

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**O LIXO ELETRÔNICO COMO POSSIBILIDADE PARA
O ENSINO DE QUÍMICA NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Leandro da Silva Friedrich

Santa Maria, RS, Brasil.

2014

O LIXO ELETRÔNICO COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Leandro da Silva Friedrich

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.**

Orientadora: Profa. Dra. Mara Elisa Fortes Braibante

Santa Maria, RS, Brasil.

2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**O LIXO ELETRÔNICO COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE
QUÍMICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

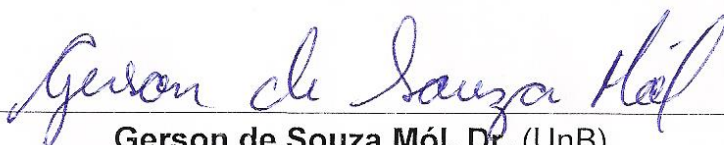
elaborada por
Leandro da Silva Friedrich

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

COMISSÃO EXAMINADORA:



Mara Elisa Fortes Braibante, Dra.
(Presidente/orientadora)



Gerson de Souza Mól, Dr. (UnB)



Inés Prieto Schmidt Sauerwein, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 24 de abril de 2014.

AGRADECIMENTOS

Finalizada esta etapa, é momento de demonstrar a gratidão que tenho e agradecer às pessoas que, de uma forma ou de outra, participaram da minha formação, tanto pessoal quanto profissional, e que também contribuíram para a conclusão deste trabalho e da minha pós-graduação. Neste momento em que as emoções formam uma mistura homogênea, que nenhum processo de separação existente no mundo seria capaz de separar, tentarei listar algumas destas “substâncias” que foram essenciais para mim nesta caminhada.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por iluminar e guiar meus passos nesta pesquisa e na minha vida. Obrigado pela saúde e pela sabedoria.

Agradeço à Universidade Federal de Santa Maria, uma instituição de excelência, pela oportunidade de realizar este trabalho. Também agradeço aos professores e secretárias do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pelos valiosos ensinamentos, que levarei para a vida toda, e pelos auxílios que a mim prestaram. Agradeço à CAPES pelo auxílio financeiro durante a realização deste trabalho.

Agradeço também à professora Dra. Mara Braibante que desde o início desta caminhada, ainda durante a graduação no PIBID, me acompanhou e me ajudou sempre que possível. Agradeço pela orientação prestada neste trabalho, pelas oportunidades que me proporcionou, pelos ensinamentos e pelos “puxões de orelha”. Igualmente, agradeço ao professor Hugo Braibante pelo auxílio prestado nesta pesquisa e também pelas discussões sobre a Química. Aos dois, deixo aqui meu muito obrigado!

Aos meus colegas e verdadeiros amigos do Laboratório de Ensino de Química (LAEQUI), agradeço pelo acolhimento, pelos anos de vivências, pelos eventos que participamos juntos, pelas publicações, pelas relevantes discussões sobre o Ensino de Química que tivemos, pelas muitas xícaras de café compartilhadas, enfim, pelo prazer de participar desta parte da história deste grupo de pesquisa com vocês. Obrigado Marcele, que quando cheguei já estava concluindo seu mestrado, Giovanna e Ediane, que tive o prazer de conviver durante o último ano dos seus trabalhos, Thaís, uma irmã emprestada que a vida me deu e

que me acompanha desde a graduação até a pós-graduação compartilhando momentos bons e ruins, Fernando, que também entrou comigo neste grupo no mesmo ano, Ana Carolina e Ângela D., que ingressaram no grupo mais tarde, Sabrina, Ângela K. e Greyce, as novas integrantes do LAEQUI. Em especial, agradeço ao Maurícius, o nosso doutorando, meu fiel escudeiro que não mediu esforços para me ajudar durante todas as etapas desta pesquisa. Desejo a todos vocês muito sucesso! Que sejam muito competentes e felizes em tudo que fizerem nesta vida. Aos professores e colegas do LAEQUI devo minha eterna gratidão. Não poderia deixar de agradecer também aos “agregados” deste grupo e ao pessoal do laboratório. Obrigado pela amizade e pela torcida.

Agradeço também aos meus pais, pela vida, pelos primeiros ensinamentos e pelo cultivo dos bons valores que carrego comigo. Obrigado mãe, obrigado pai, obrigado mano, que mesmo nos momentos em que não puderam se fazer presentes, estiveram sempre torcendo pelo meu sucesso.

Agradeço à minha noiva Maira pela companhia diária, pelas ajudas que prestou neste trabalho e no meu dia a dia. Obrigado pelo apoio, pelo carinho, pelo respeito e principalmente pela paciência que teve comigo.

Agradeço aos meus amigos que estiveram na torcida, que me apoiaram e que acompanharam, de perto ou à distância, este trabalho. Não poderia deixar de agradecer também aos meus colegas de trabalho do Totem Vestibulares pelo apoio e pelas conversas.

Agradeço, enfim, aos professores e alunos que participaram voluntariamente e contribuíram para a realização desta pesquisa. Também gostaria de agradecer aos professores da banca examinadora, Inés, Gerson e Élgion, por aceitaram o convite e pelas contribuições que deram a este trabalho.

A todos, muito obrigado!

*A missão do professor não é dar respostas prontas.
As respostas estão nos livros, estão na internet.
A missão dos professores é provocar inteligência,
é provocar o espanto, a curiosidade.*

Rubem Alves

*Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente
equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à
sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e
à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo
para as presentes e futuras gerações.*

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Art. 225)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde
Universidade Federal de Santa Maria

O LIXO ELETRÔNICO COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

AUTOR: LEANDRO DA SILVA FRIEDRICH
ORIENTADORA: MARA ELISA FORTES BRAIBANTE
Data e local da defesa: Santa Maria, 24 de abril de 2014.

O lixo eletrônico é um dos grandes problemas do século XXI, tanto pelo aumento da quantidade em que está sendo gerado, quanto por sua variada composição química e pela toxicidade de algumas substâncias presentes no mesmo. Entretanto, apesar de figurar como um tema tão relevante de ser discutido em sala de aula, ele vem recebendo pouca ênfase no Ensino de Química. Desta forma, o presente trabalho tem como foco a discussão deste tema na formação inicial e continuada de professores de Química, buscando investigar de que formas ele pode ser abordado e como pode colaborar na formação desses professores. Para isso, esta pesquisa foi dividida em três etapas: desenvolvimento de uma atividade de extensão relacionada ao tema lixo eletrônico (etapa E1), a realização de inserções deste tema na formação inicial de professores de Química (etapa E2) e a elaboração e execução de um curso de formação continuada abordando o tema lixo eletrônico (etapa E3). Na primeira etapa, foi realizada a distribuição de kits de reagentes que permitem a realização de atividades experimentais, sendo uma delas a identificação qualitativa de metais presentes no lixo eletrônico. Os professores participantes desta etapa responderam um questionário que buscou investigar questões relacionadas ao lixo eletrônico e à participação de cursos de formação continuada. Na etapa E2, foram realizadas duas intervenções com acadêmicos do curso de Química Licenciatura da UFSM: uma atividade experimental de caráter investigativo e a elaboração de planos de aula abordando o tema lixo eletrônico. Já na etapa E3 foi desenvolvido um curso de formação continuada com dez professores de Química, no qual foram realizadas atividades relacionando o lixo eletrônico com o Ensino de Química através do contato com estes resíduos, da discussão de textos, da elaboração e análise de planos de aula, bem como por meio de discussões acerca da importância das atividades experimentais e de diferentes recursos didáticos (vídeos e livros didáticos). A etapa E3 também contou com a elaboração de um *website* que objetivou, entre outras ações, reunir materiais (artigos, sites, vídeos) sobre o tema lixo eletrônico. Sendo assim, através dos resultados obtidos em todas as etapas desta pesquisa, verificamos que o lixo eletrônico surge como uma possibilidade para o Ensino de Química, podendo ser abordado de diferentes formas. Além disso, de acordo com a avaliação dos professores participantes, as atividades desenvolvidas envolvendo esse tema contribuíram com a sua formação profissional, proporcionando a discussão de novas ideias e estratégias para sua atuação em sala de aula.

Palavras-chave: lixo eletrônico, formação de professores, Ensino de Química.

ABSTRACT

Masters Dissertation
Graduate Program in Science Education:
Chemistry of Live and Health
Federal University of Santa Maria

THE ELECTRONIC WASTE AS A POSSIBILITY FOR THE CHEMISTRY TEACHING IN THE TEACHERS' EDUCATION

AUTHOR: LEANDRO DA SILVA FRIEDRICH
ADVISOR: MARA ELISA FORTES BRAIBANTE
Date e location of defense: Santa Maria, April 24th, 2014.

Electronic waste is one of the biggest problems of the XXI century, for the increase in amount in which it is being generated, as for its varied chemical composition and toxicity of some substances present in it. However, despite showing up as such relevant theme to be discussed in classroom, it has been receiving little emphasis in the Chemistry teaching. Thus, the present paper has as its focus the discussion around the theme in the initial and continued formation of Chemistry teachers, aiming at investigating in which forms it may be approached and how it may collaborate in the formation of such teachers. For that, this research has been divided in three phases: the development of an extension activity related to the electronic waste theme (phase E1), the insertion achievement of this theme in the initial formation of Chemistry teachers (phase E2), and the elaboration and execution of a continued formation course approaching the electronic waste theme (phase E3). In the first phase, a distribution of reagent kits which allow the experimental activity achievement was carried out, being the qualitative identification of metals present in the electronic waste one of them. The participating teachers in this phase answered a questionnaire which aimed at investigating questions related to electronic waste and the participation in continued formation courses. In phase E2, two interventions with students of BSc in Chemistry of UFSM were carried out: an experimental activity of investigative character and the elaboration of class plans approaching the electronic waste theme. In phase E3 a continued formation course was developed with ten Chemistry teachers, in which activities related to electronic waste with Chemistry teaching through the contact with such residue, the discussion of texts, the class plan elaboration and analysis, as well as through the discussion about the experimental activity importance and the different teaching resources (teaching videos and books). Phase E3 also counted on the elaboration of a *website* which aimed at, among other actions, collecting material (articles, websites, and videos) about the electronic waste theme. Therefore, through the obtained results in all phases of this research, it was verified that electronic waste emerges as a Chemistry teaching possibility, being able to be approached in different manners. Besides that, according to the assessment of the participating teachers, the developed activities around the theme contributed with their professional formation, making possible the discussion of new ideas and strategies for their role in classroom.

Keywords: electronic waste, teachers' education, chemistry teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lixeiras para a coleta seletiva.	40
Figura 2 - Exemplos de resíduos eletrônicos.....	44
Figura 3 - Os 5 R's da sustentabilidade.....	51
Figura 4 - Elementos químicos cujos átomos estão presentes em um celular.	53
Figura 5 - Selos utilizados nos produtos que seguem o sistema RoHS.	55
Figura 6 - Placa mãe de computador com a indicação do sistema RoHS.....	56
Figura 7 - Representação do grupo heme B.....	58
Figura 8 - Localização geográfica das escolas dos participantes da E1.	72
Figura 9 - Grupo de trabalho do projeto desenvolvido na etapa E1.	76
Figura 10 - Kit de reagentes distribuído na etapa E1.	79
Figura 11 - Página inicial do <i>website</i> “Química e lixo eletrônico”.....	86
Figura 12 - Primeiro contato dos professores com os REEE no curso de FC.	87
Figura 13 - Professores realizando a análise dos livros didáticos.	92
Figura 14 - Atividades desenvolvidas envolvendo o tema lixo eletrônico.	102
Figura 15 - Recortes do LD de Química (volume 2) da autora Martha Reis.....	136

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1 - Classificação dos resíduos de acordo com sua origem.	43
Esquema 2 - Linhas de equipamentos eletroeletrônicos.	45
Esquema 3 - Visão do processo de logística reversa.	49
Esquema 4 - Biossíntese do heme e as interferências do chumbo.	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Terminologia referente à formação continuada	32
Quadro 2 - Elementos químicos perigosos presentes nos REEE.....	60
Quadro 3 - Substâncias que conferem periculosidade aos REEE.....	63
Quadro 4 - Possibilidades de abordagens do tema lixo eletrônico em diferentes disciplinas.....	65
Quadro 5 - Atividades desenvolvidas em cada etapa da pesquisa.	69
Quadro 6 - Perfil profissional dos professores participantes da etapa E3.	74
Quadro 7 - Quadro comparativo dos produtos reacionais obtidos nos testes qualitativos.	78
Quadro 8 - Modelo formalizado de planos de aula.	81
Quadro 9 - Categorias da importância de discutir o tema lixo eletrônico.....	97
Quadro 10 - Planos de aula elaborados na etapa E2.....	105
Quadro 11 - Estratégias e recursos didáticos dos planos de aula da etapa E2.....	106
Quadro 12 - Metais identificados qualitativamente no lixo eletrônico.	108
Quadro 13 - Avaliação realizada pelos professores utilizando a PCA.....	116
Quadro 14 - Avaliação da finalidade didática do vídeo utilizando a PCA.	117
Quadro 15 - Avaliação dos planos de aulas realizada pelos professores.	127
Quadro 16 - Coleções de LD de Química do PNLD 2012.	130
Quadro 17 - Resenhas críticas dos LD do PNLD 2012 sobre o tema lixo eletrônico.	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formação de mestres e doutores em Educação Química (1971 a 2000) .24	24
Tabela 2 - Municípios que apresentam coleta seletiva por regiões.41	41
Tabela 3 - Composição média de uma placa de circuito impresso.54	54
Tabela 4 - Concentração limite de metais pesados em água potável.60	60
Tabela 5 - Disciplinas ministradas pelos professores do ensino médio.70	70
Tabela 6 - Formação acadêmica dos professores participantes da etapa E3.73	73
Tabela 7 - Número de elementos químicos assinalados pelos professores.114	114
Tabela 8 - Conhecimentos pretendidos de acordo com os objetivos 119	119
Tabela 9 - LD de Química distribuídos pelo PNLD 2012.131	131

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Cursos de licenciatura em Química no Brasil de 1930-1989.	23
Gráfico 2 – Publicações relacionadas ao tema lixo eletrônico por ano.	46
Gráfico 3 - Disciplinas ministradas pelos professores participantes da etapa E1.....	70
Gráfico 4 - Formação acadêmica dos professores participantes da etapa E1.	71
Gráfico 5 - Investigação sobre a composição química de uma PCI.	113
Gráfico 6 - LD de Química distribuídos pelo PNLD 2012 no RS.	130
Gráfico 7 - Avaliação sobre a formação de professores.....	137
Gráfico 8 - Avaliação do curso “Lixo eletrônico em foco”.	138
Gráfico 9 - Avaliação sobre o tema do curso de FC.....	141
Gráfico 10 - Avaliação do <i>website</i> “Química e lixo eletrônico”.....	142

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
FI	Formação Inicial
FC	Formação Continuada
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
IF	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
ONU	Organização das Nações Unidas
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
REEE	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PCI	Placa de Circuito Impresso
LD	Livro Didático
RS	Rio Grande do Sul
PROFITECS	Mostra Integrada de Profissões, Tecnologias, Cultura e Serviços
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
LAEQUI	Laboratório de Ensino de Química
PCA	Planilha Coletiva de Avaliação
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Objetivos das atividades experimentais	156
---	-----

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Termo de autorização para a pesquisa.....	158
Apêndice 2 - Manual instrutivo do kit de reagentes.....	159
Apêndice 3 - Questionário diagnóstico aplicado na etapa E1	162
Apêndice 4 - Questionário virtual da etapa E1	163
Apêndice 5 - Convite para o curso de formação continuada.....	164
Apêndice 6 - Formulário de inscrição para o curso de formação continuada.....	165
Apêndice 7 - Questionário para análise de plano de aula.....	166
Apêndice 8 - Questionário de avaliação do curso de formação continuada.....	167
Apêndice 9 - Planilha Coletiva de Avaliação elaborada pelos professores da E3..	168

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	18
CAPÍTULO 1 – A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA.....	22
1.1 A formação de professores de Química no Brasil	22
1.2 A formação inicial e continuada de professores de Química	27
1.2.1 Análise dos diferentes termos utilizados para a formação continuada	30
1.3 A formação de professores como foco de pesquisas no Ensino de Química.....	33
CAPÍTULO 2 – O LIXO ELETRÔNICO EM FOCO.....	38
2.1 O crescimento populacional e a geração de resíduos	38
2.2 O ser humano e os resíduos	39
2.3 Os resíduos eletrônicos	44
2.3.1 Aspectos legais sobre o lixo eletrônico no Brasil	47
2.3.1.1 A logística reversa	48
2.3.1.2 A educação ambiental	50
2.3.1.3 A NBR 16.156 da ABNT	52
2.3.2 A composição química do lixo eletrônico	52
2.3.2.1 Toxicidade dos componentes dos REEE.....	56
2.4 Possibilidades da abordagem do tema “Lixo Eletrônico” no Ensino de Química.....	64
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA	67
3.1 Contexto da pesquisa.....	68
3.1.1 Caracterização dos sujeitos da pesquisa da etapa E1	69
3.1.2 Caracterização dos sujeitos da pesquisa na etapa E2	72
3.1.3 Caracterização dos sujeitos da pesquisa na etapa E3	73
3.2 Instrumentos utilizados para a coleta de dados	75
3.3 Desenvolvimento das atividades.....	76
3.3.1 Detalhamento das atividades desenvolvidas na etapa E1	76
3.3.2 Detalhamento das atividades desenvolvidas na etapa E2.....	80
3.3.2.1 Elaboração de um plano de aula com o tema lixo eletrônico.....	80
3.3.2.2 Identificação qualitativa de metais nos REEE	82
3.3.2.3 Avaliação das intervenções realizadas na etapa E2	83
3.3.3 Detalhamento das atividades desenvolvidas na etapa E3.....	84

3.3.3.1 Investigando o lixo eletrônico e a sua composição química	87
3.3.3.2 Elaboração de uma Planilha Coletiva de Avaliação (PCA) de vídeos...88	88
3.3.3.3 Atividades experimentais com o lixo eletrônico	89
3.3.3.4 Elaboração de planos de aulas com o tema lixo eletrônico	91
3.3.3.5 A abordagem do tema lixo eletrônico nos livros didáticos do PNLD 2012	91
3.3.3.6 Avaliação do curso de FC.....	92
3.4 Metodologia da análise dos dados.....	93
CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	96
4.1 Análise dos resultados da etapa E1	96
4.1.1 Concepções dos professores sobre a importância do tema lixo eletrônico...96	96
4.1.2 Participação dos professores em cursos de formação continuada (FC)....99	99
4.1.3 Avaliação do kit de reagentes distribuído na etapa E1	101
4.2 Análise dos resultados da etapa E2	103
4.2.1 Concepções dos licenciandos sobre planos de aula	103
4.2.2 Análise das estratégias e recursos didáticos dos planos de aula propostos pelos licenciandos	105
4.2.3 Avaliação da atividade de identificação qualitativa de metais nos REEE..107	107
4.2.4 Avaliação geral das atividades da etapa E2	110
4.3 Análise dos resultados da etapa E3	112
4.3.1 Análise da atividade 1	112
4.3.2 Análise da atividade 2.....	115
4.3.3 Análise da atividade 3.....	118
4.3.4 Análise da atividade 4.....	122
4.3.5 Análise da atividade 5.....	128
4.3.6 Avaliação geral das atividades da etapa E3	137
4.3.6.1 Avaliação sobre a formação de professores.....	137
4.3.6.2 Avaliação do curso “Lixo eletrônico em foco”	138
4.3.6.3 Avaliação sobre o tema do curso “Lixo eletrônico em foco”	141
4.3.6.4 Avaliação do <i>website</i> “Química e Lixo eletrônico”	142
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	143
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
ANEXOS	156
APÊNDICES	158

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A formação de um profissional passa por diversas etapas, sendo estas dotadas de especificações e desenvolvimento de habilidades e competências, agregadas a discussões acerca de assuntos peculiares para a constituição do profissional que se almeja formar. Entretanto, esta formação deve acontecer de forma contínua para que o mesmo possa aprimorar seus conhecimentos, discutir tendências da sua área, além de encontrar-se com outros indivíduos que atuam no mesmo ramo.

