá, a física nuclear desvendou grandes segredos do núcleo e da camada de elétrons que circunda os átomos e a química continuou descobrindo novos elementos. Mas, a partir da década de 40 os cientistas trocaram o papel de descobridores pelo de construtores de átomos. O velho sonho da alquimia começava a se tornar realidade: o homem aprendeu que, além dos 92 prótons, a transmutação dos elementos não depende mais de simples

misturas, reações químicas, mas de verdadeiras revoluções no núcleo atômico: é preciso quebrar o coração do átomo para mudá-lo.

As primeiras tentativas de construção de elementos artificiais foram feitas pelo italiano Enrico Fermi (1901-1954), em 1934. Ao bombardear átomos de urânio com nêutrons, ele identificou uma série de “produtos radioativos”. Quatro anos mais tarde, dois pesquisadores alemães — Otto Hahn e Fritz Strassmann — descobriram que os tais “produtos radioativos” resultantes dos experimentos de Fermi nada mais eram do que novos elementos formados pela quebra do núcleo do urânio. Assim, o homem começou a entender as reações envolvidas na fissão nuclear e entrou na era atômica.

Mas foi só em 1940 que Edwin McMillan e Philip Abelson, da Universidade da Califórnia, em Berkeley, conseguiram isolar o primeiro elemento transurânico, com 93 prótons: o neptúnio. Alguns meses mais tarde, outra equipe de Berkeley, liderada pelo químico nuclear Glenn Seaborg, conseguia isolar outro elemento mais pesado do que o permitido: o plutônio.

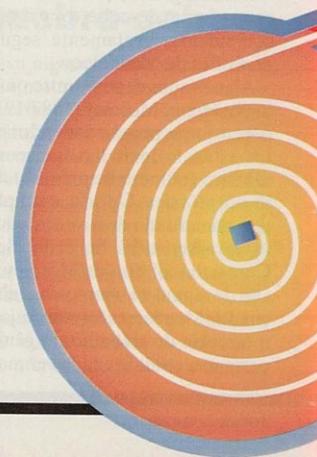
Até hoje, foram criados nada menos que dezessete novos átomos (*veja alguns dos principais, na tabela ao lado*). A maioria surgiu de dentro de potentes aceleradores, como os ciclotrons. Outros, como o einstênio e o fêrmio, foram identificados em explosões de bombas atômicas, em testes realizados no Oceano Pacífico.

As últimas boas novas do fronte da química nuclear vem de dois pontos

Os cientistas e seus átomos maravilhosos

Os últimos elementos artificiais e seus construtores

ELEMENTO	PRÓTONS	QUANTO VIVE	QUEM CONSTRUIU
Einstênio (Es)	99	207 anos	Albert Ghiorso (EUA, 1952)
Fêrmio (Fm)	100	80 dias	Albert Ghiorso (EUA, 1952)
Mendelévio (Md)	101	54 dias	Albert Ghiorso e Glenn Seaborg (EUA, 1955)
Nobélio (No)	102	58 minutos	Albert Ghiorso e Glenn Seaborg (EUA, 1958)
Laurêncio (Lr)	103	3 minutos	Albert Ghiorso (EUA, 1961)
Rutherfórdio (Rf)	104	14 milissegundos	Georgy Flerov (Rússia, 1964)
Hânio (Ha)	105	1,8 segundos	Georgy Flerov (Rússia, 1967)
Seabórguio (Sg)	106	0,9 segundos	Albert Ghiorso (EUA, 1974)
Seabórguio (Sg)	106	10 segundos	Ron Loughheed (EUA, 1994)
Nielsbório (Ns)	107	0,1 segundo	Georgy Flerov (Rússia, 1976)
Hássio (Hs)	108	2 milissegundos	G. Münzenberg e F. Hoffmann (Alemanha, 1984)
Meitnério (Mt)	109	3,4 milissegundos	G. Münzenberg e F. Hoffmann (Alemanha, 1984)



bem distantes do globo: da Rússia e dos Estados Unidos. São dois novos tipos de átomo de seabórguio. Ambos têm 106 prótons, mas foram “engordados” com uma dose extra de nêutrons. O primeiro deles saiu dos laboratórios do Instituto de Pesquisa Nuclear de Dubna. O seabórguio sintetizado pela equipe liderada pelo físico Yuri Lazarev recebeu dois nêutrons a mais do que o átomo original e conseguiu, assim, manter-se inteiro por mais de dois segundos.