Isto não seria diferente na formação de um professor. Além da formação específica da área do conhecimento escolhida, há toda uma formação didático-pedagógica, visando sua atuação docente. Geralmente, esta etapa vem acompanhada ou sucedida de estágios em sala de aula, onde se põe em ação a teoria e prática docente discutida e estudada na formação inicial. Sendo assim, também é muito importante a qualificação do corpo docente em atuação no ensino superior, para que colabore efetivamente na formação inicial do futuro professor, que deve o quanto possível estar apto para enfrentar a realidade que encontrará na maioria das escolas, como a falta de recursos e infraestrutura precária, alunos desinteressados e desmotivados, além de estar preparado para utilizar-se das novas tecnologias disponíveis da melhor maneira possível em suas aulas.

A simples transmissão e memorização de conteúdos, sem que esses emergem do contexto social em que o estudante está inserido, acaba por desmotivar o aluno e também o professor. Isto resulta na mecanização do processo de ensino e aprendizagem, apontando os professores como transmissores do conhecimento e os alunos como meros receptores de informações. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) propõem que não se busque “uma ligação artificial entre o conhecimento químico e o cotidiano”, mas sim partir “de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las” (BRASIL, 2002a, p. 93). Sendo assim, a utilização de temas estruturadores é uma das maneiras de selecionar e organizar os conteúdos a serem ensinados ao aluno.

Ao encontro das ideias dos temas estruturadores, a abordagem temática surge como uma possibilidade para englobar uma série de conhecimentos acerca de um tema central, não priorizando apenas conteúdos químicos específicos, mas visando também aspectos científicos, sociais, tecnológicos e ambientais. É importante ressaltar que a aproximação e a ligação dos eventos cotidianos dos alunos com os temas abordados em sala de aula facilitam o processo de ensino e aprendizagem de Química (MARCONDES *et al.*, 2007). Sendo assim, o tema “lixo eletrônico” surge como uma possibilidade para o Ensino da Química.

O lixo eletrônico é um dos grandes problemas do início do século XXI. A geração do mesmo cresce exponencialmente, mas as ações para contê-la ou então para problematizá-la aparecem em pequeno número. Desta forma, apresentam-se algumas justificativas da importância de se discutir este tema no Ensino de Química, tais como:

- Alertar para a correta destinação deste tipo de resíduo;
- Conscientizar quanto à responsabilidade da produção deste resíduo;
- Conhecer a composição desse tipo de resíduo e sua toxicidade para os seres vivos;
- Abordar os aspectos sociais, tecnológicos e ambientais que estão embutidos na produção deste tipo de resíduo;
- Alertar para a extração de matéria-prima, que possui uma disponibilidade finita, para a produção de novos equipamentos eletroeletrônicos e para os impactos sociais, ambientais e econômicos que advêm desta atividade.

Somada a estas justificativas, destaca-se também a pequena quantidade de artigos e materiais que abordam o tema lixo eletrônico no Ensino de Química, o qual julgamos de extrema importância de ser discutido nos dias atuais. Por este motivo, buscamos debater este tema com os professores em formação, tanto inicial quanto continuada, além de promover ações de extensão em uma feira da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Desta forma, acreditando na importância da problematização e discussão do tema lixo eletrônico com os professores, surgiu o problema de pesquisa deste trabalho: **“de que formas o tema Lixo Eletrônico pode ser abordado em sala de aula e como ele pode colaborar na formação de professores de Química?”**.

Algumas das hipóteses que edificaram esta pesquisa foram que a abordagem do tema “lixo eletrônico” possa favorecer o processo de ensino e aprendizagem de Química quando comparada à abordagem tradicional dos conteúdos científicos de uma forma descontextualizada; que seja possível difundir a ideia de trabalhar com este tema tanto na formação inicial (FI) quanto na formação continuada (FC) de professores, dando subsídios e discutindo coletivamente a importância de abordá-lo no Ensino de Química.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo geral elaborar, discutir e avaliar maneiras de abordar o tema lixo eletrônico na formação de professores de Química. A partir deste objetivo, desencadearam-se objetivos específicos como:

- realizar uma inserção do tema lixo eletrônico durante a formação inicial de acadêmicos do curso de Química Licenciatura da UFSM;
- elaborar e executar um projeto de extensão envolvendo o tema lixo eletrônico;
- estruturar um sítio eletrônico (*website*) envolvendo a Química e o lixo eletrônico;
- organizar e executar um curso de formação continuada para professores de Química visando a discussão do tema lixo eletrônico.

Neste sentido, a apresentação das trajetórias percorridas durante a execução desta pesquisa, a discussão dos resultados obtidos, bem como a fundamentação teórica, está estruturada na forma de cinco capítulos nesta dissertação.

No Capítulo 1, **a formação de professores de Química**, apresentamos uma breve revisão sobre a formação de professores de Química no Brasil. Ainda neste capítulo, serão analisados os diferentes termos que são utilizados quando falamos a respeito da formação continuada.

No Capítulo 2, **o lixo eletrônico em foco**, serão apresentados pontos relevantes acerca deste tema como as questões legais sobre o lixo eletrônico, a sua composição química e toxicidade, além de apresentar algumas possibilidades da abordagem deste tema no Ensino de Química.

No Capítulo 3, **metodologia da pesquisa**, serão apresentados os percursos metodológicos desta pesquisa, onde vamos caracterizar os sujeitos participantes da mesma, além de descrever as atividades e os instrumentos de coleta de dados utilizados durante a trajetória deste trabalho.

No Capítulo 4, **análise e discussões dos resultados**, serão apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos durante esta pesquisa.

Para concluir, o Capítulo 5, **considerações finais**, além de apresentar uma retomada das atividades desenvolvidas, trará os últimos apontamentos acerca desta pesquisa.

CAPÍTULO 1 – A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA

1.1 A formação de professores de Química no Brasil

Na primeira metade do século XX, exatamente na década de 30, foram criados os primeiros cursos de licenciatura em Química no Brasil. Este fato surge pela necessidade da formação de profissionais qualificados que atendessem ao projeto educacional brasileiro da época, onde a população clamava pelo aumento das oportunidades educacionais. Estes cursos eram oferecidos pelas Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras, nas instituições de ensino superior recém-implantadas no Brasil (MESQUITA e SOARES, 2011).

Neste contexto histórico, a organização do ensino secundário se dava pela Reforma Rocha Vaz (1925), precedida pela Reforma Francisco Campos¹ (1931), as quais incluíram a disciplina de Química, com caráter obrigatório, nos dois últimos anos do ensino secundário, com um pequeno número de aulas. Segundo Schnetzler (2010), a pouca importância dada para as Ciências nesta época provém da herança educacional brasileira, marcada pela educação jesuítica (humanística e literária).

Como a Reforma Francisco Campos determinava que para ministrar aulas no ensino secundário o professor precisava ser licenciado pela Faculdade de Educação, Ciências e Letras, surgiu a necessidade de atentar à formação de professores para lecionar a disciplina de Química e ampliar as oportunidades também no ensino superior.

Entre os primeiros cursos de formação de professores de Química estão aqueles ofertados na Universidade de São Paulo, em São Paulo, e na Faculdade Nacional de Filosofia, no Rio de Janeiro. A estrutura desses cursos não foge muito do modelo 3+1, tendo como pressuposto três anos de formação específica sobre os conhecimentos de Química e, ao final do curso, um ano formação pedagógica. Estes cursos eram fundamentados em um modelo tecnicista de formação docente, o qual

¹ A Reforma Francisco Campos (decreto nº 19.890 de 18 de abril de 1931) se referia ao ensino secundário no Colégio Pedro II, sendo que esse servia como padrão nacional nesta época.

tem como alicerce uma sólida formação de conhecimentos teóricos, sendo a prática concebida apenas como uma aplicação da teoria (LÔBO e MORADILLO, 2003).

Pode-se ter uma noção da expansão que os cursos de licenciatura em Química no Brasil tiveram entre a década de 30 e a década de 80 através do Gráfico 1, que foi construído utilizando os dados apresentados por Mesquita e Soares (2011).

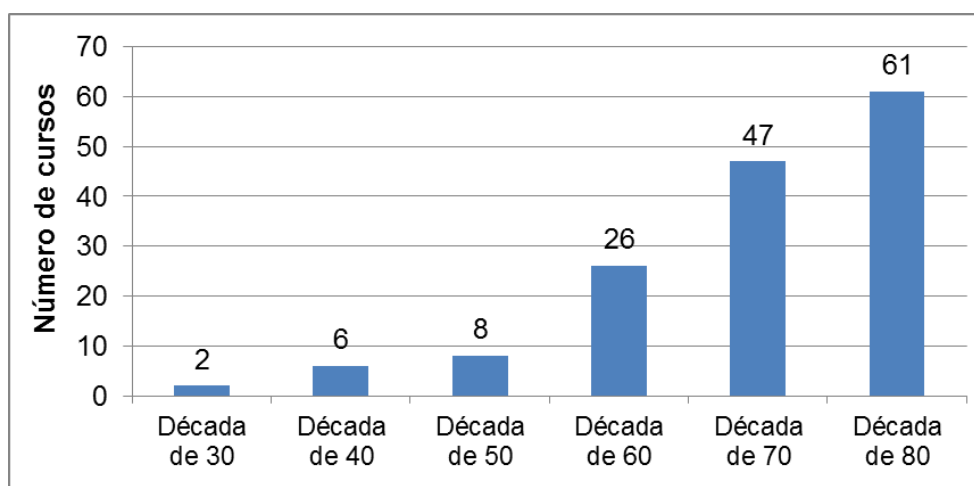


Gráfico 1 - Cursos de licenciatura em Química no Brasil de 1930-1989.

Fonte: elaborado pelo autor.

Vale ressaltar que nem todas as instituições dos cursos de licenciatura em Química do período em questão eram públicas (federais ou estaduais), sendo algumas de categoria administrativa privada particular ou privada comunitária/confessional/ filantrópica. Através da análise do Gráfico 1 é possível observar, a partir da década de 60, um aumento significativo no número de cursos de licenciatura em Química no Brasil. Este crescimento coincide com a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 4.024 de 20 de dezembro de 1961. Esta lei assegura, entre outras importantes disposições, o investimento de recursos públicos em escolas de ensino superior privadas. Entretanto, de acordo com Mesquita e Soares (2011), a LDB de 1961 não trouxe melhorias significativas em relação à qualidade dos cursos de formação docente.

Na década de 70, a partir da LDB nº 5.692 de 11 de agosto de 1971, houve a instauração das licenciaturas curtas, caracterizando-se como cursos de formação de professores em caráter “aligeirado” e “emergencial”, visto a necessidade de uma grande demanda de professores para atender à expansão das escolas brasileiras e a massificação do ensino médio público. “Apesar de todas as manifestações contrárias às licenciaturas curtas, estas só foram extintas completamente a partir de 1999” (MESQUITA e SOARES, p. 171, 2011).

As duas últimas décadas do século XX foram marcantes para o Ensino de Química e conseqüentemente para a formação de professores desta área (SCHNETZLER, 2002a). Na década de 80, pela criação da Divisão de Ensino na Sociedade Brasileira de Química e pelas primeiras edições do Encontro de Debates de Ensino de Química (EDEQ) e do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), entre outros eventos da área. Além disso, vale destacar a criação da revista Química Nova na Escola, uma grande referência para professores de Química de todos os níveis de ensino, tendo seu primeiro volume lançado em maio de 1995. Observando a Tabela 1, podemos constatar que também foi nas décadas de 80 e 90 que houve um aumento significativo no número de mestres e doutores formados em Educação Química, se compararmos à década de 70. Cabe ainda ressaltar que foi nesta época que os primeiros grupos de pesquisa da área de Ensino de Química foram criados no Brasil, os quais desenvolveram e ainda desenvolvem ações para investigar, problematizar e discutir o Ensino de Química, e que seguramente vieram a contribuir com a formação de professores.

Tabela 1 - Formação de mestres e doutores em Educação Química (1971 a 2000).

Período	Mestres	Doutores
1971 a 1980	4	1
1981 a 1990	25	5
1991 a 2000	44	23

(SCHNETZLER, 2002a)

Este aumento significativo de mestres e doutores em Educação Química perdura até os dias de hoje, com a crescente expansão desta área. Matiello e Bretones (2010) apresentam que, no Brasil, entre os anos de 2001 e 2008, foram formados 265 novos mestres e 36 novos doutores no Ensino de Química. De acordo com um levantamento preliminar do Cadastro Brasileiro de Pesquisadores em Ensino de Química realizado por Mól *et al.* (2013), dos 252 pesquisadores já cadastrados que atuam nesta área, 139 são mestres (52 em doutoramento, 83 almejam se doutorar e 4 não) e 113 são doutores.

A década de 90 ainda foi marcada pelo contínuo crescimento dos cursos de licenciatura em Química. Todavia, uma mudança significativa aconteceu quando passou a vigorar a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996: a LDB de 96. O artigo 62 desta lei prevê que:

A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nos 5 (cinco) primeiros anos do ensino fundamental, a oferecida em nível médio na modalidade normal (BRASIL, 1996).

Sendo assim, apenas licenciados em nível superior poderiam atuar na educação básica. A partir da disposição desta lei, o que se observou foi um aumento na demanda de cursos de licenciatura em Química (MESQUITA, CARDOSO e SOARES, 2013). Ainda na década de 90, destaca-se o incentivo proeminente do governo federal no sentido de aumentar o número de cursos de licenciatura através dos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET), hoje chamados de Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IF), principalmente nas áreas de Ciências e Matemática, em conformidade com as necessidades de cada região. Além dessas ações, já no século XXI, o governo federal também prevê a criação e expansão da oferta de cursos de licenciatura em todo o Brasil através do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI, instituído pelo Decreto nº 6.096 de 24 de abril de 2007.

De acordo com Mesquita, Cardoso e Soares (2013), em 2008 eram oferecidos 15 cursos de licenciatura em Química apenas nos IF, número este que subiu para 58 em 2011 nestas instituições de ensino, ressaltando assim o maciço investimento na

criação de novos cursos de formação de professores no Brasil. Segundo dados levantados pela Sociedade Brasileira de Química em 2012, no período de uma década, entre os anos de 2000 e 2010, os cursos de Química passaram de 96 para 230, 149 em instituições públicas e 81 em privadas, sendo que 70% desses cursos são de licenciatura, ou seja, 159 cursos (HAAG, 2013).

Ainda sobre a formação de professores, é necessário observar que ao longo dos anos, seguindo a legislação vigente em cada época, primaram-se aspectos quantitativos na formação de professores de acordo com a necessidade de mão-de-obra qualificada para atuar nas escolas. Em segundo plano, ficaram os cuidados com a qualidade destes cursos, ainda que não houvesse, na época, um número de profissionais capacitados e orientados à formação de novos educadores.

Tendo em vista o decreto nº 3.276, de 6 de dezembro de 1999, que dispõe sobre a formação em nível superior de professores para atuar na educação básica, são apresentados no artigo 2º os requisitos que os cursos de formação de professores devem atender:

- I - compatibilidade com a etapa da educação básica em que atuarão os graduados;
- II - possibilidade de complementação de estudos, de modo a permitir aos graduados a atuação em outra etapa da educação básica;
- III - formação básica comum, com concepção curricular integrada, de modo a assegurar as especificidades do trabalho do professor na formação para atuação multidisciplinar e em campos específicos do conhecimento;
- IV - articulação entre os cursos de formação inicial e os diferentes programas e processos de formação continuada (BRASIL, 1999).

Neste sentido, há questionamentos que podem ser levantados sobre os cursos de licenciatura que são oferecidos nos dias de hoje. Estão estes de acordo com os requisitos citados anteriormente, buscando uma reflexão entre o tipo de profissional que está sendo formado e o que se almeja formar? Além disso, outra consideração que pode ser feita é a respeito do corpo docente destes cursos. Será que estão preparados e realmente preocupados com a formação inicial dos futuros licenciados?

Em relação aos professores formadores, Mello (2000) alerta que muitos desses profissionais estão, muitas vezes, mais preocupados com suas pesquisas do que com ensino em geral e menos ainda interessados com a educação básica. Para

Maldaner (2008 apud MESQUITA, CARDOSO e SOARES, 2013) ainda há uma carência de profissionais em nossas universidades com o perfil almejado para a consolidação das propostas de formação de professores de Química para a educação básica.

1.2 A formação inicial e continuada de professores de Química

O perfil dos profissionais formados nos meados do século XX para atuar na educação básica seguramente não é o mesmo que se almeja nos dias de hoje. A formação de professores antigamente era baseada no modelo da racionalidade técnica, em que a função docente se resumia à “atuação meramente técnica, mecânica e burocrática” (GIORGI *et al.*, 2010). Contreras (2002) afirma que uma formação baseada neste modelo é insuficiente para os desafios da atuação do professor:

O que o modelo de racionalidade técnica como concepção da atuação profissional revela é sua incapacidade para resolver e tratar tudo o que é imprevisível, tudo o que não pode ser interpretado como um processo de decisão e atuação regulado segundo um sistema de raciocínio, a partir de um conjunto de premissas (CONTRERAS, 2002, p. 105).

Neste sentido, este modelo deixa de considerar a complexidade, a improbabilidade e a imprevisibilidade das situações cotidianas de uma sala de aula, as quais não podem ser negligenciadas na formação de um professor. A formação docente deve ser valorizada e construída através de uma base teórica forte acerca dos conceitos químicos. Entretanto, só isso não basta. É necessário que haja uma integração desses conteúdos com a formação didático-pedagógica, desenvolvendo habilidades, valores e atitudes para a construção da identidade do futuro educador.

Como mostram diversos trabalhos da área, para atender aos desafios atuais da educação, o professor deve ser efetivamente um profissional crítico e reflexivo, proporcionando, desta forma, uma superação da racionalidade técnica (GIORGI *et al.*, 2010). A compreensão da importância da reflexão sobre as práticas profissionais tem sido descrita por diversos autores como Dewey (1910), Schön (1992), Zeichner

(1993), entre outros. Ao levarmos em conta esta consideração, é importante observarmos que “se um professor nunca questiona as metas e os valores que orientam o seu trabalho, o contexto em que ele ensina, ou nunca examina suas hipóteses, então acreditamos que este indivíduo não está envolvido no ensino reflexivo” (ZEICHNER e LISTON, 1996, p. 1, tradução nossa).

Além desta postura crítica e reflexiva, ainda é importante que a formação do professor possua um caráter permanente e contínuo. De acordo com os Referenciais para Formação de Professores (BRASIL, 2002b), o processo de formação do professor é assim caracterizado devido a algumas exigências como a inevitável transformação das formas de pensar, sentir, atuar e comunicar-se das novas gerações, o avanço das pesquisas relacionadas ao desenvolvimento profissional do professor, além da transformação dos seus valores, crenças, hábitos, atitudes e formas de se relacionar com sua vida e com sua profissão. Estes referenciais ainda destacam que:

O conjunto de conhecimentos, atitudes, valores de que se apropriam os futuros professores constitui a competência com que eles iniciam sua carreira e também a base sobre a qual construirão e reconstruirão seus conhecimentos no decorrer do exercício da profissão (BRASIL, 2002b, p. 68).

Desta forma, a relevância da formação inicial toma forma no sentido de que os conhecimentos específicos devam ser problematizados articuladamente ao ensino desses conhecimentos na escola, visando à formação profissional dos futuros professores. De acordo com Maldaner (2000), caso isso não ocorra, ao saírem dos cursos de licenciatura, os recém-formados recorrem usualmente aos materiais que foram utilizados pelos seus professores quando cursavam o ensino médio, mantendo assim um círculo vicioso de um Ensino de Química sem significação para o aluno.

De acordo com Maurice Tardif, são quatro os tipos de saberes necessários para o exercício da prática docente: os saberes da formação profissional, os saberes disciplinares, os saberes curriculares e os saberes experienciais. Segundo este autor, a prática do professor resulta da integração desses diferentes saberes, definindo, desta forma, o saber docente como um saber plural (TARDIF, 2002). O autor define os **saberes da formação profissional** como “o conjunto de saberes

transmitidos pelas instituições de formação de professores. Esses não se limitam a produzir conhecimentos, mas procuram também incorporá-los à prática do professor” (TARDIF, 2002, p. 36 e 37). Já os **saberes disciplinares** “correspondem aos diversos campos do conhecimento, aos saberes de que dispõe a nossa sociedade, tais como se encontram hoje integrados nas universidades, sob a forma de disciplinas, no interior de faculdades e de cursos distintos” (Ibid., p. 38). Os saberes correspondentes aos “discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais por ela definidos e selecionados como modelos da cultura erudita e de formação para a cultura erudita” (Ibid., p. 38) estão relacionados aos **saberes curriculares**. No que diz respeito aos **saberes experienciais** são aqueles desenvolvidos “no exercício de suas funções e na prática de sua profissão, baseados em seu trabalho cotidiano e no conhecimento de seu meio. Esses saberes brotam da experiência e são por ela validados” (Ibid, p. 38 e 39).