Notícia melhor ainda veio da equipe americana, liderada pelo físico Ron Loughheed, do Laboratório Nacional Lawrence Livermore, na Califórnia. O seabórguio ocidental leva três nêutrons a mais do que o átomo fabricado pela primeira vez em 1974. Com esse pequeno truque, os cientistas conseguiram aumentar o tempo de vida do átomo dos antigos 9 décimos de segundo para mais de dez segundos — um recorde que, para muitos, pode ser o sinal de que a tão procurada ilha de estabilidade — um grupo de átomos que conseguem se manter inteiros por mais de um ano — esteja próxima.

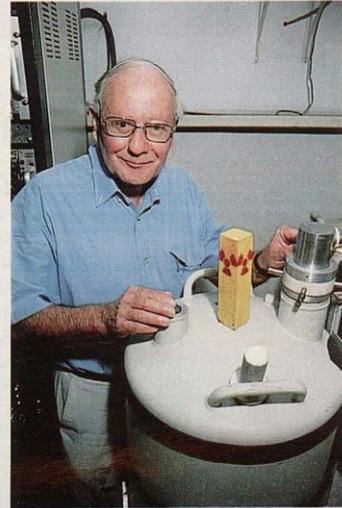
“Chega à ilha de estabilidade significa encontrar elementos capazes de liberar mais nêutrons nas reações de fissão nuclear do que o urânio e o plutônio”, comenta o astrofísico nuclear do

Instituto de Física da Universidade de São Paulo, Iuda Goldman. “Quer dizer, vai ser muito mais fácil gerar energia nas usinas nucleares”.

O astrofísico polonês naturalizado brasileiro acompanha de perto os resultados das pesquisas, principalmente das equipes de Berkeley e, em suas constantes viagens à Califórnia, já teve várias oportunidades de discutir o assunto em interessantes almoços com Glenn Seaborg. Para Goldman, cada boa notícia vinda dos aceleradores de partículas significa um passo a mais para se entender a formação do Universo. “Nós já sabemos como a natureza produz os elementos básicos, até o ferro, nas explosões estelares” explica o professor. “Daí para a frente, o processo de produção da matéria, até o urânio, é conhecido apenas em teoria.”

Resta saber também o que existe depois da ilha de estabilidade. “Até onde a natureza vai permitir que o homem construa átomos cada vez mais complexos é uma das principais questões da ciência”, conclui o professor da USP. ■

Thereza Venturoli



O astrofísico Iuda Goldman: a química nuclear ajuda a entender a formação do próprio Universo



Como construir um superpesado

A primeira versão do gigante surgiu da trombada de dois átomos menores

CANDIDO, Juliana. De que somos feitos. **Superinteressante**, ed. 202, jul. 2004. (Categoria: Ciência).

CIÊNCIA

DE QUE SOMOS FEITOS?

MODELO GREGO

Até o século 18, acreditava-se que o mundo era feito com esses quatro ingredientes. Cada um possuía uma temperatura e uma umidade – a terra, por exemplo, era fria e seca. Para misturar tudo, era só usar amor ou ódio

Desde a Grécia antiga, pesquisadores quebram a cabeça para descobrir a matéria-prima de todas as coisas. Conheça a história dessa busca e saiba por que a lista de elementos não pára de crescer

POR JULIANA CANDIDO COM DESIGN DE JOANA AMADOR E ILUSTRAÇÕES DE ESTÚDIO MOL

56  Julho 2004

Se um dia alguém lhe pedir para construir um planeta como a Terra, vai aqui uma dica: o segredo de toda receita, como qualquer químico ou dona-de-casa pode lhe dizer, é escolher bem os ingredientes. Cumpra direitinho esse estágio e o resto vai ser só aquele trabalho besta de bater a massa e deixá-la descansar por alguns bilhões de anos. O esforço de construir um planeta fica restrito a apenas uma pergunta: “Que diabos de ingredientes eu uso para cozinhar a Terra?”

A resposta depende da época em que você nasceu. O primeiro a tentar solucionar o problema foi o filósofo grego Empédocles (490 a 430 a.C.). Para ele, era possível construir tudo o que existe na Terra com apenas quatro elementos: ar, água, fogo e terra. De acordo com a concentração de cada um na mistura, dava para fazer coisas tão diferentes como a rocha, a madeira, o vapor ou o barro. Para haver o equilíbrio e a vida continuar a existir, tais substâncias estariam sujeitas à ação de dois princípios: amor e ódio. Os dois se comportariam como as forças responsáveis por organizar e harmonizar as quatro partes essenciais, ora misturando, ora separando cada uma delas. Pronto, estava explicado o mundo.

Era uma idéia tão engenhosa que foi aceita pelas mentes mais afiadas da Grécia, entre elas a de Aristóteles (384 a 322 a.C.), que aprimorou o sistema. Para ele, amor e ódio não só misturavam os elementos como podiam transformar um em outro. Cada um dos ingredientes básicos tinha uma temperatura e uma umidade (veja ilustração ao lado) e era só mudar essas propriedades que os elementos se transformavam. Esfriando o ar, por exemplo, consegue-se água; molhando o fogo surge o ar, e assim por diante. Essa possibilidade deu origem ao sonho de encontrar a “pedra filosofal”, capaz de fazer qualquer metal virar ouro. Os chamados alquimistas se esforçavam, sempre sem sucesso, para chegar lá.

Essa história – e como a química evoluiu a partir dela – é o tema do livro *The Ingredients* (“Os Ingredientes”, ainda não traduzido), do jornalista inglês

Philip Ball. Hoje se sabe que as experiências de Aristóteles nada mais faziam que trocar o estado físico da matéria. Terra era o nome dado para todos os sólidos (desde a areia até as lanças de metal), ar batizava os gases e água identificava os líquidos. Era só resfriar o vapor e transformá-lo em líquido que ele virava outro “elemento” – mesmo que tudo não passasse de água. O problema era o fogo, um fenômeno esquisito em que partículas ficavam se movimentando, excitadas pelo calor. Os antigos pensadores perceberam essa particularidade e conviveram com ela. Mas nunca a entenderam.

BRINCANDO COM FOGO

Os mistérios do fogo tiveram que esperar até o século 17 para ganharem uma explicação – mesmo assim, bastante peculiar. Nessa época, imaginou-se que as chamas não seriam um elemento em si, mas sim uma essência inflamável contida em praticamente todas as substâncias – chamada de flogístico –, que poderia ser liberada com o fornecimento de calor. Essa teoria mudou para sempre a história da química, principalmente porque nem todos concordaram em diminuir para três a lista de ingredientes no mundo. Um dos cétricos era o pastor inglês Joseph Priestley (1733-1804). Ele descobriu que, com o aquecimento do óxido de mercúrio, havia liberação de um gás especial (na verdade, oxigênio) em cuja presença era possível produzir fogo com chamas muito mais intensas. Segundo a ciência da época, isso era um problema: o fogo estava aumentando quando o flogístico já havia sido consumido. O pastor denominou esse novo gás de “ar sem flogístico” e, em estudos seguintes, notou que ele possuía propriedades milagrosas, capazes até mesmo de prolongar a vida. Um ratinho, colocado em uma caixa lacrada cheia do intrigante gás, sobrevivia por mais tempo que outro roedor envolto em ar comum.

Quatro anos depois, em 1778, o químico francês Antoine Lavoisier inter-

pretou essas observações como indícios de que esse gás era um novo elemento e batizou-o de oxigênio. A teoria do flogístico veio abaixo. Até então, acreditava-se que uma substância queimando dentro de um recipiente fechado se apagasse uma hora porque o ar ficava saturado de flogístico. Já a nova teoria propunha que o oxigênio era consumido durante a combustão, de modo que a queima terminava quando o ar ficava pobre desse gás. A compreensão mais exata do processo de queima permitiu ainda a Lavoisier identificar os três estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso. Com isso, foi possível distinguir as variações de cada substância. Era o fim definitivo das confusões que descabelaram os velhos pesquisadores – água, gelo e vapor passaram a ser simplesmente água.