Por conseguinte, conhecendo os saberes necessários para a atuação do professor, nota-se a importância de cada etapa do curso de formação inicial. Desde as atividades desenvolvidas durante as disciplinas do curso, essas mais relacionadas aos dois primeiros saberes citados, até o estágio curricular supervisionado, desenvolvendo habilidades no campo dos saberes curriculares e experienciais. No decorrer da carreira profissional do professor, conseqüentemente, esses saberes seguem sendo desenvolvidos após a formação inicial, havendo múltiplas articulações entre eles e prática do docente.

Assim como a formação inicial, a sequência dos estudos e não acomodação do recém-formado tem extrema relevância na constituição do profissional que se almeja ser, seja através da realização de um curso de pós-graduação, seja pela participação de atividades de formação durante o exercício da sua profissão. As ações e programas de formação continuada realizados na própria escola e aqueles oferecidos por outras instituições de ensino superior têm importante papel na formação do professor e devem ser incentivados. Schnetzler (2002b) destaca algumas razões para que estas atividades sejam realizadas:

- necessidade de um aperfeiçoamento contínuo do professor, através de reflexões críticas da sua prática pedagógica;

- necessidade de encurtar a distância entre as pesquisas sobre Educação em Química e as salas de aula, requerendo que o docente também atue como pesquisador de sua prática;

- preenchimento de danos e lacunas da formação inicial, já que os cursos de licenciatura em Química visam historicamente à formação de bacharéis.

Quanto à formação continuada, corroboramos com a visão defendida por Schnetzler (2002b), a qual

[...] não concebe o professor como um mero técnico ou aplicador do que outros dizem, mas o reconhece e valoriza como produtor de saberes pedagógicos, tão úteis ou mais do que muitas prescrições que a pesquisa educacional universitária já produziu (SCHNETZLER, 2002b, p. 15).

Da mesma forma, acreditamos em um modelo de formação continuada que ocorra através da troca de saberes e experiências entre os envolvidos no processo, onde se suceda a construção e discussão coletiva de assuntos pertinentes à formação do profissional. O pensamento que temos em relação ao professor e que orientaram este trabalho vai ao encontro das ideias de Lima (1996), em que o docente deve ser entendido como agente ativo do processo de planejamento do trabalho e não como objeto deste processo.

1.2.1 Análise dos diferentes termos utilizados para a formação continuada

A formação continuada, vista como processo subsequente da formação inicial de um professor, assume certamente um caráter de (re)estruturação dos saberes docentes, possuindo portanto uma grande importância na constituição integral do profissional da educação. O que se observa na literatura, porém, é uma diversidade de termos para denominar este mesmo processo, sendo os mais comuns: reciclagem, treinamento, aperfeiçoamento, capacitação, educação permanente, educação continuada e formação continuada. Entretanto, cada uma dessas denominações, de acordo com os conceitos relacionados a cada termo, leva implicitamente suas propostas e seus objetivos. As características, semelhanças e

diferenças de cada termo estão apresentadas no Quadro 1, baseadas na análise realizada Marin (1995).

(continua)

Termo	Características
Reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> - termo muito utilizado na década de 80; - relacionado à atualização pedagógica; - o termo vem sendo mais utilizado para objetos e materiais (manipuláveis), visto que para haver a reciclagem destes deve haver uma destruição e posterior reestruturação; - “incompatível com a ideia de atualização, sobretudo de atualização pedagógica” (MARIN, 1995, p.14).
Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> - tornar capaz de realizar determinada tarefa, tornar apto; - depende de repetição mecânica e passividade do indivíduo treinado, não exigindo manifestação da inteligência; - há inadequações em utilizar este termo para processos de educação continuada.
Aperfeiçoamento	<ul style="list-style-type: none"> - traz a ideia de tornar perfeito (ou mais perfeito), completar; - apesar de poder haver melhorias, há incapacidade de atingir-se a perfeição quando tratamos de seres humanos; - correção de “defeitos”, atingindo um maior grau de instrução; - há inadequações de significados quando relacionado a processos ligados à educação.
Capacitação	<ul style="list-style-type: none"> - traz duas diferentes significações: <ol style="list-style-type: none"> 1) tornar capaz, habilitar; 2) convencer, persuadir; - o primeiro conjunto de definições encaixa-se nas pretensões da educação continuada; - não deve ser empregado de acordo com o segundo conjunto de palavras, pois “os profissionais da educação não podem, e não devem, ser persuadidos ou convencidos de ideias; eles devem conhecê-las, analisá-las, criticá-las, até mesmo aceitá-las, mas mediante o uso da razão” (MARIN, 1995, p. 17).

(conclusão)

Termo	Características
Educação permanente	- compreende a ideia da educação como ação prolongada por toda a vida.
Formação continuada	- guarda a definição fundamental das atividades de formação propostas, voltadas para a mudança; - termo muito utilizado entre os pesquisadores brasileiros e alguns estrangeiros como António Nóvoa e Philippe Perrenoud.
Educação continuada	- traz a ideia da ação contínua, sem interrupções; - possui uma abordagem mais ampla, rica e potencial, podendo agrupar as outras definições (dependendo dos objetivos da ação).

Quadro 1 - Terminologia referente à formação continuada

Observando e analisando as diferentes terminologias utilizadas para definir as ações subsequentes à formação inicial, podemos perceber que elas trazem consigo diferentes acepções dependendo do contexto em que estiverem inseridas. Os termos **reciclagem**, **treinamento** e **aperfeiçoamento** são, segundo a autora em questão, inadequados para descrever esses tipos de ações. O termo **capacitação**, dependendo das intenções da ação proposta, é passível de ser utilizado. As ações de formação continuada que estejam de acordo com esses termos (reciclagem, treinamento, aperfeiçoamento e capacitação) “estão próximas de uma concepção de preenchimento de lacunas de formação inicial dos professores, desconsiderando o professor como sujeito que está inserido numa realidade e sobre a qual atua” (SAUERWEIN, 2008, p. 113).

Já as definições **educação permanente**, **formação continuada** e **educação continuada** podem ser agrupadas por apresentarem muitas semelhanças em relação às práticas formativas, pois colocam o conhecimento como eixo estruturador das propostas, valorizando as experiências dos docentes e suas contribuições (MARIN, 1995). Neste trabalho, adotaremos o termo formação continuada para definir as ações desenvolvidas com professores após sua formação inicial.

1.3 A formação de professores como foco de pesquisas no Ensino de Química

Ao longo dos anos, a área de Ensino de Química/Ciências vem se consolidando através das pesquisas em diversas linhas de investigação, dentre as quais, de acordo com Cachapuz *et al.* (2001), podemos destacar algumas:

- o papel da experimentação no Ensino de Ciências;
- a utilização de atividades de modelagem e analogias;
- análises de materiais didáticos;
- investigações de concepções alternativas de alunos e professores;
- resolução de problemas;
- análises de currículo;
- a história da ciência;
- **a formação de professores.**

A importância dessas investigações é indiscutível. Entretanto, “as contribuições das pesquisas para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem ainda não chegam à maioria dos professores que, de fato, fazem acontecer o ensino nas escolas desse imenso país” (SCHNETZLER, 2002a, p. 22). Como uma das razões desse impasse, a autora ressalta que os professores em sua formação inicial (e também na continuada) não são introduzidos à pesquisa em educação, tendendo desta forma a desprezá-la, não se preocupando em investigar sua própria prática visando aperfeiçoá-la. Sendo assim, exalta-se a formação do professor-pesquisador, que reflete sobre a sua prática de forma crítica, visando, através do exercício da sua profissão, também contribuir com a sua própria pesquisa. Neste sentido, Moreira (1988) destaca que

[...] no ensino de ciências, grande parte dos esforços de pesquisa é dedicada à investigação em solução de problemas, em ensino de laboratório e, mais recentemente, em concepções espontâneas ou intuitivas dos alunos. Pesquisadores muitas vezes criam situações experimentais - às vezes completamente artificiais - para estudar esses fenômenos de interesse. Professores, por outro lado, trabalham diariamente, em situações reais de sala de aula, com solução de problemas, aulas de laboratório e com concepções contextualmente errôneas dos alunos. Por que então não coletar dados acerca desses fenômenos? Por que não pesquisar em ensino? (MOREIRA, 1988, p. 44).

As pesquisas no Ensino de Química que adotam como linha de investigação a formação de professores surgem em bom número, subdividindo-se em diferentes enfoques, como: a formação inicial de professores, a formação continuada, elaboração de materiais com professores, investigação de concepções dos docentes, entre outros. No Brasil, existem diversos trabalhos em andamento e tantos outros já concluídos nesta linha de pesquisa, dos quais ilustraremos alguns a seguir.

Em um dos seus trabalhos, Galiazzi e Moraes (2002) realizaram uma investigação com 14 professores de cursos de Licenciatura (Química, Física e Ciências), os quais utilizavam a pesquisa como pressuposto pedagógico. Além deles, foram entrevistados 45 alunos desses professores.

Os autores acreditam na utilização da pesquisa como recurso pedagógico, sendo ela “entendida num sentido que vai além das caracterizações em que costuma ser assumida. A essência deste entendimento de pesquisa é o *questionamento*, a *argumentação* e a *crítica e validação* dos argumentos assim construídos” (GALIAZZI e MORAES, 2002, p. 238, grifo dos autores). Pelas análises realizadas neste estudo, os autores argumentam que o educar pela pesquisa possa contribuir na qualificação dos cursos de formação de professores, acreditando que a integração da pesquisa ao processo de formação agregue qualidade à formação inicial dos futuros professores.

Zanon e Schnetzler (2003) expõem em seu trabalho a proposição, desenvolvimento e a investigação de *módulos triádicos* em um curso de licenciatura, visando possibilitar a melhoria da formação inicial de professores de Química. Desta forma, foram investigadas interações simultâneas de licenciandos com professores formadores do ensino superior e com professores do ensino médio durante disciplinas do curso de licenciatura.

As interações visaram a complexificação de ideias simplistas de prática docente na formação inicial de professores de Química, buscando a interlocução entre a prática escolar e os saberes disciplinares e de formação profissional exercidos na universidade. Desta forma, as tríades podem vir a contribuir, desde cedo, na aproximação de contextos práticos da profissão, colaborando para o estabelecimento de processos de elaboração conceitual do que seja a complexidade e dinamicidade da prática docente escolar (ZANON e SCHNETZLER, 2003).

A produção de material didático pelos professores de Química foi alvo da pesquisa de Akahoshi (2012), que realizou a análise de materiais instrucionais com enfoque CTSA elaborados por 99 professores de Química do Ensino Médio do estado de São Paulo em um curso de formação continuada. Além de analisar essas produções na perspectiva da contextualização dos conhecimentos de Química, a autora procurou estabelecer uma relação entre as ideias iniciais dos professores sobre contextualização e de que maneiras elas se manifestaram nas unidades didáticas produzidas por eles. As cinco unidades analisadas tiveram como tema geral “Combustíveis – Produção, eficiência e impactos ambientais”. Foram observados nessas unidades relativos avanços em relação aos materiais tradicionais, que priorizam desenvolver apenas os conteúdos científicos, propondo atividades didáticas que proporcionassem aos alunos uma participação ativa, inclusive emitindo opiniões sobre o tema.

Santos Junior e Marcondes (2013) realizaram um estudo de um grupo colaborativo composto por sete professores de Química do ensino médio da cidade de São Paulo, sendo que apenas quatro participaram de todas as atividades. Foram realizados três encontros que visavam à construção de um plano coletivo de ensino acerca de três conceitos químicos escolhidos pelos professores. As reuniões foram estruturadas buscando fomentar a reflexão sobre seus conhecimentos químicos, sobre suas práticas docentes, a troca de experiências entre os participantes e o aproveitamento dessas experiências no planejamento das aulas. Segundo os autores, “o trabalho colaborativo se confirmou como um espaço de aprendizagem, reflexão e reestruturação de ideias e concepções” (SANTOS JUNIOR e MARCONDES, 2013, p. 709).

Além desses trabalhos apresentados para ilustrar algumas pesquisas na formação de professores, não podemos deixar de destacar o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), programa este que vem contribuindo maciçamente na formação de professores em todo o Brasil. O PIBID é um programa que visa aperfeiçoar e valorizar a formação de professores para a educação básica, surgindo como uma oportunidade para os alunos de licenciatura durante sua formação inicial, não restando apenas ao estudante a opção pela iniciação científica em laboratórios. As contribuições que o PIBID proporciona para o professor em formação inicial são bastante significativas, dentre as quais podem ser destacadas:

- contato com o ambiente escolar, professores e alunos da educação básica, durante o curso de licenciatura, antes ainda do período dos estágios obrigatórios;
- elaboração de atividades, conhecendo e explorando diferentes metodologias de ensino;
- desenvolvimento de habilidades como o trabalho em equipe e organização das tarefas, além de pensar na viabilização e execução de atividades;
- articulação entre a teoria e a prática, sendo essa uma questão pertinente durante a formação docente;
- participação em eventos da área do ensino, onde há possibilidade dos licenciandos interagirem com outras realidades, buscando novas ideias e compartilhando suas próprias experiências.

Acreditamos que o PIBID também venha contribuindo nos aspectos de formação inicial defendidos por Wartha e Gramacho (2010), em que a formação do professor deva estar voltada para o enfrentamento de desafios reais em uma escola real e não preparar o aluno visando uma escola ideal. O PIBID possibilita enfrentamentos de situações que são vivenciadas no exercício docente, não somente com os alunos, mas também com toda a comunidade escolar (direção, professores, pais e funcionários). Outro diferencial deste programa é a participação dos professores da educação básica como supervisores dos licenciandos, proporcionando, desta forma, uma troca de experiências que contribui mutuamente para a formação dos próprios professores em serviço que atuam no projeto.

Além das contribuições citadas, podemos destacar também a iniciação dos licenciandos à pesquisa no Ensino de Química, dotada de suas metodologias, coletas e análises de dados, o que incentiva a divulgação dos seus trabalhos e a participação em eventos da área do Ensino de Química. De acordo com Braibante e Wollmann (2012), as contribuições supracitadas foram observadas no PIBID da UFSM e, além da significativa participação em congressos (com a apresentação de 21 trabalhos científicos entre 2009 e 2011), alguns participantes do projeto prosseguiram seus estudos em cursos de pós-graduação em Educação em Ciências, verificando assim que a iniciação à pesquisa nesta área também se faz necessária na formação inicial de professores.

Frente ao panorama exposto da pesquisa no Ensino de Química ligada à formação de professores, nosso trabalho propõe:

- o desenvolvimento de atividades na formação inicial de professores de Química;
- a estruturação de um projeto de extensão em uma feira da UFSM;
- a elaboração e execução de um curso de formação continuada para professores de Química.

Em todas estas ações desenvolvidas, o tema “Química e o Lixo Eletrônico” foi focado, buscando relacionar a abordagem deste tema com o Ensino de Química nas diferentes esferas de formação docente. Desta forma, buscamos também analisar as contribuições desta abordagem temática na formação dos participantes. A fundamentação teórica sobre este tema será apresentada no Capítulo 2 desta dissertação, intitulado “**O Lixo Eletrônico em Foco**”.

CAPÍTULO 2 – O LIXO ELETRÔNICO EM FOCO

2.1 O crescimento populacional e a geração de resíduos

No final de 2011, a Organização das Nações Unidas (ONU) noticiou que a população mundial atingira a incrível marca de sete bilhões de habitantes (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2011). Este número de pessoas torna-se ainda mais expressivo quando relacionado a outros dados divulgados por esta mesma instituição:

- em 2013, 770 milhões de pessoas não tem acesso à água. Até 2025, podem ser três bilhões;

- 2,5 bilhões de pessoas vivem sem saneamento básico adequado;

- 4,4 bilhões de pessoas permanecem sem acesso à internet;

- praticamente um terço dos alimentos destinados ao consumo humano é perdido ou jogado no lixo anualmente;

- o volume de resíduos sólidos crescerá de 1,3 bilhões de toneladas/ano para 2,2 bilhões até 2025 (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2013).

Neste sentido, o crescimento populacional demanda de condições básicas para a sobrevivência, como saneamento básico, habitação, água e alimentação. Além disso, outros quesitos como acesso à tecnologia, produção e gestão de alimentos, a geração, encaminhamento e tratamento de resíduos devem ser considerados. Em um mundo com tantas desigualdades sociais, econômicas e de disponibilidade de recursos naturais, nossas atitudes cotidianas devem ser consideradas como pequenas contribuições para um mundo melhor. Um pensamento comprometido com a diminuição do consumo de insumos em geral e a correta destinação de resíduos gerados, por exemplo, são ações importantíssimas quando visamos à preservação do meio ambiente ponderando as futuras gerações. “Preservar o meio ambiente e adotar políticas de desenvolvimento sustentável deixaram de ser um modismo ou ideologia de ecologistas para ser uma necessidade universal na preservação da espécie humana na Terra” (MAGERA, 2013, p. 15).

2.2 O ser humano e os resíduos

Nos primórdios da sociedade, o homem era nômade, considerado coletor, retirando da natureza aquilo que precisava para sua sobrevivência e reprodução. O nomadismo era praticado em virtude da indisponibilidade de recursos naturais em certas regiões. Neste contexto histórico, os resíduos gerados pelo ser humano não passavam de dejetos e restos de animais mortos. Com o início das práticas agrícolas, o ser humano passa a conviver em grupos maiores, produzindo os insumos convenientes para manter-se vivo. Como consequência dessas atividades, surgiram novos resíduos derivados da produção agrícola e das ferramentas de trabalho utilizadas para tais fins (RIBEIRO e MORELLI, 2009; MAGERA, 2013).

Já no século XVIII, após o início da Revolução Industrial, o panorama da geração de resíduos e da extração de recursos minerais, vegetais e animais cresceu severamente, provocando inclusive contaminações do meio ambiente, essencialmente em áreas urbanas. Por conseguinte, o desenvolvimento de novas tecnologias com vistas para o bem-estar e o conforto acaba por melhorar a qualidade de vida, acentuando assim a quantidade de resíduos produzidos (RIBEIRO e MORELLI, 2009).

O ser humano gera, ao desenvolver suas atividades diárias, resíduos dos mais variados tipos, tais como plásticos, papéis, vidros, lixo orgânico, além dos resíduos eletroeletrônicos, entre outros. Sabidamente, a destinação e o tratamento dado a cada um desses resíduos é diferente, podendo alguns deles serem reutilizados ou até mesmo reciclados. As ações propostas por todas as esferas dos poderes públicos apontam para os processos de reutilização e reciclagem² dos resíduos. Uma das alternativas que incentivam as ações de reciclagem é a coleta coletiva, a qual facilita a triagem do lixo, auxiliando, desta forma, no tratamento do mesmo.

² Reutilizar e reciclar muitas vezes são tratados erroneamente como sinônimos. Todavia, há uma diferenciação: a reutilização é exercida quando empregamos um material a uma finalidade que não aquela para qual ele foi inicialmente produzido (por exemplo, utilizar uma garrafa de refrigerante como recipiente para plantar flores). Neste caso, não há alterações nas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas da matéria. Já a reciclagem se trata da transformação do resíduo em matéria-prima ou então em novos produtos, ocorrendo neste processo a alteração das propriedades da matéria (por exemplo, na transformação de uma garrafa de refrigerante de plástico em fibras de poliéster).

A coleta seletiva se define como um sistema de recolhimento de resíduos que são passíveis de reciclagem. Além de auxiliar na triagem dos resíduos recicláveis, este processo tem como pontos positivos a economia de matérias-primas que seriam extraídas da natureza e a redução do consumo de energia e água para a produção de novos materiais. Ela também figura como ferramenta imponente na educação ambiental, buscando promover a conscientização.