Daí para uma nova definição dos ingredientes do Universo foi um pulo. “Elemento é qualquer substância que não pode ser dividida em componentes mais simples a partir de reações químicas”, afirmou Lavoisier, que listou 33 deles. Nem todos estavam corretos – constavam da lista a luz, o calor e a lima, hoje conhecida como óxido de cálcio, um composto resultante da combinação entre cálcio e oxigênio.

A partir desse momento, tudo era uma questão de saber se o elemento se apresentava em sua versão mais simples. Se ele pudesse ser dividido em duas coisas diferentes, é porque não era ainda o ingrediente básico. Em 1800, já se conheciam mais de 36 elementos e a tendência era que essa lista aumentasse rapidamente. Conscientes disso, os químicos passaram a ter a preocupação de criar uma maneira fácil de representar e organizar esse monte de substâncias.

O pontapé inicial foi dado por John Dalton. Ele comparou a mesma quantidade dos 36 elementos e viu quais eram mais pesados. Dividiu então os elementos tendo por base o peso, associando um desenho para cada um deles. O resultado foi um painel confuso, formado por três dúzias de símbolos esféricos. Uma solução mais prática veio do sueco Jons Jacob Berzelius em 1811. Ele propôs que cada elemento ►



RECEITA FINAL

A lista de ingredientes do Universo

HIDROGÊNIO

ESTILO: O mais simples e leve de todos na tabela. Se não estiver ligado a nenhum outro elemento, a gravidade não consegue segurá-lo e ele vai literalmente para o espaço

HISTÓRIA: A cobiça favorita dos químicos, foi a partir dele que cientistas descobriram como funcionam os átomos

CURIOSIDADE: É o elemento mais abundante no Universo

CARBONO

ESTILO: Com os mesmos átomos, faz coisas tão diferentes como um diamante ou um grafite. Além disso, é a base de toda a química orgânica

HISTÓRIA: Foi a referência para medir a massa dos demais elementos

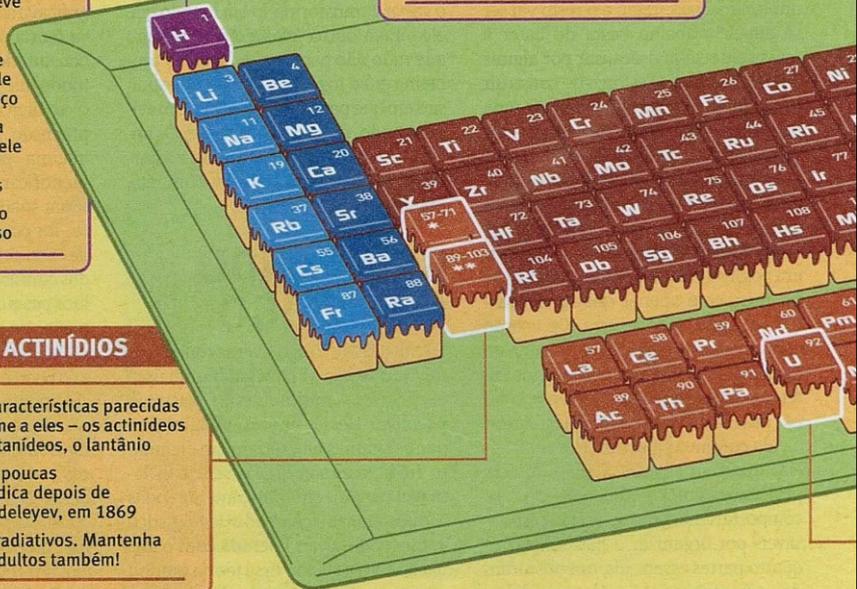
CURIOSIDADE: É bem fácil de ser manuseado em laboratório

LANTANÍDEOS e ACTINÍDIOS

ESTILO: Cada grupo tem características parecidas com o elemento que dá nome a eles – os actinídeos parecem o actínio e os lantanídeos, o lantânio

HISTÓRIA: Foram uma das poucas mudanças na tabela periódica depois de ela ser inventada por Mendeleev, em 1869

CURIOSIDADE: São todos radiativos. Mantenha longe de crianças – e de adultos também!