A coleta seletiva pode ser realizada através da utilização de lixeiras de diferentes cores, como as mostradas, por exemplo, na Figura 1. A cor de cada lixeira está relacionada a um tipo de resíduo reciclável:

- lixeira verde: vidros;
- lixeira azul: papéis;
- lixeira amarela: metais;
- lixeira vermelha: plásticos.

Além dessas cores, há lixeiras marrons (para o lixo orgânico), lixeiras brancas (para o lixo hospitalar), entre outras.



Figura 1 - Lixeiras para a coleta seletiva³.

³ Imagem disponível em: <<http://www.biotabrasil.com.br/wp-content/uploads/2011/01/100192.jpg>>.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2008, apenas 17,86% dos municípios brasileiros apresentam serviço de coleta seletiva. A Tabela 2 apresenta a quantidade total de municípios de cada região do Brasil em relação aos que possuem coleta seletiva.

Tabela 2 - Municípios que apresentam coleta seletiva por regiões.

Região	Total de municípios	Municípios com serviço de coleta seletiva	%
Norte	449	21	4,68
Nordeste	1793	80	4,46
Sudeste	1668	408	24,46
Sul	1188	454	38,22
Centro-Oeste	466	31	6,65
Total	5564	994	17,86

(INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010)

Observando os dados da Tabela 2, pode-se constatar que as regiões Sul e Sudeste estão mais adiantadas em relação às ações de coleta seletiva quando comparadas com as outras regiões. Entretanto, estes valores estão longe de atingir o patamar ideal, retratando a dimensão do problema relacionado aos resíduos em nosso país. Por outro lado, estes números destacam-se positivamente quando comparados aos dados divulgados pelo IBGE no ano de 2000, pois retratam um acréscimo de cerca de 120% nas ações de coleta seletiva (em 2000 eram 451). Todavia, apesar deste aumento, é preciso que estejamos conscientes de que ainda há muito a se fazer em relação à coleta seletiva no Brasil!

Segundo Magera (2013), as ações que tratam da reciclagem no Brasil, apesar dos programas de coleta seletiva em atividade, ocorrem de maneira amadora e largamente informal, principalmente, por exemplo, através dos catadores de lixo nas

ruas. É preciso pensar o processo de reciclagem como uma possibilidade para a geração de renda e de milhares de empregos para as pessoas e não tratá-lo como um ato de filantropia. O autor ressalta ainda que:

A reciclagem (via coleta seletiva) é apresentada à sociedade como uma panaceia aos problemas ambientais e sociais do Brasil, quando a problemática ambiental precisa ser racionalmente analisada num entorno mais amplo, numa visão interdisciplinar dos agentes envolvidos nesse processo complexo e de difícil entendimento (MAGERA, 2013, p. 92).

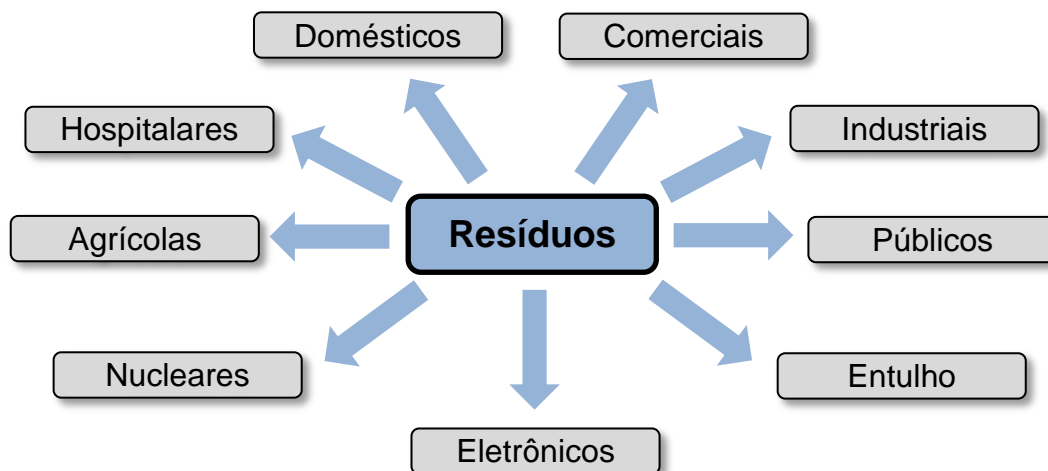
Neste sentido, a lei brasileira que regulamenta a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos, além de dispor sobre as responsabilidades dos geradores e do poder público é a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010). Esta lei alinha-se a outras importantes leis ambientais em nosso país, como o Código Florestal (Lei 4.771/1965), a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), a Lei de Recursos Híbridos (Lei 9.433/1997), a Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998) e a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/1999), entre outras, “preenchendo importante lacuna no conjunto de leis nacionais dedicadas à proteção do meio ambiente” (ARAÚJO e JURAS, 2011, p. 21).

Outro documento oficial importante no tocante aos resíduos sólidos é o Decreto n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que, além de regulamentar a Lei 12.305/2010, criou o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implementação dos Sistemas de Logística Reversa. Estes comitês são de vital importância, pois têm como objetivos apoiar a estruturação e implementação da PNRS.

A grande parte dos materiais derivados de atividades humanas que são descartados não é perigosa, sendo denominada simplesmente como *lixo* ou *refugo* (BAIRD e CANN, 2011). De acordo com Magera (2013), o conceito das palavras *lixo* ou *resíduo* podem variar de acordo com o contexto histórico e o local em que elas são empregadas. Segundo Calderoni (1996 apud MAGERA, 2013), atualmente o vocábulo *lixo* é entendido praticamente como um sinônimo de *resíduo*. A PNRS define resíduo sólido como

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

As particularidades de cada tipo de resíduo acabam por acarretar em diferentes procedimentos na destinação e tratamento dos mesmos. Neste sentido, eles podem ser classificados de diversas formas, levando em consideração seus constituintes e características próprias como: secos ou molhados, orgânicos ou inorgânicos⁴, perigosos (classe I), não perigosos e não inertes (classe II A) ou não perigosos e inertes (classe II B)⁵. Magera (2013) ainda nos apresenta a classificação dos resíduos de acordo com a atividade que desencadeou sua produção, ou seja, qual é a sua origem. Levando em conta esta consideração, podemos classificar os resíduos de acordo com o apresentado no Esquema 1.



Esquema 1 - Classificação dos resíduos de acordo com sua origem.

Fonte: elaborado pelo autor.

⁴ Apesar de muitas publicações rotularem os resíduos desta forma, relacionado à *composição química* dos mesmos, observa-se que esta classificação leva em conta a biodegradabilidade do material, sendo os orgânicos aqueles considerados biodegradáveis. Esta classificação não considera a divisão clássica da Química: substâncias *orgânicas*, de uma maneira geral, as que contêm o elemento químico carbono em sua composição e *inorgânicas* aquelas que não possuem carbono (com algumas exceções como os óxidos de carbono (CO e CO₂) e sais de carbonato (CO₃⁻²), por exemplo).

⁵ De acordo com ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2004).

Entre esses diversos tipos de resíduos que possuem distintas composições químicas e inúmeras peculiaridades em suas disposições, além de serem produzidos em escalas diferentes, destacam-se os resíduos eletrônicos. Este tipo de resíduo merece uma atenção especial, pois vem sendo produzido em grande quantidade, porém não está recebendo os devidos cuidados após ser gerado.

2.3 Os resíduos eletrônicos

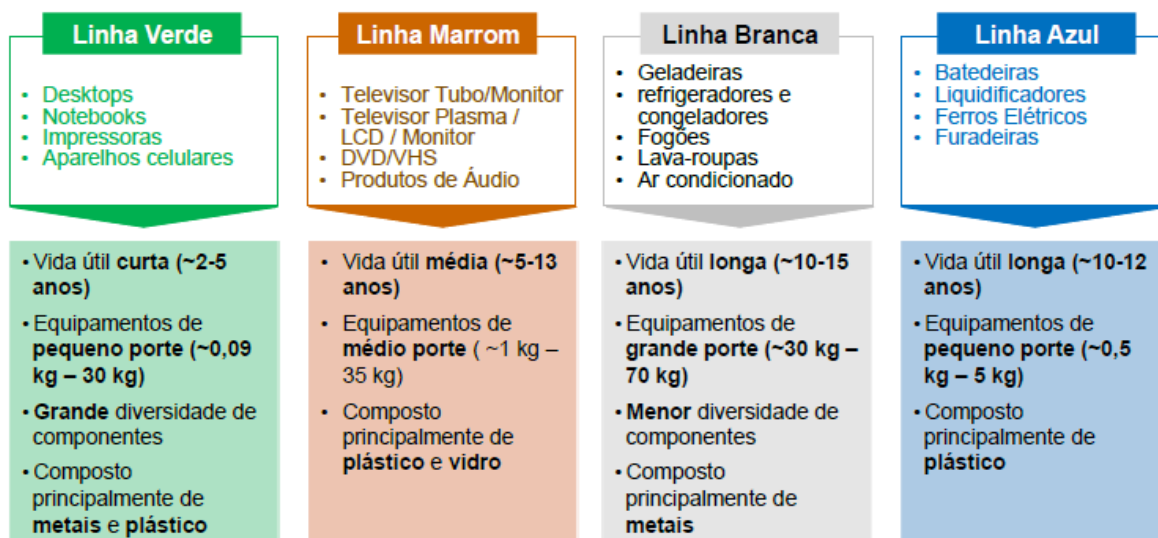
Resíduos eletrônicos, também chamados de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) ou simplesmente de lixos eletrônicos⁶, é a denominação dada aos equipamentos elétricos ou eletrônicos descartados após seu uso, seja por apresentarem algum defeito, seja por se tornarem obsoletos. Para considerar o equipamento eletroeletrônico como um resíduo, a situação ideal seria esgotar todas as possibilidades de reparo e reuso do mesmo, para depois então descartá-lo.

Celulares, computadores e seus diversos componentes (impressoras, *mouses*, teclados, monitores, CDs e DVDs, cabos, *pen drives*), televisores, *tablets*, refrigeradores e máquinas de lavar, são apenas alguns dos resíduos que integram a lista dos equipamentos eletroeletrônicos mais comuns que são descartados diariamente em todo o planeta (Figura 2). Estes equipamentos podem ser divididos em quatro categorias, como mostra o Esquema 2.



Figura 2 - Exemplos de resíduos eletrônicos.

⁶ O termo “lixo eletrônico” também é popularmente utilizado para designar mensagens de *e-mail* enviadas em massa (SPAM) geralmente com propósitos publicitários ou então para a proliferação de programas maliciosos (vírus ou cavalos de Tróia). No presente trabalho, não consideraremos esta aplicação deste termo. Ele será aplicado apenas como sinônimo de “resíduo eletrônico”.



Esquema 2 - Linhas de equipamentos eletroeletrônicos.

(AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2012)

A geração deste tipo de resíduo cresce cada dia mais em função da contínua modernização dos equipamentos eletroeletrônicos. Somado a este fator, o que se pode observar é que estes produtos são feitos para durar cada vez menos tempo, o que aponta para a obsolescência programada dos mesmos. Como exemplo, Magera (2013) cita que a parte física dos computadores (*hardware*) não acompanha a evolução dos programas (*softwares*). Isso faz com que o usuário necessite “atualizar-se” comprando um equipamento mais moderno que seja capaz de executar os programas, tornando obsoleto seu computador antigo, ficando esse em desuso mesmo em plenas condições de funcionamento. Além disso, outra situação que muitas vezes nos deparamos é quando um equipamento deixar de funcionar: o seu conserto pode custar mais caro que a compra de um equipamento novo, induzindo ao consumo e, conseqüentemente, à geração de mais lixo eletrônico.

Segundo relatório apresentado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estima-se que no mundo são geradas cerca de 40 milhões de toneladas de lixo eletrônico por ano (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2009). De acordo com Rodrigues (2007), cada brasileiro produz em média 2,6 kg de lixo eletrônico por ano. Para se ter uma ideia, circulam no Brasil cerca de 261,8 milhões de celulares, fazendo do nosso país o sexto lugar no *ranking*

mundial do número de acessos à telefonia móvel. Estes valores apontam para uma densidade de 132,8 celulares para cada 100 brasileiros (AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES, 2012). O que torna este cenário inquietante é que “aproximadamente 75% de equipamentos eletrônicos antigos estão armazenados nas residências, pois os consumidores acreditam que estes aparelhos podem render algo e, também, porque não sabem como descartá-los” (MIGUEZ, 2010, p. 24).

Para agravar ainda mais a situação, o que muito se observa nos dias de hoje é que o descarte desses resíduos é realizado junto aos resíduos domésticos, sendo levados na maioria dos casos para lixões a céu aberto, podendo contaminar solos, lençóis freáticos e conseqüentemente prejudicar os seres vivos. Sendo assim, é necessário que se atente para o correto gerenciamento deste tipo de resíduo, pois se trata de um resíduo diferenciado por diversas razões, tais como: por apresentar uma complexa composição com uma heterogeneidade de componentes; pela toxicidade das substâncias presentes neste tipo de resíduo; pela periculosidade que eles representam para o meio ambiente quando descartados incorretamente e pelo alto valor agregado dos REEE.

Neste sentido, observa-se que o tema lixo eletrônico tem sido alvo de diversas pesquisas na última década em todo o mundo, visto a importância que ele representa para a nossa sociedade. Através do levantamento realizado por Rocha *et al.* (2012), que buscaram por trabalhos científicos relacionados com o tema através da combinação do tópico “lixo eletrônico” (*electronic waste*) com outros termos, podemos observar que as publicações acadêmicas a respeito deste assunto cresceram gradativamente na última década (Gráfico 2).

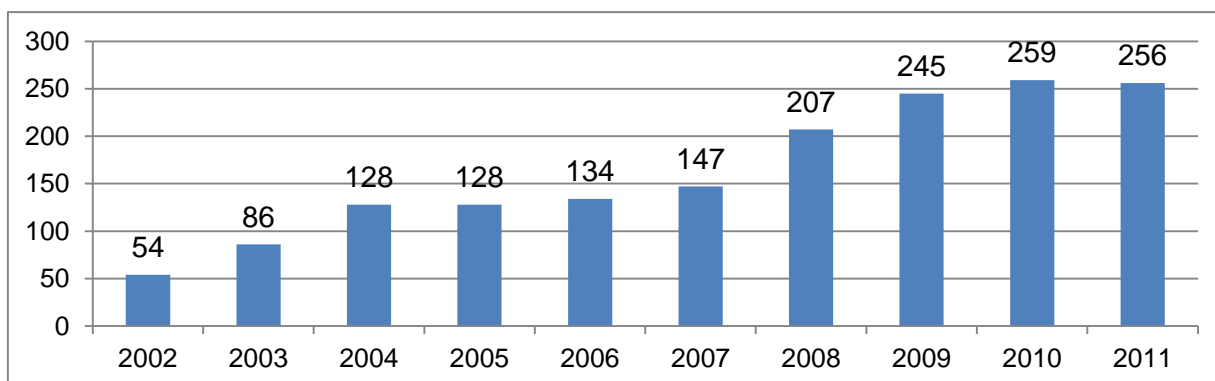


Gráfico 2 – Publicações relacionadas ao tema lixo eletrônico por ano.
(ROCHA *et al.*, 2012)

O levantamento em questão também evidenciou que as publicações relacionadas ao tema lixo eletrônico estão ligadas principalmente às áreas de reciclagem, materiais, meio ambiente, gestão e desenvolvimento. Apesar deste estudo ter considerado apenas uma base de dados específica (*Web of Science* da *ISI Web of Knowledge*), foi possível observar que o lixo eletrônico é uma temática emergente nas pesquisas acadêmicas (ROCHA *et al.*, 2012). Especificamente no Ensino de Química, apesar de existirem alguns trabalhos que tratam sobre a inserção deste tema em sala de aula, nenhum levantamento a respeito das publicações sobre o lixo eletrônico foi encontrado.

2.3.1 Aspectos legais sobre o lixo eletrônico no Brasil

Especificamente sobre os REEE, o Brasil contava até o final do século XX apenas com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 257, de 30 de junho de 1999 (revogada pela Resolução nº 401, de 04 de novembro de 2008). Essa resolução estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio em pilhas e baterias comercializadas em território nacional. Além de apontar as responsabilidades dos fabricantes e importadores de pilhas e baterias, este documento também institui a obrigatoriedade dos vendedores de conter pontos de recolhimento das mesmas visando ao gerenciamento ambientalmente adequado desses equipamentos pós-uso (BRASIL, 2008).

Como já citado anteriormente, a PNRS dispõe sobre a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil. Na Lei nº 12.305/2010 são apresentados diversos instrumentos da PNRS, como os planos de resíduos sólidos, a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa, monitoramento e fiscalização ambiental, a educação ambiental, entre outros. Vale destacar que nenhuma dessas ações são suficientes quando executadas de forma isolada. Por isso, é preciso que efetivamente se concretizem planos para a correta coleta e encaminhamento dos resíduos sólidos assim como a fiscalização dessas atividades.

Nesta mesma lei, o Artigo 30 institui

[...] a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os **consumidores** e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010, grifo nosso).

O artigo mencionado esclarece sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, devendo este ciclo ser compreendido desde a extração da matéria-prima, passando pela produção, comercialização e utilização do produto, chegando até o descarte do mesmo. Desta forma, é imprescindível que fique claro que o consumidor é componente essencial no processo de gerenciamento dos resíduos gerados.

No tocante aos REEE, a Lei nº 12.305/2010 faz apenas uma citação (Artigo 33) ao mencionar sobre a obrigatoriedade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de estruturar e implementar os sistemas de logística reversa de forma independente do serviço público de limpeza urbana. Além dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes, este artigo também é válido para agrotóxicos (seus resíduos e embalagens), pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes (seus resíduos e embalagens) e lâmpadas fluorescentes (BRASIL, 2010).

2.3.1.1 A logística reversa

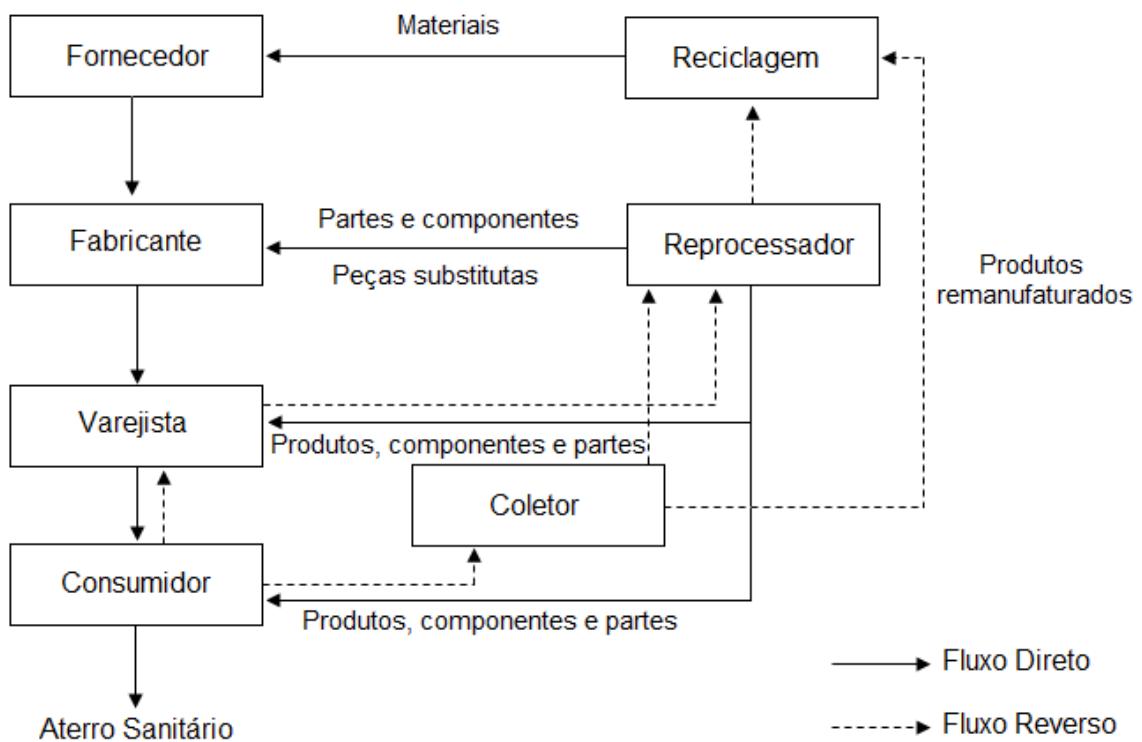
A logística reversa é definida pela PNRS como

[...] instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Em outras palavras, as ações de logística reversa consistem no recolhimento dos equipamentos pós-uso, incluindo o planejamento da coleta, transporte, armazenamento e correta destinação dos resíduos. Uma vez coletados, estes produtos podem ser remanufaturados, através da reparação e substituição das

peças danificadas, ou ainda passar por processos de reciclagem. A reciclagem dos REEE figura como uma importante ferramenta na obtenção de matéria-prima (com um menor consumo de energia e água) para a fabricação de novos equipamentos.