➤ fosse representado pela inicial do nome em latim e, em caso de coincidência, pelas duas primeiras letras. Assim, oxigênio virou O e carbono passou a ser C, enquanto o cobalto tornou-se Co.

O próximo passo seria separar os elementos em grupos, de acordo com alguns critérios. O primeiro deles, proposto por Lavoisier, era dividir as substâncias em gases, não-metais, metais e “terrenos”, que incluíam a lima. Dezenas de outras tentativas se seguiram até a elaboração do modelo mais aceitável, que se tornaria a base para a tabela periódica atual. O pai dessa nova disposição foi o russo Dmitri Mendeleev (1834-1907). Ele bolou um arranjo em que os elementos apareciam identificados pelo esquema de Berzelius e dispostos em colunas verticais (a disposição horizontal era mais comum na época). Também estavam divididos por propriedades físicas e químicas e

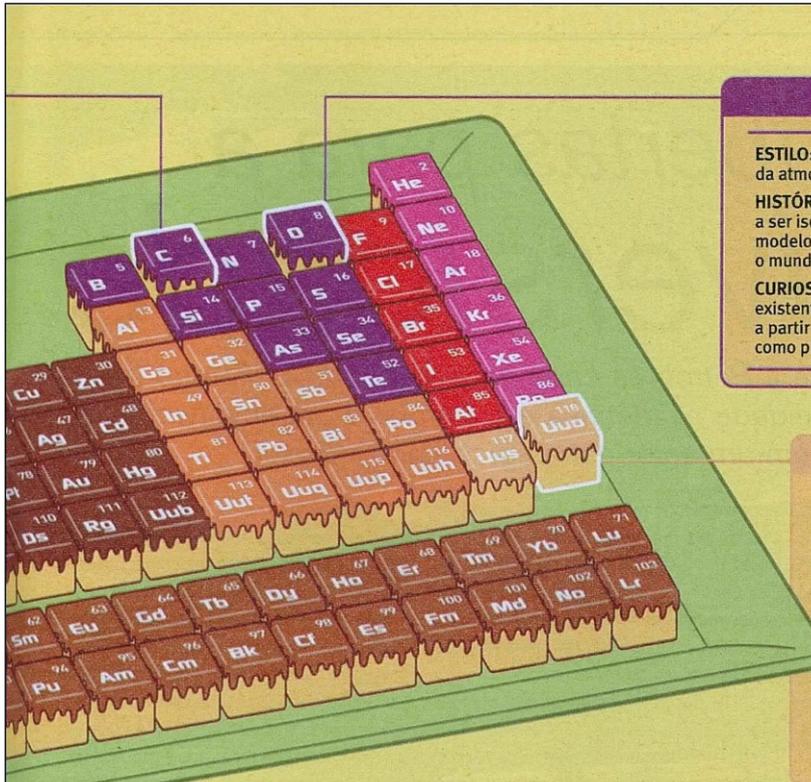
em ordem crescente de peso. Mendeleev teve até o cuidado de deixar lacunas na tabela, para elementos a serem descobertos (e que de fato o foram). O resultado final foi a primeira versão da tabela que aparece acima.

Essa representação ganhou força com a descoberta de partículas ainda menores que os átomos. Descobriram-se prótons – partículas de carga positiva no núcleo do átomo – e nêutrons – sem carga elétrica mas capazes de aumentar o peso do núcleo. Por fim, existem pedaços minúsculos de matéria girando em volta disso tudo, os elétrons, que têm carga negativa. A diferença entre os elementos está no número de prótons que possuem. Com essa descoberta, pode-se contar o número de ingredientes do Universo: 92. Junte todos os itens da tabela acima até chegar ao urânio e você terá material para construir um planetinha bacana.

FAZENDO OURO

Não era só na química primitiva de Aristóteles que um elemento podia se transformar em outro. Milênios depois, os cientistas observaram em laboratório uma série de metamorfoses misteriosas. Um punhado de átomos de tório, por exemplo, podia começar a emitir outro elemento, o radônio, mesmo que este não estivesse ali originalmente. Como pode?

Para chegar à resposta, os cientistas precisaram conhecer as misteriosas substâncias emitidas por alguns elementos (que hoje conhecemos como “radiativos”). Essas partículas – chamadas de alfa e beta – conseguem aumentar ou diminuir o número de prótons no átomo. Aprenda a lidar com elas e será possível transformar um elemento em outro. O tório (com 90 prótons), por exemplo, emite par-



OXIGÊNIO

ESTILO: Componente de 21% da atmosfera e essencial à vida

HISTÓRIA: Foi o primeiro elemento a ser isolado. Com isso, derrubou o modelo clássico grego, que dividia o mundo em água, fogo, terra e ar

CURIOSIDADE: Todo oxigênio existente na Terra surgiu a partir da ação de seres vivos, como plantas e bactérias

ELEMENTO 118

ESTILO: Ninguém sabe ao certo, até porque ele se decompõe em milésimos de segundo

HISTÓRIA: Feito em laboratório em 1999, nunca mais deu as caras. Foi retirado da tabela periódica dois anos depois, por ninguém confirmar a experiência que lhe deu origem. O elemento 117, por sua vez, nunca foi isolado

CURIOSIDADE: Feito com a fusão de chumbo (Pb) com criptônio (Kr)

URÂNIO

ESTILO: O mais pesado dos elementos da natureza. Emite radiação, como todo bom actinídeo

HISTÓRIA: Foi o último elemento natural a ser descoberto, pondo fim à pergunta que dá nome a esta reportagem

CURIOSIDADE: Atualmente é usado para geração de energia nuclear e na coloração de vidros

tículas alfa até ficar com apenas 86 prótons e, assim, virar radônio.

A descoberta reviveu o sonho dos alquimistas – produzir ouro a partir de metais comuns. Os químicos tentaram até conseguir, o que ocorreu em 1941, ao extrair um próton do núcleo de mercúrio e transformarem o metal em ouro. Só que a experiência não era tão simples, o que acabou com o sonho de riqueza instantânea desses desbravadores. A tecnologia permitia, no entanto, aumentar a tabela. Os cientistas conheciam agora os ingredientes do Universo, mas, como qualquer químico

co ou dona-de-casa pode lhe dizer, ater-se à receita original é coisa de principiante. A lista, na verdade, não tem fim: sempre é possível colocar um próton a mais no núcleo e conseguir um novo componente da tabela periódica. Um átomo de urânio com um próton a mais vira um netúnio, uma substância que ninguém nunca havia visto, mas que poderia ser feita em laboratório. Desde então, o grupo formado por elementos artificiais não parou de crescer, em parte graças à variedade de reações nucleares que os cientistas descobriram.

Foi possível, por exemplo, somar dois átomos e criar os maiores elementos que aparecem na tabela periódica, alguns com mais de 110 prótons. Não é uma tarefa fácil. Essa reação, a fusão de átomos, envolve energias altíssimas e técnicas que ainda precisam ser aprimoradas. Para piorar, os átomos mais pesados emitem radiação e se transformam em outros mais leves em milésimos de segundo, dificultando a observação. Encontrar um jeito fácil de somar os átomos, no entanto, é um dos grandes sonhos dos cientistas. Esse tru-

que é tão poderoso que está nele a fonte de energia do Sol, onde 600 bilhões de toneladas de hidrogênio são fundidas a cada segundo e transformadas em hélio, em uma temperatura que alcança 10 milhões de graus centígrados.

Até hoje, os químicos conseguiram produzir e observar 116 elementos. É provável que, no futuro, essas pesquisas levem não só a mais substâncias como a uma compreensão melhor a respeito daquelas que já conhecemos. Não é pouca coisa. O nível atômico abriga as maiores energias que o homem conhece e, por consequência, as maiores oportunidades. Se desvendarmos os quebra-cabeças escondidos na tabela periódica, poderemos até, quem sabe, descobrir uma receita para construir novos planetas. Mas não é preciso sonhar tanto: mudar a Terra já seria um tremendo avanço. 

PARA SABER MAIS

NA LIVRARIA:
The Ingredients
Philip Ball, Oxford University Press, Estados Unidos, 2003

NA INTERNET:
www.webelements.com
História e curiosidades da tabela periódica

STEINER, João. Filhos dos astros, netos do *Big Bang*. *Superinteressante*, ed. 125, fev. 1998. (Categoria: Tecnologia).