De uma forma sucinta, a logística reversa define o caminho dos produtos partindo de diversos consumidores até chegar novamente nos fabricantes, analisando a viabilidade técnica e econômica do processo. Uma visão que pode ser admitida do processo de logística reversa está representada no Esquema 3.



Esquema 3 - Visão do processo de logística reversa.

Fonte: Souza *et al.* (2002, apud MIGUEZ, 2010, p. 16).

Para que toda e qualquer ação de logística reversa funcione, observando o Esquema 2, reafirma-se a importância do consumidor no gerenciamento dos resíduos, pois ele promove o retorno dos equipamentos aos vendedores e fabricantes, visando a continuidade do ciclo de vida desses produtos. Todavia, mesmo existindo ações de logística reversa, de nada adiantará se o consumidor não

for consciente do seu papel no processo. Desta forma, a conscientização do cidadão também é imprescindível, destacando-se assim outro instrumento citado pela PNRS: a educação ambiental.

2.3.1.2 A educação ambiental

Tão importante quanto haver ações de coleta seletiva e logística reversa é o cidadão estar consciente dos seus direitos e deveres para com o meio ambiente. Ao tratarmos do consumo de produtos e a conseqüente geração de resíduos, a educação ambiental surge como instrumento essencial no gerenciamento desses resíduos. Legalmente no Brasil, a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), da qual destacamos os artigos 1º e 2º:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2º A educação ambiental é um **componente essencial e permanente da educação nacional**, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (BRASIL, 1999, grifo nosso).

Desta forma, a conscientização ambiental deve ser estimulada visando uma reflexão das atitudes individuais e coletivas cotidianas e suas conseqüências para toda a sociedade. É preciso que se pense a complexidade ambiental do ponto de vista dos limitados recursos naturais que temos à disposição, da exploração da natureza em prol do desenvolvimento da sociedade contemporânea e das implicações deste modelo de desenvolvimento que vivemos para o meio ambiente. As ideias de Jacobi (2003), com as quais corroboramos, vão ao encontro dos princípios citados na PNEA, em que a educação ambiental deva correlacionar o ser humano, a natureza e o universo sobre uma perspectiva holística de ação.

Recorrentemente, ao tratarmos de educação ambiental são citados os 3 R's da sustentabilidade: *reduzir, reutilizar e reciclar*. Todavia, outra vertente mais recente é a dos 5 R's (Figura 3), em que são incluídos os termos *repensar* e *responsabilizar* (RIBEIRO e MORELLI, 2009).



Figura 3 - Os 5 R's da sustentabilidade⁷.

Mais do que apenas reduzir a quantidade de resíduos, reutiliza-los e recicla-los, é preciso *repensar* a sua geração antes mesmo de gera-los. Colocar em evidência a necessidade de originar o resíduo, repensando a maneira que produzimos e consumimos os recursos naturais. Além disso, o último "R" em questão representa *responsabilizar* tanto quem fabrica os produtos quanto aqueles que os consomem. Desta forma, retoma-se a ideia da responsabilidade compartilhada apresentada pela PNRS, atentando-se não só para uma conscientização coletiva do consumo, mas também para o correto gerenciamento de resíduos, que é de responsabilidade de todos, o que não é diferente quando tratamos dos REEE.

⁷ Imagem elaborada pelo autor.

2.3.1.3 A NBR 16.156 da ABNT

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela normatização técnica do Brasil, fornecendo os subsídios necessários para o desenvolvimento tecnológico deste país. Esta entidade elabora as NBRs (normas técnicas brasileiras), as quais fornecem “regras, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014). Apesar de não se tratarem de leis, as NBRs são orientações de suma importância a serem seguidas.

A NBR 16.156 foi lançada no ano de 2013 e figura, assim como a Lei 12.305/2010 e o Decreto 7.404/2010, como um marco regulatório no tocante aos REEE. “Esta norma estabelece requisitos para a proteção ao meio ambiente e para o controle dos riscos de segurança e saúde no trabalho na atividade de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 1).

De acordo com a ABNT, esta norma é aplicável a todas as organizações que realizam atividades de manufatura reversa de REEE. Desta forma, a NBR 16.156 normatiza como devem estar organizadas as ações de logística reversa em uma entidade, desde os requisitos gerais e sua política ambiental até o planejamento, implementação, operação e verificação das atividades da mesma.

2.3.2 A composição química do lixo eletrônico

O lixo eletrônico diferencia-se dos outros tipos de resíduos devido a sua composição variada, sua alta complexidade de reciclagem e também pela toxicidade de algumas substâncias que o compõe. Por esta razão a destinação destes resíduos após serem gerados não deve ser a mesma que a dos resíduos domésticos (plásticos, vidros, papéis, entre outros).

A concentração de cada substância presente nos REEE é variada, podendo ser extremamente baixa ou apresentar-se em quantidade elevada. Isto implica na complexificação (técnica e/ou econômica) do eventual processo de reciclagem deste tipo de resíduo quando comparado aos exemplos mais corriqueiros como garrafas de vidro, papelão ou latas de alumínio (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2012).

Ao pensarmos na composição química dos resíduos eletrônicos, geralmente são citados diversos metais que os compõem. Entretanto, além dos metais estes equipamentos possuem os mais diversos materiais como: vidro, diferentes tipos de plásticos, entre outros. Isto pode ser verificado, por exemplo, na Figura 4, onde estão marcados na tabela periódica os elementos químicos cujos átomos estão presentes em um telefone celular.

A tabela periódica mostra os elementos químicos presentes em um telefone celular, destacados em vermelho. Os elementos marcados incluem: H, He, Li, Be, Na, Mg, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, La-Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac-Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Uun, Uub, Uuq, Uub, Uuq, Uub.

Figura 4 - Elementos químicos cujos átomos estão presentes em um celular.
(UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2009)

A composição química de cada tipo de equipamento eletroeletrônico varia de acordo com seu tamanho e sua utilidade, como apresentado anteriormente no Esquema 2, sendo os da linha branca compostos principalmente por metais, os da linha marrom basicamente por plástico e vidro, enquanto que os equipamentos da linha verde são compostos majoritariamente por metais e plásticos. Basta fazermos uma simples comparação: uma geladeira (linha branca) possui muito mais ferro em sua composição do que um televisor (linha marrom).

A fim de exemplificar a composição química de um equipamento eletroeletrônico, podemos citar um computador de uso pessoal (*desktop*), que é composto por 24,88% de sílica presente nos tubos de raios catódicos do monitor e nas placas de circuito impresso (PCI), 22,99% de plásticos no gabinete, carcaça do monitor, impressora, mouse e teclado, além de ser utilizado no revestimento dos cabos e conectores. Metais como ferro (20,47%), alumínio (14,17%), cobre (6,93%), chumbo (6,30%), zinco (2,20%) e estanho (1,01%) também são utilizados, por exemplo, no gabinete, nas PCI, em cabos, conectores e soldas. Além desses metais, podem ser encontrados pelo menos mais 20 diferentes tipos em um computador, incluindo níquel, bário, manganês, cobalto, cromo, antimônio, mercúrio e metais mais valiosos como titânio, prata e ouro (RODRIGUES, 2007).

Em especial, as PCI (placa mãe, placa de vídeo, placa de som) concentram uma grande variedade de componentes contendo inúmeras substâncias químicas. Esta diversidade de substâncias presentes nas PCI torna o seu processo de reciclagem bastante complexo (GERBASE e OLIVEIRA, 2012). A composição média de uma PCI é apresentada na Tabela 3 e evidencia a grande diversidade de componentes presentes somente nesta parte do equipamento eletroeletrônico.

Tabela 3 - Composição média de uma placa de circuito impresso.

Componentes	Quantidades médias
Metais	28%
Materiais cerâmicos, vidros e óxidos	49%
Plásticos	19%
Bromo	4%

Fonte: Veit (2010 apud GERBASE e OLIVEIRA, 2012, p. 1487).

Dentre os componentes listados na Tabela 3, podemos destacar o bromo na composição das PCI, pois estas peças possuem substâncias retardadoras de chamas, que são feitas à base deste elemento. Entre os metais que estão presentes nas PCI, os que aparecem em maior quantidade são cobre (14%), ferro (6%), níquel

(2%), zinco (2%) e estanho (2%). Além disso, vale ressaltar a presença dos metais nobres, de alto valor agregado, como o ouro, o paládio e a prata. De acordo com Veit (2005), em cada tonelada de PCI há 17 gramas de ouro, valor considerável quando comparado à obtenção deste metal através de atividades de mineração: 6 a 12 gramas por tonelada de minério.

Atualmente alguns equipamentos eletrônicos possuem processos de fabricação que seguem a diretiva europeia 2002/95/EC. Esta diretiva ficou conhecida como o sistema RoHS (*Restriction of the use of certain hazardous substances*), a qual restringe o uso de algumas substâncias perigosas na fabricação de equipamentos elétricos e eletrônicos. Os produtos que seguem o sistema RoHS em sua fabricação possuem um dos selos mostrados na Figura 5.



Figura 5 - Selos utilizados nos produtos que seguem o sistema RoHS⁸.

Apesar de também ter se popularizado pelo termo *lead-free* (livre de chumbo), esta diretiva não restringe apenas o uso de chumbo (Pb), mas também cádmio (Cd), mercúrio (Hg), cromo hexavalente (Cr⁶⁺), bifenilas polibromadas (PBBs) e éteres de difenilas-polibromados (PBDEs) (EUROPEAN UNION, 2003). A Figura 6 mostra uma placa de circuito impresso que foi fabricada seguindo o sistema RoHS.

⁸ Imagens disponíveis em: <http://www.core.com.tw/mag%5Cdimage%5Cnews%5Crohs_logo.jpg> e <<http://www.nationalbronze.com/lead-free-249x300.png>>.

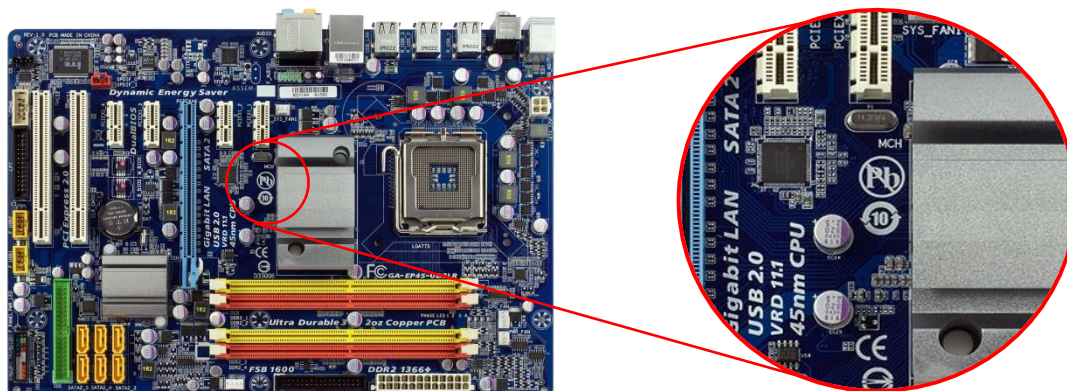


Figura 6 - Placa mãe de computador com a indicação do sistema RoHS⁹.

A solda geralmente utilizada nos equipamentos eletroeletrônicos é a mistura eutética de estanho/chumbo, que possui em sua composição 63% de estanho e 37% de chumbo (ARANHA NETO, 2011). Entretanto, há outros tipos de soldas que visam substituir o chumbo por outros metais, como as ligas de estanho/cobre, estanho/prata, estanho/prata/bismuto/cobre/germânio, estanho/bismuto, entre outras. Apesar das diferentes opções de soldas livres de chumbo, não há uma que apresente uma composição única e ideal para substituir as soldas tradicionais com chumbo. Em geral, estas soldas não apresentam algumas propriedades tão boas quanto às da liga estanho/chumbo (FIORUCCI, BENEDETTI FILHO e OLIVEIRA, 2012).

2.3.2.1 Toxicidade dos componentes dos REEE

Os seres vivos são afetados pela presença de algumas substâncias químicas, sendo que alguns compostos são benéficos, enquanto que outros são tóxicos aos sistemas biológicos. Esta questão está atrelada à forma química das substâncias (íons, compostos organometálicos,...) e à concentração em que elas se encontram.

A toxicidade é a propriedade potencial que uma substância possui de instalar um estado patológico em decorrência de sua introdução e interação com o

⁹ Imagem elaborada pelo autor.

organismo. O agravamento ou não de uma patologia dependerá de vários fatores como: a interação do organismo com o agente tóxico, a concentração desta substância, a solubilidade da mesma em diferentes meios, a toxicocinética (absorção, distribuição, biotransformação e excreção), entre outros (LARINI, 1997).

Deste modo, não podemos deixar de destacar que algumas das substâncias que compõem os equipamentos eletroeletrônicos ou que são utilizadas durante sua fabricação são tóxicas para os seres vivos e ainda podem contaminar o solo e mananciais se descartados inadequadamente. Entre os elementos químicos tóxicos que compõem os REEE podemos destacar alguns como: cádmio (Cd), cobre (Cu), chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e arsênio (As).

A maioria dos metais tóxicos ao ser humano é classificada como metais pesados. Este termo, amplamente empregado em materiais didáticos, nos meios de comunicação e também pelos professores em sala de aula não tem um conceito bem definido (FRIEDRICH e BRAIBANTE, 2012). Na verdade, o termo “metal pesado” nunca foi definido por um órgão oficial, como a IUPAC. A principal maneira encontrada pela maioria dos autores para definir este termo foi por meio das propriedades químicas e físicas dos metais, levando em conta a densidade (massa específica) dos mesmos, por exemplo. Entretanto, atualmente ao falarmos deste termo observamos uma estrita ligação à toxicidade desses elementos (DUFFUS, 2002).

Como já foi citado, a toxicidade do metal depende muito da concentração e da forma química em que ele se apresenta. Baird e Cann (2011) destacam que

[...] embora o vapor de mercúrio seja altamente tóxico, os metais pesados Hg, Pb, Cd, Cr e As não são particularmente tóxicos como elementos livres condensados. No entanto, todos os cinco são perigosos na forma de seus cátions, e a maioria é também altamente tóxica quando ligada a cadeias curtas de átomos de carbono (BAIRD e CANN, 2011, p. 686).

De acordo com Baird e Cann (2011), um dos mecanismos de ação tóxica desses cátions é a sua forte atração por enxofre. No organismo, este elemento pode ser encontrado nos grupos sulfidrilas ($-SH$), por exemplo, os quais estão presentes em algumas enzimas do nosso metabolismo. Uma vez ligado à enzima, o metal pesado pode alterar a função dela ou até mesmo inativá-la, desencadeando um problema metabólico no ser vivo, podendo até levar à morte em alguns casos.

Para exemplificar o efeito de um desses metais, podemos citar a interferência que o chumbo exerce em diversas etapas da biossíntese do heme (Figura 7). O heme é um grupo prostético que se liga a um resíduo de histidina da globina para formar a hemoglobina, uma importante metaloproteína que permite o transporte de oxigênio (O₂) pelo sistema circulatório (LEHNINGER, 2006).

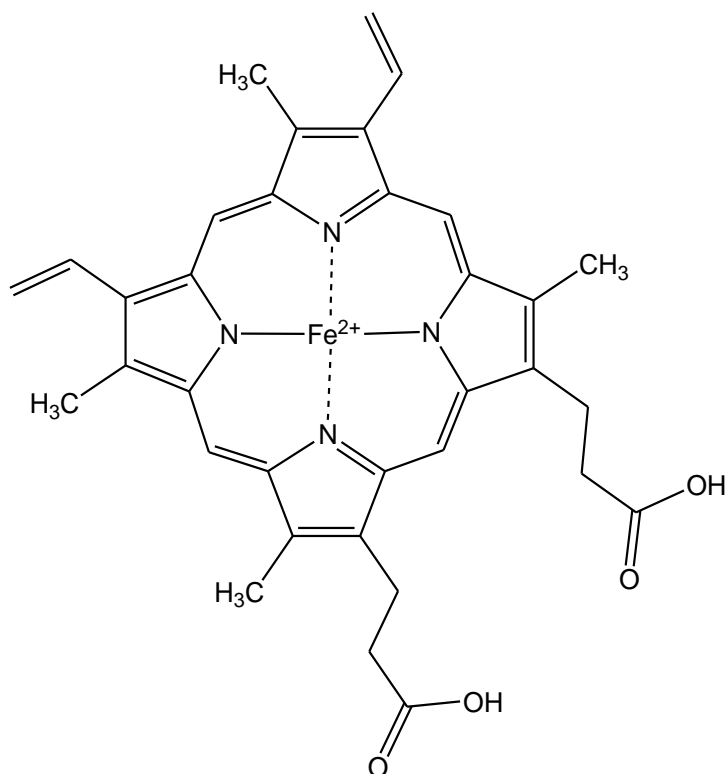
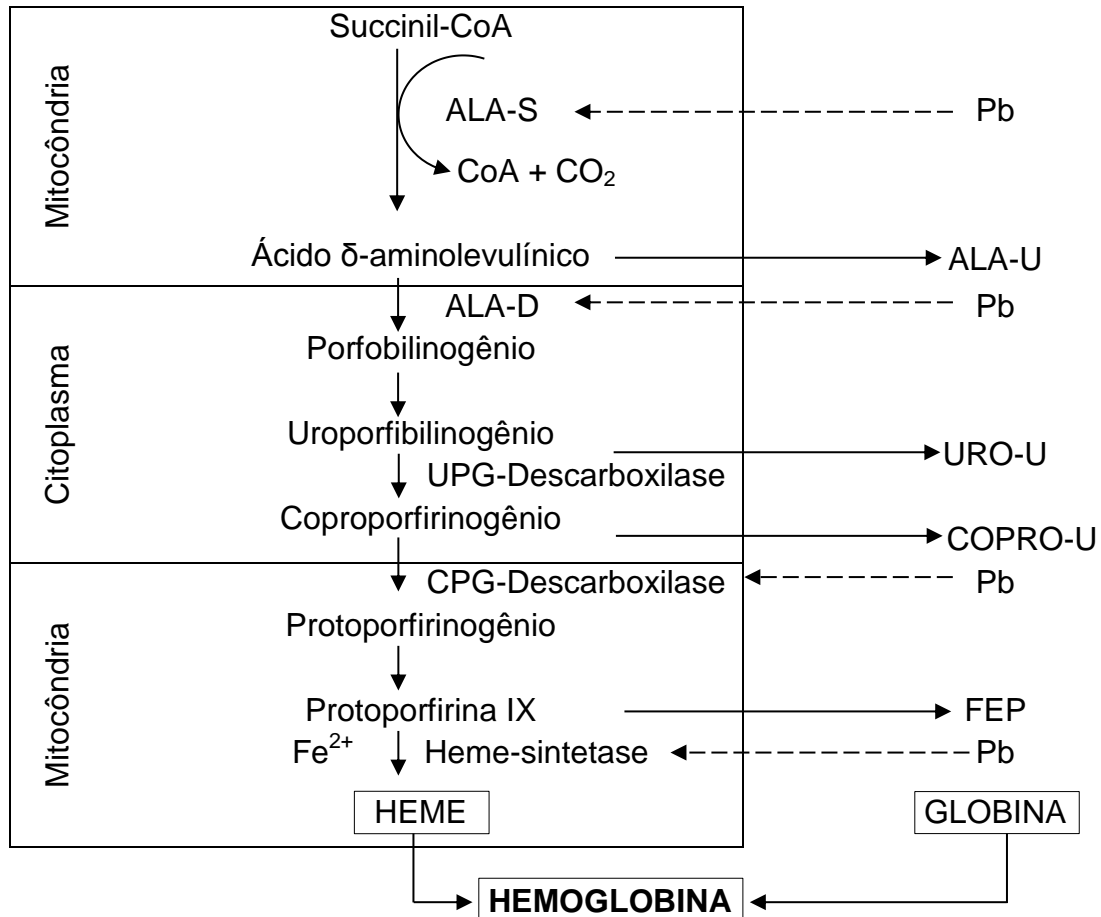


Figura 7 - Representação do grupo heme B.

Na biossíntese do grupo heme, o chumbo inibe a ação da enzima ácido δ -aminolevulínico desidratase (ALA-D) e alguns ensaios inclusive apontam para a inibição da enzima ácido δ -aminolevulínico sintetase (ALA-S). Além dessas enzimas, o chumbo também inibe a coproporfirinogênio-descarboxilase e a heme sintetase. O diagnóstico de intoxicação por chumbo pode ser verificado pela elevação da concentração do ácido δ -aminolevulínico (ALA-U) na urina e no sangue e de coproporfirina (COPRO-U) na urina (LARINI, 1997). O Esquema 4 apresenta as

diversas etapas da produção do heme e as interferências do chumbo em diferentes etapas do processo.



Esquema 4 - Biossíntese do heme e as interferências do chumbo.
(LARINI, 1997)

A inibição enzimática provocada pelo chumbo e também por outros metais nos sistemas biológicos é um dos mecanismos de ação tóxica dessas substâncias. No Quadro 2 podemos observar alguns risco à saúde que estes elementos podem causar para o ser humano.

Elemento	Riscos à saúde
Arsênio	Danos pequenos à pele, pulmão e câncer linfático; conhecido agente cancerígeno para os seres humanos.
Cádmio	Danos ao rim, pulmão e câncer de próstata.
Chumbo	Danos aos sistemas nervoso, circulatório e renal, e dificuldade de aprendizagem em crianças.
Mercúrio	Danos permanentes ou fatais ao cérebro e rins.

Quadro 2 - Elementos químicos perigosos presentes nos REEE.
(LARINI, 1997; GERBASE E OLIVEIRA, 2012)

Os diversos compostos químicos presentes nos REEE podem entrar em contato com a água e o solo quando descartados incorretamente. Como consequência, estas substâncias podem reagir ou até mesmo serem biotransformados pela ação de bactérias e formar espécies químicas nocivas para os seres vivos. Uma vez formadas, estas substâncias podem sofrer processos de bioconcentração e/ou de bioacumulação nas teias alimentares.

Em uma das suas publicações, a Organização Mundial da Saúde (OMS) apresenta orientações para garantir a qualidade da água potável e expõe valores de referência para determinadas substâncias. Os níveis máximos recomendados por este órgão na água potável para alguns íons de metais pesados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Concentração limite de metais pesados em água potável.

Elemento Químico	Limite ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
As	10
Cd	3
Cr	50
Hg (inorgânico)	6
Ni	70
Pb	10

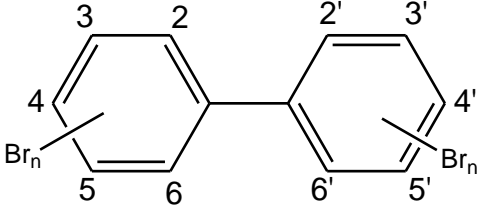
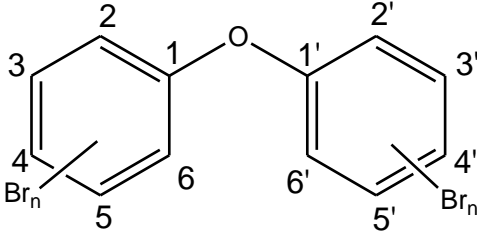
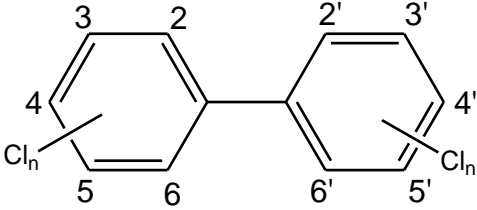
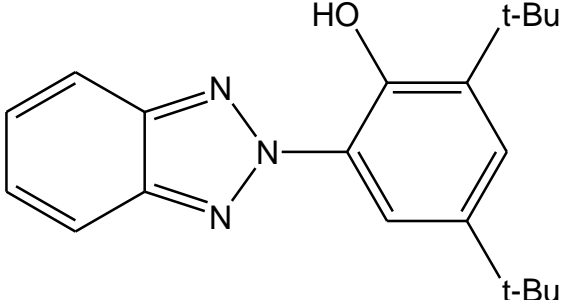
(WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2006)

Apesar de todo enfoque dado para os metais pesados ao destacarmos a toxicidade dos REEE, não podemos esquecer que estes materiais possuem também em sua composição diversos compostos orgânicos. Estas substâncias podem ser igualmente tóxicas para os seres vivos, seja quando os REEE são descartados, seja quando esses equipamentos são fabricados, podendo os resquícios de sua produção acabar sendo lançados no meio ambiente sem o devido tratamento. O Quadro 3 apresenta algumas substâncias ou grupos de substâncias que conferem periculosidade aos resíduos eletroeletrônicos.

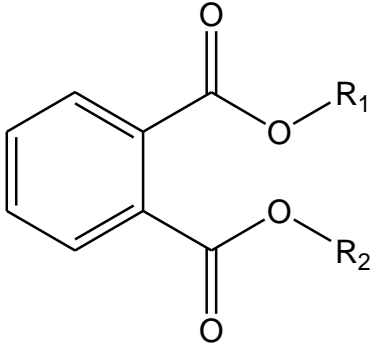
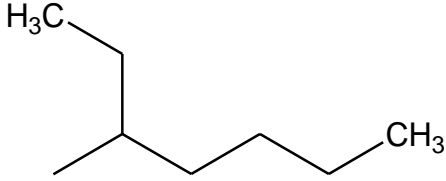
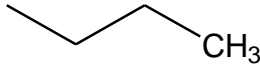
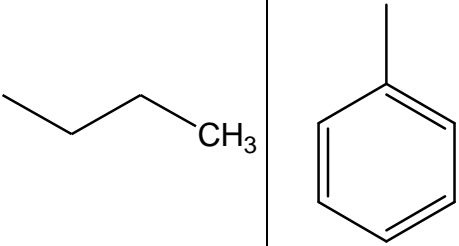
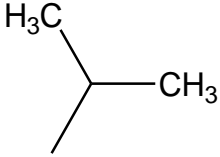
(continua)

Substância ou grupo de substâncias que conferem periculosidade ao resíduo eletrônico	Aplicações em equipamentos eletroeletrônicos
Pentóxido de arsênio e trióxido de arsênio	Vidro
Cádmio/compostos de cádmio	Baterias, pigmento para resina, tratamento anticorrosivo, estabilizante, eletrodo, solda, contatos elétricos
Compostos de cromo VI	Pigmento, secante de tinta, tratamento anticorrosivo, pintura, catalisador
Gases fluorados com efeito estufa (PFC, SF6, HFC)	Gases isoladores/dielétricos, refrigerantes, proteção antichama
Chumbo e compostos de chumbo	Pigmento, lubrificante, baterias, soldas elétricas e mecânicas, proteção para raios X em vidros de CRT
Mercúrio e compostos de mercúrio	Lâmpadas fluorescentes, pigmentos, anticorrosivos, interruptores, tratamento antibactérias

(continua)

Substância ou grupo de substâncias que conferem periculosidade ao resíduo eletrônico	Aplicações em equipamentos eletroeletrônicos
Níquel	Aço inox, fones de ouvido
<p>Bifenilas polibromadas (PBB)</p> 	Retardantes de chama
<p>Éteres de difenilas polibromadas (PBDE)</p> 	Retardantes de chama
<p>Bifenilas policloradas (PCB)</p> 	Óleo de isolamento, Óleo lubrificante, solvente, meio de isolamento elétrica, plastificantes, retardantes de chamas, coberturas para cabos elétricos e selantes dielétricos
<p>Fenol,2-(2H-benzotriazol-2-il)-4,6-bis(1,1-dimetiletil)</p> 	Adesivos, revestimentos, tintas de impressão, plásticos, fitas pintadas, preenchimento de juntas e vedação

(conclusão)

Substância ou grupo de substâncias que conferem periculosidade ao resíduo eletrônico		Aplicações em equipamentos eletroeletrônicos
<p>Ftalatos</p> 		<p>Plastificante, corante, pigmento, tinta, adesivos, lubrificante</p>
Ftalato	<p>R₁</p> <p>R₂</p>	
Bis-2-etil-hexilftalato		
Dibutilftalato		
Ftalato de butil benzila		
Diisobutil ftalato (DIBP)		

Quadro 3 - Substâncias que conferem periculosidade aos REEE.

(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013)

2.4 Possibilidades da abordagem do tema “Lixo Eletrônico” no Ensino de Química

Assim como outras temáticas, o tema lixo eletrônico é um terreno fértil de possibilidades para o Ensino de Química. Todavia, a sua abordagem não se restringe apenas à Química, mas permite também que diferentes áreas do conhecimento possam explorá-la. Desta forma, o tema em questão abre caminhos para o desenvolvimento de atividades de caráter multidisciplinar ou até mesmo interdisciplinar. De acordo com Lück (1994):

A interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e engajamento de educadores, num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual (LÜCK, 1994, p. 64).

Baseados em algumas ideias de Araújo e Juras (2011), o Quadro 4 apresenta algumas das possibilidades para a abordagem do tema lixo eletrônico nas diferentes áreas do conhecimento.

(continua)

Disciplina	Abordagem
Biologia	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade dos REEE para os seres vivos - Interações de substâncias tóxicas com os sistemas biológicos - Patologias relacionadas com intoxicação por metais pesados - Poluição e seus impactos ambientais
Educação Artística	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de peças teatrais, músicas e dança tendo como tema os REEE - Reutilização dos REEE como material para expressão artística
Educação Física	<ul style="list-style-type: none"> - Gincanas ecológicas de coleta de REEE

(conclusão)

Disciplina	Abordagem
Física	<ul style="list-style-type: none"> - Propriedades físicas dos materiais - Desenvolvimento da eletrostática, eletrodinâmica e eletromagnetismo envolvendo equipamentos eletroeletrônicos
Geografia	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamento de dados estatísticos relacionados com os REEE - Poluição e seus impactos ambientais - Produção de REEE no mundo (países desenvolvidos <i>versus</i> países subdesenvolvidos) - Concentração de recursos naturais, extração mineral e seus impactos na economia dos países
História	<ul style="list-style-type: none"> - Evolução da produção de resíduos no mundo - História da sociedade de consumo - Questões socioeconômicas e culturais dos segmentos sociais relacionadas com os REEE
Matemática	<ul style="list-style-type: none"> - Operações com unidades de peso, volume e área relacionadas a dados dos REEE - Operações com preços dos materiais recicláveis no mercado - Construção de gráficos e tabelas

Quadro 4 - Possibilidades de abordagens do tema lixo eletrônico em diferentes disciplinas.

Além de podermos relacionar o lixo eletrônico com as disciplinas destacadas no Quadro 4, a Química pode desenvolver inúmeras atividades envolvendo diversos conteúdos científicos como:

- separação de misturas com ênfase nos REEE;
- investigação dos elementos químicos presentes no REEE, sua toxicidade e as propriedades químicas destes elementos;
- construção de uma tabela periódica artesanal utilizando o lixo eletrônico;
- questões termoquímicas relacionadas à obtenção de matérias primas para a produção de equipamentos eletroeletrônicos;

- abordagem dos conceitos de concentração das soluções envolvendo limites na água potável;
- inúmeras relações da eletroquímica com os equipamentos eletroeletrônicos;
- abordagem das funções orgânicas das substâncias tóxicas presentes nos REEE;
- reações de polimerização dos plásticos utilizados nos equipamentos eletroeletrônicos;
- desenvolvimento de novas tecnologias *versus* poluição ambiental;
- contribuições da Química e os processos de reciclagem dos REEE.

Como podemos observar, estas são apenas algumas das possibilidades da abordagem deste tema no Ensino de Química. Entretanto, existem outras propostas que podem ser desenvolvidas pelos professores na escola, como projetos de recolhimento de REEE e de conscientização ambiental, por exemplo. Além disso, há a possibilidade de propor atividades envolvendo a leitura e análise de textos relacionados com os REEE, estudos de casos ou até mesmo o desenvolvimento de atividades experimentais utilizando dos REEE, não deixando de ter todo o cuidado ao manusear estes tipos de equipamentos e pensar no eventual descarte dos resíduos que estas atividades possam gerar.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa apresentada nesta dissertação compreende um trabalho desenvolvido em três etapas distintas: elaboração e execução de uma atividade de extensão, intervenções na formação inicial de professores de Química buscando relações com o tema “Lixo Eletrônico” e um curso de formação continuada para professores de Química em que foi abordado o mesmo tema. Cada uma das etapas desta pesquisa contou com diferentes sujeitos, diversas atividades e vários instrumentos para a coleta dos dados.

Neste sentido, esta pesquisa possui um caráter predominantemente qualitativo. De acordo com Flick (2009), a pesquisa qualitativa busca questionar uma situação e entender, descrever e, às vezes, explicar os fenômenos sociais de diversas maneiras diferentes, seja através da análise de experiências individuais ou de grupos, seja pela investigação de documentos. Lüdke e André (1986) também ressaltam que a preocupação com o processo neste tipo de pesquisa é muito maior do que com o produto da mesma, sendo os dados preponderantemente descritivos.

Desta forma, as atividades desenvolvidas neste trabalho foram conduzidas a partir da hipótese de que a abordagem do tema “lixo eletrônico” possa favorecer o processo de ensino e aprendizagem de Química quando comparada à abordagem tradicional dos conteúdos científicos de uma forma descontextualizada. Acreditamos que este tema, por ser rico em possibilidades para o Ensino e por estar ganhando cada dia mais ênfase nos meios de comunicação, possa também despertar a curiosidade dos alunos e também a dos próprios professores. Além disso, supomos que este tema não vem recebendo a atenção que necessita.

Através das ações desenvolvidas, pensamos que é possível difundir a ideia de trabalhar com este tema tanto na formação inicial quanto na formação continuada de professores, fornecendo subsídios e discutindo coletivamente a importância de abordá-lo no Ensino de Química. Por meio dessas ações também aspiramos à construção de valores no tocante à conscientização e à educação ambiental nas diferentes esferas atingidas por este trabalho.

Dentro desta perspectiva, esta pesquisa foi dividida em três etapas principais, para as quais atribuímos os códigos E1, E2 e E3:

E1 – Elaboração de uma atividade de extensão, que foi executada na 3ª Mostra Integrada de Profissões, Tecnologias, Cultura e Serviços da Universidade Federal de Santa Maria (PROFITECS/UFSM - 2013);

E2 – Intervenções realizadas na disciplina de Química Analítica Qualitativa Experimental do curso de Química Licenciatura da UFSM visando à inserção do tema lixo eletrônico na formação inicial dos futuros professores de Química;

E3 – Elaboração e execução de um curso de formação continuada para professores de Química do ensino médio com vistas à abordagem do tema lixo eletrônico na educação básica.

3.1 Contexto da pesquisa

Como os sujeitos envolvidos em cada etapa desta pesquisa foram diferentes, assim como os instrumentos de coleta de dados utilizados e as intervenções realizadas, a apresentação das atividades desenvolvidas está dividida em etapas: E1, E2 e E3. Esta divisão tem por finalidade sistematizar a apresentação de cada uma dessas etapas e as ações que foram desenvolvidas, além de facilitar a organização e a compreensão dos resultados apresentados no Capítulo 4 desta dissertação.

No Quadro 5, apresentamos de forma sintetizada os sujeitos desta pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e as intervenções realizadas em cada etapa deste trabalho.

Etapa	Sujeitos da pesquisa	Instrumentos de coletas de dados	Atividades desenvolvidas
E1	- Professores de Ciências e Química em atuação	- Questionário presencial - Questionário virtual	- Distribuição de kits de reagentes na 3ª PROFITECS/UFSM
E2	- Alunos de graduação do curso de Química Licenciatura da UFSM	- Questionário presencial - Produção textual - Questionário virtual	- Elaboração de planos de aula envolvendo o tema lixo eletrônico - Identificação qualitativa de metais no lixo eletrônico
E3	- Professores de Química (em atuação ou não)	- Questionário presencial - Questionário virtual - Produção textual - Gravação de áudio	- 4 encontros envolvendo diversas atividades

Quadro 5 - Atividades desenvolvidas em cada etapa da pesquisa.

A caracterização dos sujeitos envolvidos nesta pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e as atividades desenvolvidas nas etapas E1, E2 e E3 estão descritas detalhadamente a seguir.

3.1.1 Caracterização dos sujeitos da pesquisa da etapa E1

Nesta etapa da pesquisa participaram 15 professores da educação básica, todos de escolas públicas do estado do Rio Grande do Sul. No Gráfico 3, estão apresentadas as disciplinas ministradas por estes docentes.

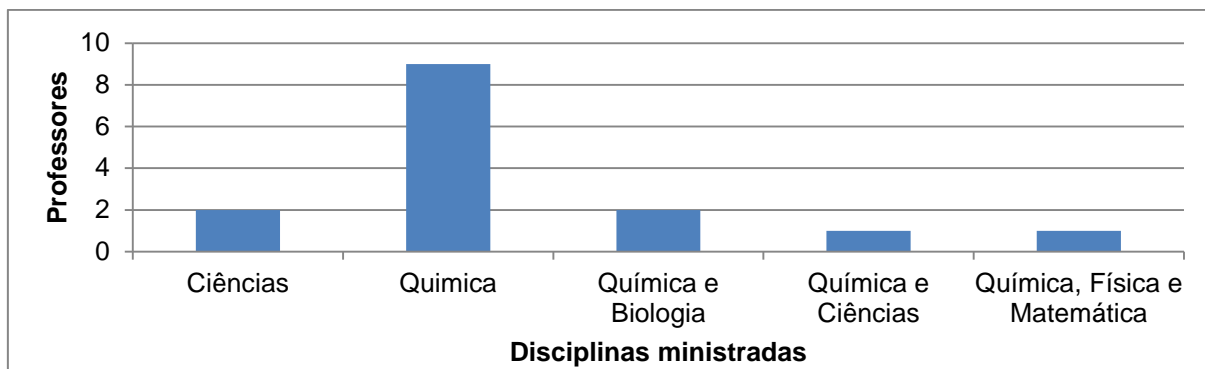


Gráfico 3 - Disciplinas ministradas pelos professores participantes da etapa E1.

Podemos observar que mais da metade dos professores participantes da etapa E1 (60%) ministra apenas a disciplina de Química, enquanto outros ministram apenas Ciências (ensino fundamental) ou então outra disciplina juntamente com a Química, como Biologia, Física e Matemática. Neste sentido, apesar da amostra da etapa E1 ser relativamente pequena, podemos observar na Tabela 5 que, percentualmente, o número de disciplinas ministradas pelos professores participantes da E1 é muito semelhante à realidade dos professores do ensino médio do nosso país. Este panorama educacional brasileiro foi apresentado na sinopse estatística da educação básica de 2012, divulgada pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (BRASIL, 2012b).

Tabela 5 - Disciplinas ministradas pelos professores do ensino médio.

Número de disciplinas ministradas	Participantes da etapa E1 (%)	Brasil (%)
1 disciplina	73,33	71,31
2 disciplinas	20	20,27
3 disciplinas	6,67	5,55
4 ou mais disciplinas	-	2,87

Fonte: elaborado pelo autor.

Além disso, podemos observar no Gráfico 4 que nem todos os professores participantes da etapa E1 possuem a sua formação em cursos de Licenciatura em Química, apesar de a maioria ministrar esta disciplina.