UNIVERSO



POR JOÃO STEINER

Oito ou oitenta — não importa a idade que você tenha. A matéria que constitui seu organismo é muito, mas muito mais antiga do que isso. Nesta edição, João Steiner conta como alguns elementos químicos da sua carne, sangue e ossos vieram de estrelas que explodiram.

JOÃO STEINER É PROFESSOR DE ASTROFÍSICA DO INSTITUTO ASTRONÔMICO E GEOFÍSICO DA USP

Filhos dos astros, netos do Big Bang

Os átomos do nosso corpo foram feitos pelas estrelas a partir do hidrogênio criado no início dos tempos.

Existem na natureza 92 elementos químicos estáveis, que vão do hidrogênio, o mais leve, ao urânio, o mais pesado. São esses os "tijolos" dos quais são feitos os planetas, as pedras e os seres vivos. Nosso próprio corpo é uma organização cuja base são principalmente os átomos de hidrogênio, oxigênio, carbono, cálcio, ferro e enxofre.

A humanidade sempre desejou explicar a origem dos elementos. Mais que isso, os alquimistas da Idade Média tentaram sintetizar certos elementos a partir de outros: imaginaram que podiam produzir o ouro, muito raro, a partir do ferro, fácil de encontrar. Teriam ficado ricos!

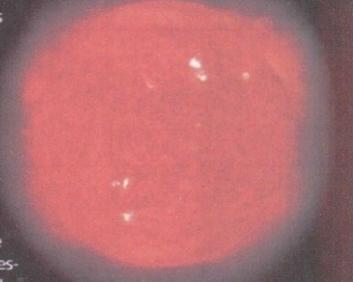
Somente na segunda metade deste século a ciência conseguiu estabelecer com segurança quando e onde os átomos foram forjados. Sabemos hoje que, dos 92 elementos existentes, dois foram criados basicamente durante o Big Bang, a grande explosão que deu origem ao Universo. Surgiram aí os dois átomos mais leves: o hidrogênio e o hélio. O hidrogênio é o elemento mais abundante da matéria que constitui o Universo. Só é superado pela misteriosa e fugidia matéria "escura", que teria uma massa dez vezes

maior, mas não sabemos bem do que é feita. Já o gás hélio é dez vezes menos abundante que o hidrogênio.

Átomos como o carbono, o oxigênio e o ferro não se formaram durante o Big Bang. Eles são produto de reações nucleares que ocorrem no núcleo das estrelas, que têm densidades elevadas e temperaturas que ultrapassam, tipicamente, os 20 milhões de graus. Sob essas condições físicas, reações nucleares produzem elementos químicos pesados a partir, geralmente, do mais leve de todos, o hidrogênio. Quando este começa a escassear, o hélio já formado passa a ser utilizado para montar elementos mais pesados.

Cada elemento nasce num processo peculiar. Estrelas de massa intermediária, como o Sol, sintetizam átomos também intermediários, como carbono, nitrogênio e oxigênio. Elementos pesados como o ferro, o níquel e o chumbo são criados por estrelas de grande massa que, no final da vida, explodem na forma de supernovas.

É bem curioso as estrelas moribundas jogarem matéria para o espaço interestelar. Com isso, após a morte de milhares de astros numa



Estrelas de tamanho médio, como o Sol, geram elementos nem muito leves, nem muito pesados, como carbono, nitrogênio e oxigênio

certa região, fica por aí uma gigantesca quantidade de gás. E essa matéria-prima pode ser reciclada. Isso mesmo, empregada na formação de uma nova geração de estrelas. Claro que essa nova geração de estrelas será pobre em hidrogênio e rica em elementos mais pesados.

O Sol e todos os planetas do Sistema Solar fazem parte de uma terceira geração de estrelas. É por isso que temos tantos elementos pesados à nossa volta, especialmente ferro. Somos, então, filhos das estrelas? Bem, apenas em 90%, já que 10% do nosso corpo é feito de hidrogênio. E este foi produzido no Big Bang, mais de 10 bilhões de anos atrás. ■