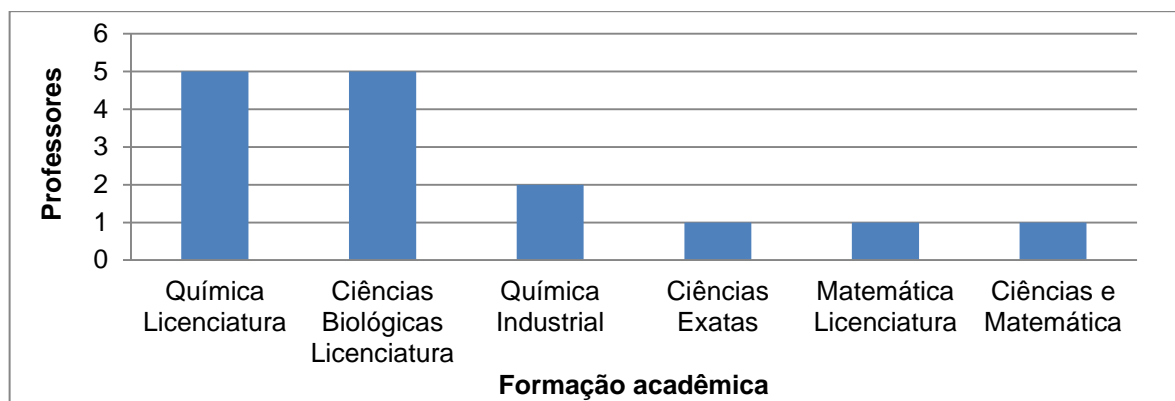


Gráfico 4 - Formação acadêmica dos professores participantes da etapa E1.

De acordo com a sinopse estatística da educação básica de 2012, dos professores do ensino médio que possuem ensino superior completo, 85,60% são formados em cursos de licenciatura. Entre os professores não licenciados, 40,27% possuem um curso de complementação pedagógica (BRASIL, 2012b). Considerando os sujeitos da etapa E1, verificamos que 13 dos 15 professores participantes são formados em cursos de licenciatura (86,67%), havendo uma concordância com os dados apresentados na sinopse estatística da educação básica de 2012.

Em relação ao tempo de atuação, a etapa E1 contou com professores que já têm uma trajetória de 35 anos em sala de aula, bem como com aqueles que estão no início da sua caminhada (dois anos ministrando aulas).

Esta primeira etapa da pesquisa contou com a participação de professores de 12 diferentes municípios do estado do Rio Grande do Sul, expondo, desta forma, a abrangência que teve a ação realizada. A Figura 8 mostra a localização geográfica

das escolas em que os professores participantes da E1 ministram suas aulas (o ponto vermelho em destaque na imagem representa a localização da UFSM).

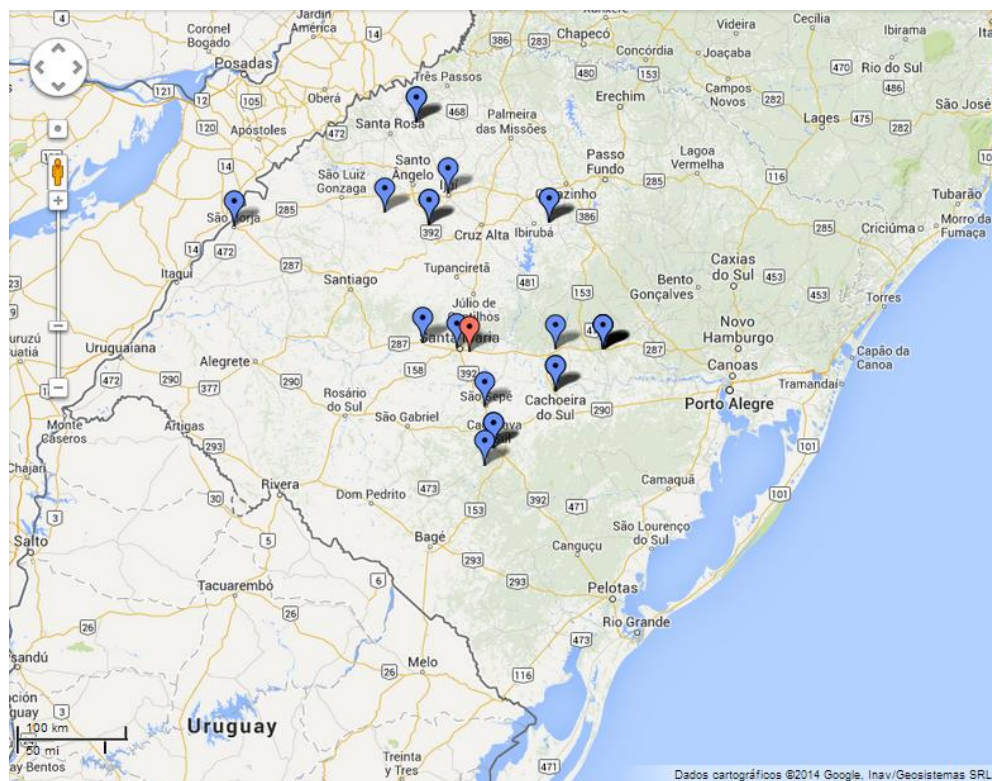


Figura 8 - Localização geográfica das escolas dos participantes da E1.

3.1.2 Caracterização dos sujeitos da pesquisa na etapa E2

A etapa E2 contou com a participação de 16 alunos do curso de Química Licenciatura da UFSM. Todos estavam devidamente matriculados na disciplina de Química Analítica Qualitativa Experimental. Destes estudantes, 14 eram do 2º semestre do curso de Química Licenciatura, um era do 4º semestre e outro era matriculado na disciplina como aluno especial (era aluno de pós-graduação em Química formado no curso de Farmácia).

3.1.3 Caracterização dos sujeitos da pesquisa na etapa E3

Um total de 10 professores de Química participou das atividades desenvolvidas na etapa E3. Todos eles possuem graduação em Química Licenciatura, sendo que além deste grau um dos participantes também possui formação em Química Industrial. Além da formação inicial, todos possuem cursos de pós-graduação completo ou em andamento, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Formação acadêmica dos professores participantes da etapa E3.

Formação acadêmica	Número de professores
Especialização em Educação Ambiental	1
Especialização em Psicopedagogia	1
Mestrado em andamento em Educação em Ciências	3
Mestrado em andamento em Nanociências	1
Mestrado em andamento em Química	1
Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos	1
Doutorado em andamento em Educação em Ciências	2

De acordo com os dados apresentados a seguir (Quadro 6), dos 10 professores que participaram do curso de formação continuada (FC), seis lecionam Química na educação básica, sendo que quatro trabalham em instituições públicas, um em instituição privada e outro trabalha em duas instituições, uma pública e uma privada. Desses seis docentes que estão no exercício da profissão, apenas um não havia participado até então de uma atividade de FC. Entre os quatro professores que ainda não estão atuando em sala de aula, três não haviam participado de uma atividade de FC.

Professor	Leciona na educação básica	Há quantos anos leciona	Tipo de instituição que trabalha	Já participou de atividades de FC	Formação acadêmica
P1	Sim	7	Pública	Sim	Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
P2	Não	-	-	Não	Mestrado em andamento em Educação em Ciências
P3	Não	-	-	Não	Mestrado em andamento em Química
P4	Não	-	-	Sim	Doutorado em andamento em Educação em Ciências
P5	Sim	3	Pública	Sim	Mestrado em andamento em Educação em Ciências
P6	Sim	4	Privada	Sim	Mestrado em andamento em Nanociências
P7	Sim	14	Pública e privada	Sim	Especialização em Educação Ambiental
P8	Sim	21	Pública	Sim	Especialização em Psicopedagogia
P9	Não	-	-	Não	Doutorado em andamento em Educação em Ciências
P10	Sim	1	Pública	Não	Mestrado em andamento em Educação em Ciências

Quadro 6 - Perfil profissional dos professores participantes da etapa E3.

3.2 Instrumentos utilizados para a coleta de dados

Durante as atividades desenvolvidas nas diversas etapas desta pesquisa foram utilizados diferentes instrumentos para a coleta de dados, como já apresentado no Quadro 5. Os instrumentos utilizados nesta pesquisa para a coleta de dados foram: questionários, tanto presenciais quanto virtuais, gravações de áudio, além da produção textual.

Antes de realizar a coleta dos dados, os colaboradores envolvidos em todas as etapas foram informados de estarem participando desta pesquisa. Na E3, por ser a etapa composta por um maior número de atividades e por consequência produzir uma maior quantidade de materiais (dados coletados), os participantes foram convidados a preencher o termo de autorização para a pesquisa (Apêndice 1).

Alguns dos questionários utilizados nesta pesquisa foram aplicados *in loco*, ou seja, presencialmente no decorrer das atividades. Por outro lado, alguns questionários foram respondidos pela internet, por meio da utilização de formulários elaborados no Google Docs[®]. A opção por questionários virtuais foi para facilitar a coleta de dados à distância com os sujeitos participantes da pesquisa.

Além dos questionários, na etapa E3 foram realizadas gravações de áudio durante os momentos de debates de textos e na atividade de análise de livros didáticos, pois acreditávamos que nestes instantes poderiam ser coletados dados interessantes de serem analisados posteriormente. As informações coletadas por este instrumento foram transcritas integralmente para que pudessem ser analisadas com maior detalhe e profundidade, enriquecendo os resultados obtidos nesta pesquisa.

Os participantes das etapas E2 e E3 produziram no decorrer das atividades textos que foram coletados para serem analisados. Além de textos, os sujeitos envolvidos neste trabalho elaboraram planos de aula, os quais foram igualmente analisados. Acreditamos que através da produção textual o sujeito possa expressar mais livremente algumas opiniões, não se restringido apenas a questões pré-estabelecidas, fornecendo de forma escrita dados muito ricos acerca das suas crenças, opiniões e experiências sobre o tema proposto e o Ensino de Química.

3.3 Desenvolvimento das atividades

Em cada etapa desta pesquisa (E1, E2 e E3) foram elaboradas e executadas diversas atividades. A seguir, serão detalhadas as ações desenvolvidas em cada uma dessas etapas.

3.3.1 Detalhamento das atividades desenvolvidas na etapa E1

Atendendo à chamada do edital interno nº 101/2012 da UFSM, o qual selecionou propostas de experimentos e módulos para exposição na PROFITECS 2013 tendo a sustentabilidade como eixo norteador, o projeto “**Sustentabilidade é com ciência: Água & Lixo Eletrônico**” foi elaborado sob a coordenação do professor Hugo Tubal Schmitz Braibante¹⁰. Este projeto de extensão consistiu na montagem e distribuição de kits de reagentes para os professores de Ciências e Química¹¹ que visitaram a PROFITECS 2013. O grupo de trabalho que participou deste projeto esteve composto por dois professores da UFSM, três alunos de pós-graduação em Educação em Ciências, um bolsista do próprio projeto e uma bolsista do PIBID (Figura 9).



Figura 9 - Grupo de trabalho do projeto desenvolvido na etapa E1.

¹⁰ Professor adjunto do Departamento de Química da UFSM e diretor do núcleo Ciência Viva - UFSM.

¹¹ Projeto semelhante, porém aplicado em maior escala, foi apresentado por Long *et al.* (2012), em que houve, entre outras ações, a distribuição de *ChemKits* no estado da Virgínia (Estados Unidos). Estes kits também possibilitam a realização de diversas atividades experimentais.

















O kit distribuído possibilita a realização de atividades experimentais nas escolas envolvendo duas atividades:

- determinação do pH de amostras de água;
- análise qualitativa de metais presentes nos REEE.

Acreditamos que temas como a água e o lixo eletrônico são importantes de serem discutidos com os alunos, independentemente da etapa de escolarização em que eles se encontram. De acordo com Santos e Schnetzler (2003), a abordagem de temas sociais objetiva a contextualização dos conteúdos, destacando o papel social da Química, apontando para aplicações do conhecimento na vida do cidadão.

Componente essencial para os seres vivos, a água foi um dos enfoques deste projeto. Sabendo que o pH de uma amostra de água é um dos índices químicos da agressão a uma fonte d'água, este kit possibilita a determinação do pH de uma amostra através de um teste de fácil execução. Neste sentido, propomos que junto a este experimento surjam discussões que problematizem a disponibilidade mundial da água, poluição ambiental, processos de tratamento da água, entre outras questões relacionadas a este bem natural tão importante para a manutenção da sobrevivência das espécies.

Além deste enfoque, o kit continha materiais para identificação qualitativa de alguns metais presentes nos resíduos eletroeletrônicos, buscando instigar a discussão do tema lixo eletrônico através de experimentos. A atividade experimental proposta consiste na abertura da amostra do metal presente no REEE e na reação desta amostra frente a diversos reativos químicos. Após a reação, a comparação da cor do produto obtido com um quadro apresentado no manual que acompanha o kit de reagentes é realizada (Quadro 7). O manual instrutivo presente no kit está apresentado na íntegra no Apêndice 2.

Amostra Reativo	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺
NaOH	 Cu(OH) ₂ ↓	 Pb(OH) ₂ ↓	 Fe(OH) ₃ ↓	 Ni(OH) ₂ ↓
NH ₄ OH	 [Cu(NH ₃) ₄] ²⁺	 Pb(OH) ₂ ↓	 Fe(OH) ₃ ↓	 [Ni(NH ₃) ₆] ²⁺
KI	 CuI ₂ ↓	 PbI ₂	 Redução a Fe ²⁺ _(aq) Formação de I ₂	 Não ocorre reação Cor verde = Ni ²⁺
K ₄ [Fe(CN) ₆]	 Cu ₂ [Fe(CN) ₆] ↓	 Pb ₂ [Fe(CN) ₆] ↓	 Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ ↓	 Ni ₂ [Fe(CN) ₆] ↓

Quadro 7 - Quadro comparativo dos produtos reacionais obtidos nos testes qualitativos.

O kit de reagentes que foi distribuído durante as atividades desenvolvidas na etapa E1 (Figura 10) é constituído dos seguintes materiais:

- 1 manual instrutivo
- 1 estante para os tubos de ensaio
- 6 tubos de ensaio
- 1 pisseta
- 6 pipetas de Pasteur
- 1 frasco para a coleta dos resíduos produzidos
- Ácido nítrico concentrado (HNO₃)
- Ácido clorídrico concentrado (HCl)

- Solução de hidróxido de amônio (NH_4OH) 6 mol.L^{-1}
- Solução de hidróxido de sódio (NaOH) 3 mol.L^{-1}
- Solução de iodeto de potássio (KI) 2%
- Solução de hexacianoferrato (II) de potássio ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
- Solução de azul de bromotimol 0,05%
- Solução de púrpura de meta-cresol 0,04%
- Solução saturada de bicarbonato de sódio (NaHCO_3)



Figura 10 - Kit de reagentes distribuído na etapa E1.

Os resíduos produzidos nas atividades propostas pelo kit devem ser coletados no frasco destinado para este fim. Deste modo, uma vez armazenados, podem ser encaminhados para a equipe de trabalho do projeto para que o tratamento do mesmo seja realizado.

Ao receber o kit de reagentes, o professor foi convidado a preencher um questionário diagnóstico (Apêndice 3) que continha algumas questões relacionadas à formação inicial do docente, ao tema lixo eletrônico e também sobre a formação continuada de professores. Além de nos permitir traçar um perfil dos professores participantes da etapa E1, este questionário nos possibilitou investigar algumas das concepções dos docentes acerca do tema lixo eletrônico e também obter informações sobre o que eles esperam de cursos de formação continuada.

Este último propósito, em especial, foi de suma importância para o planejamento das ações da etapa E3, pois nos permitiu selecionar e organizar as atividades de acordo com as expectativas dos próprios professores de Química. Foi também por intermédio dos dados pessoais coletados neste questionário que entramos em contato com os professores da etapa E1 para convidá-los a participar do curso de formação continuada (etapa E3).

Após receber o kit, os professores que desenvolvessem atividades relacionadas à utilização deste material foram orientados a preencher um questionário virtual (Apêndice 4). Este teve como finalidades monitorar o uso do kit e também verificar o impacto das atividades desenvolvidas pelos docentes.

3.3.2 Detalhamento das atividades desenvolvidas na etapa E2

Buscando a inserção do tema lixo eletrônico na formação inicial de professores de Química, foram realizadas algumas intervenções durante a docência orientada na disciplina Química Analítica Qualitativa Experimental do curso de Química da UFSM no segundo semestre de 2012. A disciplina seguiu sua ementa tradicional contemplando uma introdução à análise química qualitativa, o estudo dos grupos de cátions e ânions e as práticas educativas (PEDs). As PEDs são atividades que visam à transposição didática dos conteúdos estudados na disciplina para a sua aplicação no ensino médio.

Neste sentido, foram desenvolvidas duas atividades com os licenciandos durante as PEDs desta disciplina: a elaboração de um plano de aula abordando o tema lixo eletrônico e a identificação qualitativa de metais nos REEE através de uma atividade experimental de caráter investigativo.

3.3.2.1 Elaboração de um plano de aula com o tema lixo eletrônico

Afinal, porque planejar? Porque elaborar um plano de aula? “Planejar é uma exigência do ser humano; é um ato de pensar sobre um possível e viável fazer. [...]”

O planejamento se justifica por si mesmo. A sua necessidade é a sua própria evidência e justificativa” (MENEGOLLA e SANT’ANNA,1998, p. 17).

Historicamente a consagração da ideia da necessidade de planejamento da educação se estabeleceu na década de 60. Sem nenhuma adequação às particularidades de cada realidade social, tratava-se de modelos autoritários, formalizados em um quadro muito conhecido nos meios educacionais (Quadro 8), que em outros casos apresentam pequenas alterações (GANDIN e CRUZ, 2006).

Conteúdos	Objetivos	Estratégias	Recursos	Avaliação	Observações

Quadro 8 - Modelo formalizado de planos de aula.

Este modelo pré-estabelecido acaba por limitar o professor no momento do planejamento das suas atividades para a sala de aula, deixando de fazer algumas reflexões importantes, como destacam Gandin e Cruz (2006):

[...] o modelo direcionou-se a responder as perguntas sobre o “como” fazer e sobre o “com que” fazer. Omitiu completamente a possibilidade de reflexão sobre o “que” fazer e sobre o “para que” fazê-lo. Retirou-se isso dos educadores, levando-os, se tudo desse certo, a pensar sobre o “como fazer bem as coisas”, mas nunca sobre “quais são as coisas certas para fazer” e, muito menos, “para que vamos fazer estas coisas” (GANDIN e CRUZ, 2006, p. 12).

O ato de planejar deve ser destituído de sofisticações, para que se torne efetivamente um recurso útil para o professor. Esta ferramenta exige algumas características como objetividade, utilidade, flexibilidade, simplicidade e funcionalidade. Além disso, é importante ressaltar que o planejamento não é a tomada de decisões infalíveis, pois o mesmo estará sempre em processo de avaliação, evolução e readaptação (MENEGOLLA e SANT’ANNA, 1998).

Menegolla e Sant'Anna (1998) apontam vantagens de fazer o planejamento das atividades e sua importância para o professor, entre as quais salientamos as que consideramos mais relevantes:

- ajuda o professor a definir os objetivos que atendam os reais interesses dos alunos;
- possibilita ao professor selecionar e organizar os conteúdos mais significativos para seus alunos;
- facilita a organização dos conteúdos de forma lógica, obedecendo à estrutura da disciplina;
- o professor evita a improvisação, a repetição e a rotina no ensino;
- facilita uma melhor integração com as mais diversas experiências de aprendizagem (MENEGOLLA e SANT'ANNA, 1998, p. 66).

Sendo assim, os licenciandos participantes da etapa E2 responderam um questionário que buscou investigar suas concepções acerca das vantagens de elaborar planos de aulas. Após isso, foram realizadas algumas discussões com os alunos sobre a importância do planejamento de atividades, além de propor a cada grupo de licenciandos (grupos de 2 a 3 alunos) a elaboração de um plano de aula para o ensino médio abordando o tema lixo eletrônico. Através do material produzido pelos alunos, buscamos investigar quais seriam as estratégias e recursos didáticos propostos por eles nos seus planos de aulas e de que maneira estariam relacionando o tema lixo eletrônico com a Química.

3.3.2.2 Identificação qualitativa de metais nos REEE

O desenvolvimento de atividades de caráter investigativo possui uma significativa importância no processo de ensino e aprendizagem. Estes tipos de atividades possibilitam, muitas vezes, o protagonismo do aluno, auxiliando na construção e organização do seu conhecimento, além do entendimento e aplicação do conhecimento científico (AZEVEDO, 2004; FERREIRA, HARTWIG e OLIVEIRA, 2010).

Considerando o fato de que as atividades investigativas não partem do zero (FERREIRA, HARTWIG e OLIVEIRA, 2010), essa intervenção foi desenvolvida após

o estudo da análise qualitativa de cátions e também após discussões sobre o lixo eletrônico. Especialmente neste caso, os conhecimentos prévios são muito importantes para a realização e interpretação dos testes, além de auxiliarem na elaboração das hipóteses acerca das análises realizadas pelos estudantes.

Segundo Marcondes *et al.* (2009) as atividades experimentais de caráter investigativo envolvem a participação ativa do aluno na resolução de um problema. Este problema por sua vez deve despertar o interesse do aluno pela investigação, estando ele relacionado à realidade do aluno e aos conceitos estudados na sala de aula. É importante destacar ainda que o problema proposto deve ter um “nível de dificuldade adequado para que os alunos não se sintam desmotivados e desistam da atividade” (MARCONDES *et al.*, 2009, p. 14).

Neste sentido, objetivando a aplicação dos conhecimentos teóricos e práticos da análise qualitativa em amostras reais, uma atividade experimental de caráter investigativo foi realizada com os licenciandos buscando identificar alguns metais que estão presentes nos REEE. Para isso, foram disponibilizados alguns equipamentos eletrônicos obsoletos ou defeituosos, como peças de computador (fonte, placa mãe, HD, entre outros) e um aparelho de telefone fixo, bem como chaves de fenda para auxiliar na coleta da amostra a ser analisada.

Sem disponibilizar nenhum roteiro experimental, a questão-problema da atividade proposta foi: “Quais metais estão presentes no lixo eletrônico?”. Desta forma, em grupos, os estudantes foram orientados a elaborar relatórios descrevendo as reações realizadas por eles, lançando hipóteses acerca das análises químicas feitas durante a atividade, sendo estes relatórios analisados posteriormente nesta pesquisa.

3.3.2.3 Avaliação das intervenções realizadas na etapa E2

Um semestre após a realização das atividades da etapa E2, foi solicitado aos alunos participantes desta etapa que respondessem um questionário virtual. Este questionário buscou avaliar as contribuições que essas atividades tiveram na formação inicial dos mesmos e qual a importância do desenvolvimento de atividades

que envolvam o tema lixo eletrônico na visão destes futuros professores de Química. O questionário foi aplicado um semestre após o fechamento da disciplina para que as respostas dos alunos não fossem influenciadas pelas questões de avaliação da mesma.

3.3.3 Detalhamento das atividades desenvolvidas na etapa E3

A etapa E3 deste trabalho consistiu na elaboração e execução de um curso de formação continuada para professores de Química, intitulado “Lixo eletrônico em foco”. A elaboração deste curso tendo como eixo central o tema lixo eletrônico foi motivada por este tratar de um assunto relevante para a sociedade e que possui pouca ênfase no Ensino de Química.

Desta forma, a realização do curso de FC justifica-se pelo pequeno número de iniciativas desta natureza, além de estimular e viabilizar a participação e o contínuo aprimoramento profissional dos professores. Este curso foi estruturado objetivando a discussão da importância e a possibilidade da abordagem do tema “Lixo Eletrônico” no Ensino de Química, bem como o estreitamento dos laços entre a educação básica e a universidade. Buscamos também possibilitar a discussão do tema através da elaboração de planos de aulas, debate de textos, atividades experimentais e análise dos livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2012 quanto à abordagem do tema lixo eletrônico.

As atividades do curso “Lixo eletrônico em foco” foram desenvolvidas em quatro encontros, em três dias diferentes, sendo que um dos dias ocupou dois turnos, perfazendo uma carga horária total de 30 horas (15 horas presenciais e 15 horas destinadas para a realização das atividades à distância). Todos os encontros presenciais aconteceram aos sábados com o objetivo de facilitar a participação dos professores. Sendo assim, a programação completa do evento esteve estruturada da seguinte forma:

Primeiro encontro: 23 de novembro de 2013 (das 14h-18h)

- Apresentação do curso;

- Apresentação do site: <http://sites.google.com/site/quimicaelixoeletronico/>
- Investigando o lixo eletrônico: a composição química dos REEE;
- Lixo eletrônico em foco: introdução ao assunto;
- Análise de recurso didático: construção de uma planilha coletiva de avaliação (PCA).
- Avaliação do vídeo da reportagem: “*Lixo eletrônico no Brasil*”;
- Proposição da elaboração do plano de aula utilizando o tema Lixo Eletrônico;
- Entrega do texto para discussão no segundo encontro: “*O Lixo Eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio*”. Química Nova na Escola – Vol. 32, N° 4, p. 240-248, nov. 2010.

Segundo encontro: 30 de novembro de 2013 (das 14h-18h)

- Discussão do texto proposto;
- Atividades experimentais com o lixo eletrônico: repensando, reutilizando e reagindo o lixo eletrônico;
- Rodas de conversa: “*Experiências dos professores com o tema Lixo eletrônico*”;
- Entrega do texto para discussão no terceiro encontro: “*Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências*”. Ciência & Educação, Vol. 7, N° 2, p. 249-263, 2001.

Terceiro encontro: 14 de dezembro de 2013 (das 9h-12h)

- Discussão do texto proposto
- Análise dos planos de aulas propostos

Quarto encontro: 14 de dezembro de 2013 (das 14h-18h)

- Análise dos livros didáticos do PNLD 2012: “*Lixo eletrônico em foco*”
- Avaliação e encerramento do curso de FC

A divulgação do curso foi realizada através do envio de convites via e-mail para os professores que participaram da etapa E1 deste trabalho, através da distribuição de cartazes (Apêndice 5) em algumas escolas públicas e particulares de

Santa Maria, pelo site elaborado para o curso e também pelas páginas do nosso grupo de pesquisa em Ensino, Laboratório de Ensino de Química (LAEQUI)¹². As inscrições foram realizadas apenas pela internet através de um formulário que esteve disponível no endereço <http://sites.google.com/site/quimicaelixoeltronico/> (Apêndice 6). Neste formulário de inscrição, além da coleta dados pessoais e profissionais, também buscamos identificar algumas concepções iniciais dos professores participantes do curso acerca da formação continuada e também sobre o tema lixo eletrônico.

A criação deste *website* foi de suma importância na realização da etapa E3, não só por possibilitar as inscrições para o curso, mas também por intermediar as ações à distância. No momento em que esta página foi idealizada, objetivamos criar um acervo que reunisse alguns materiais de apoio para professores tais como artigos, textos, sites e vídeos que tratassem do tema lixo eletrônico.

Desta forma, pensamos que este *website* possa ser utilizado como uma fonte a mais na busca por materiais de diversos tipos que abordam este tema, sempre tendo como foco a proposta da utilização da temática "Lixo Eletrônico" para ensinar Química. A Figura 11 apresenta a página inicial do *website* "Química e Lixo Eletrônico".

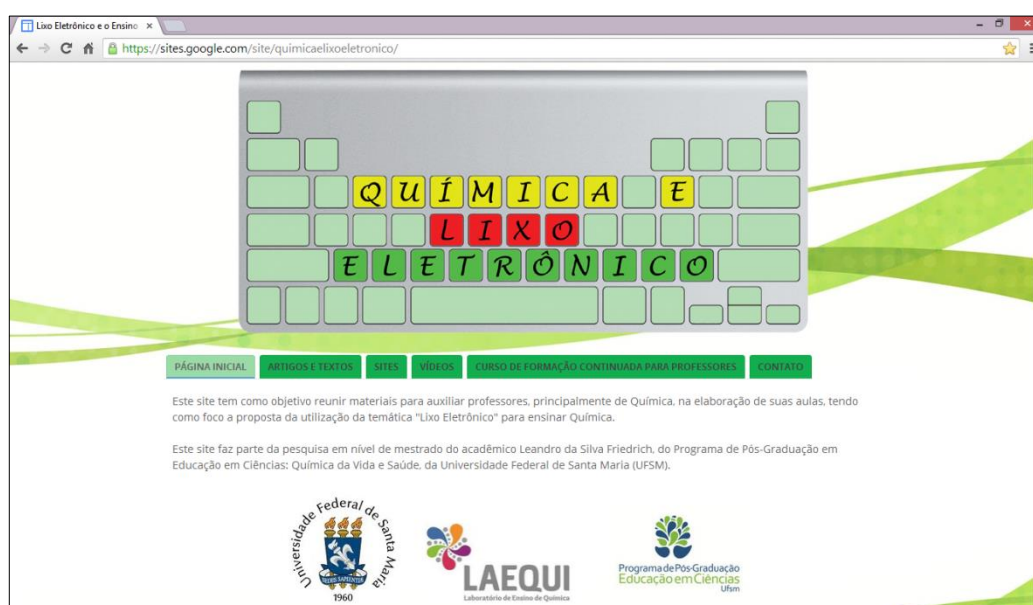


Figura 11 - Página inicial do *website* "Química e lixo eletrônico".

¹² Disponíveis em: <<http://www.ufsm.br/laequi>> e <<http://www.facebook.com/laequi>>.

Além da análise das informações coletadas no questionário virtual da etapa E3 (respondido junto ao formulário de inscrição do curso) também serão analisados os materiais resultantes de algumas atividades do curso de FC que serão detalhadas a seguir.

3.3.3.1 Investigando o lixo eletrônico e a sua composição química

Esta foi uma das primeiras atividades realizadas durante o curso de FC. Após a apresentação de cada participante do grupo de professores, a exposição do cronograma de atividades do curso e a demonstração de como o *website* estava organizado, os docentes tiveram o seu primeiro contato com os REEE que tínhamos à disposição no curso de FC (Figura 12). Muitos não conheciam algumas peças, sendo necessária uma apresentação das mesmas.



Figura 12 - Primeiro contato dos professores com os REEE no curso de FC.

Depois deste primeiro contato com os REEE, cada professor recebeu uma tabela periódica impressa na qual deveriam assinalar com um “X” sobre os elementos que eles acreditavam estarem presentes em uma placa mãe de um computador. Este equipamento, que é uma PCI e que eles tinham em mãos para analisar, é o responsável pela conexão e interligação dos componentes de um computador (processador com memória RAM, disco rígido, placa de vídeo, entre outros). Através desta atividade, procuramos identificar qual era a visão inicial dos docentes acerca da composição química de um equipamento eletroeletrônico, além de proporcionar um contato físico dos professores com os REEE.

3.3.3.2 Elaboração de uma Planilha Coletiva de Avaliação (PCA) de vídeos

Entre os diversos recursos didáticos existentes na atualidade, os vídeos destacam-se como uma boa possibilidade para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Eles podem ser utilizados para diversos fins, como para motivar o aluno, demonstrar, problematizar, simular ou ainda contextualizar determinado conteúdo ou assunto, podendo inclusive ser utilizado como um organizador prévio (ROSA, 2000).

Arroio e Giordan (2006) alertam que o professor deve definir qual a finalidade da utilização deste recurso em suas aulas, “pois ele tanto pode reforçar a pedagogia tradicional utilizando o vídeo apenas como transmissor de conhecimento, quanto ele pode utilizar inovando ao explorar as potencialidades inerentes ao audiovisual” (ARROIO e GIORDAN, 2006, p. 11). Desta forma, é preciso que o professor esteja atento na seleção e avaliação do vídeo que será exibido para os alunos a fim de que o material realmente possa contribuir com a formação do estudante e ao mesmo tempo atenda os propósitos almejados pelo docente.

Neste sentido, dentre as diversas atividades desenvolvidas neste curso, uma delas contou com a discussão sobre a importância e as potencialidades dos vídeos no Ensino de Química. Anteriormente ao debate, um pequeno questionário foi distribuído visando diagnosticar se os professores já haviam utilizado este recurso

didático e, em caso positivo, quais teriam sido as finalidades da utilização do mesmo.

Após isso foi elaborada uma Planilha Coletiva de Avaliação (PCA) com a colaboração de todos os professores participantes do curso. A PCA consiste em um instrumento que procura avaliar um recurso didático, neste caso um vídeo. Ela deve ser construída coletivamente pelos sujeitos envolvidos em sua elaboração e cada quesito deve ser discutido, sendo democraticamente eleito para compor esta planilha. O intuito da criação deste instrumento de avaliação foi verificar quais os quesitos que os professores consideravam relevantes de serem avaliados em um vídeo (neste caso com o tema lixo eletrônico) para que ele pudesse ser utilizado em sala de aula.

Uma vez elaborada, uma cópia da PCA (Apêndice 9) foi impressa e distribuída para cada um dos professores para que realizassem a avaliação do vídeo “Lixo eletrônico no Brasil” do programa “Caminhos da reportagem” (TV BRASIL, 2011). Este vídeo, que tem uma duração de aproximadamente 50 minutos, aborda o tema lixo eletrônico de diversas maneiras, como a produção dos equipamentos eletroeletrônicos, seu descarte sobre diversas óticas (produtor e consumidor), reciclagem, poluição ambiental, entre outras iniciativas que são apresentadas e que estão ligadas ao tema.

Além da elaboração e utilização da PCA, esta atividade também objetivou mensurar se houve uma consonância entre as análises realizadas pelos professores empregando este instrumento de avaliação. Após o preenchimento da PCA, cada professor ainda realizou uma avaliação final descritiva do vídeo, apontando algumas observações pertinentes em sua avaliação.

3.3.3.3 Atividades experimentais com o lixo eletrônico: repensando, reutilizando e reagindo o lixo eletrônico

As atividades experimentais são constantemente foco de diversas pesquisas no Ensino de Ciências, as quais apresentam um consenso acerca do papel fundamental da experimentação no processo de ensino e aprendizagem (GIORDAN,

1999; GALLIAZZI *et al.*, 2001; MACHADO e MÓL, 2008a; GUIMARÃES, 2009; MARCONDES *et al.*, 2009; SILVA, MACHADO e TUNES, 2010). Apesar dos inúmeros obstáculos presentes nas escolas como a falta de espaço físico (laboratórios), carência de materiais e reagentes, carga horária reduzida da disciplina de Química/Ciências, entre outros, alguns professores encontram alternativas para superar estas dificuldades buscando viabilizar a realização de atividades experimentais em suas aulas.

Silva, Machado e Tunes (2010) destacam que a experimentação permite a articulação entre fenômenos e teorias, buscando sempre uma relação entre o fazer e o pensar. Ao encontro dessas ideias, diversos documentos oficiais como os PCNEM e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) também enfatizam a utilização das atividades experimentais, que devem estar interligadas inclusive à contextualização e à interdisciplinaridade (BRASIL, 2002a, 2006).

Sendo assim, no curso de FC oferecido foram realizadas duas atividades que abordaram as atividades experimentais. A primeira, que aconteceu no segundo encontro do curso, iniciou com a discussão do texto “*O Lixo Eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio*” de Oliveira, Gomes e Afonso (2010). Após isso, foram discutidos alguns pontos relevantes acerca das atividades experimentais visando à utilização do lixo eletrônico. Mais uma vez ressaltou-se sobre a complexa composição química destes materiais e a toxicidade de alguns componentes.

Foram discutidas também questões envolvendo a reutilização do lixo eletrônico para a construção de outros equipamentos e a identificação de alguns metais através da realização de reações químicas utilizando o kit elaborado na etapa E1. Nesta atividade um questionário composto por três questões procurou investigar a opinião dos professores participantes sobre as finalidades, os pontos positivos e negativos de se realizar uma atividade experimental.

No terceiro encontro do curso a experimentação continuou sendo discutida através do texto “*Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências*” (GALLIAZZI *et al.*, 2001). Ao final das atividades do curso de FC, cada um dos professores participantes que não fizeram parte da etapa E1 deste trabalho recebeu o kit de reagentes.

3.3.3.4 Elaboração de planos de aulas com o tema lixo eletrônico

No final do primeiro encontro do curso foi proposto aos professores a elaboração individual de um plano de aula com o tema lixo eletrônico. Antes da indicação dessa tarefa foi debatida a importância do planejamento das atividades de sala de aula e suas características, assim como fora realizado com os participantes da etapa E2 desta pesquisa. Cada plano de aula deveria ser composto por atividades da preferência de cada professor, utilizando os recursos que achasse conveniente para a elaboração do mesmo.

Sendo assim, no terceiro encontro, antes de cada professor apresentar sua proposta, os planos de aula foram trocados aleatoriamente entre os participantes do curso para que realizassem uma análise do plano de aula de outro colega utilizando um questionário que foi disponibilizado a todos (Apêndice 7). Uma vez concluída a etapa de avaliação, o autor de cada plano de aula apresentou sua proposta ao grupo, sendo seguido da discussão deste plano junto à análise do avaliador. Através desta atividade buscamos instigar a criticidade dos professores e aguçar o poder de avaliação de um plano de aula elaborado por outro docente.

3.3.3.5 A abordagem do tema lixo eletrônico nos livros didáticos do PNLD 2012

Tendo conhecimento da grande importância que os livros didáticos possuem no processo de ensino e aprendizagem e de sua grande utilização por parte dos professores, procuramos realizar uma atividade no curso de FC que colocasse em evidência este recurso didático. Para isso, no quarto encontro do curso, foram disponibilizados alguns LD das cinco coleções aprovadas no PNLD 2012 para que os professores elaborassem, em duplas, uma resenha crítica sobre a abordagem do tema lixo eletrônico nestas obras (Figura 13).



Figura 13 - Professores realizando a análise dos livros didáticos.

Visando facilitar esta tarefa e disponibilizar mais tempo para os professores realizarem a sua análise, os integrantes do LAEQUI envolvidos na elaboração do curso de FC realizaram uma demarcação prévia das páginas dos LD que traziam imagens, textos ou que faziam alguma referência ao tema lixo eletrônico. Desta forma, cada dupla realizou a análise de uma obra de cada coleção de LD do PNLD 2012 e elaborou uma resenha crítica deste livro tendo como foco a abordagem do tema lixo eletrônico. Estas resenhas foram apresentadas e discutidas coletivamente entre os professores ao final da atividade.

3.3.3.6 Avaliação do curso de FC

Após o encerramento de todas as atividades da etapa E3 foi realizada uma avaliação geral do curso de FC. Para isso, um questionário foi elaborado baseado na escala de Likert (Apêndice 8). Esta escala busca avaliar o nível de concordância ou discordância com uma afirmativa com valores de 1 a 5, onde: 1 = não concordo totalmente, 2 = não concordo parcialmente, 3 = indiferente, 4 = concordo parcialmente, 5 = concordo totalmente. Buscamos através deste instrumento avaliar quatro itens diferentes:

- a formação de professores;

- o curso de FC “Lixo eletrônico em foco”;
- o tema escolhido para o curso de FC;
- o *website* “Química e lixo eletrônico”.

Pensando em não limitar a avaliação do curso às questões pré-elaboradas baseadas na escala de Likert, sendo essas 17 de um total de 18 questões do questionário, também disponibilizamos uma questão aberta em que os professores puderam fazer suas considerações finais sobre o curso de maneira descritiva. Desta forma, acreditamos o curso de FC pôde ser avaliado de uma maneira satisfatória.

3.4 Metodologia da análise dos dados

Os dados obtidos nas etapas E1, E2 e E3 foram analisados de diferentes maneiras, conforme descrito a seguir. Na etapa E1, os dados foram ponderados sobre os seguintes aspectos:

- *concepções dos professores sobre a importância do tema lixo eletrônico*: em relação à importância da abordagem deste tema no Ensino de Química, as justificativas dadas pelos professores foram agrupadas em categorias que emergiram das respostas dos questionários. Desta forma, verificamos a frequência com que cada justificativa apareceu nas categorias criadas nesta análise.

- *participação dos professores em cursos de formação continuada (FC)*: as respostas descritivas dos professores acerca da participação em cursos de FC foram analisadas buscando uma relação com os termos citados por Marin (1995), os quais foram discutidos no Capítulo 1 deste trabalho.

- *avaliação do kit de reagentes distribuído na etapa E1*: foi realizada uma análise detalhada das respostas dos professores obtidas a partir do questionário virtual, o que nos permitiu uma discussão descritiva dos dados. Além disso, foi analisado o retorno da aplicação referente à utilização do kit nas escolas.

Já os dados dos itens da etapa E2 foram analisados da seguinte forma:

- *concepções dos licenciandos sobre planos de aula*: através das respostas obtidas nos questionários respondidos pelos licenciandos, analisamos a relação entre suas concepções sobre as vantagens da elaboração de planos de aula e as

vantagens do planejamento de atividades descritas por Menegolla e Sant'Anna (1998).

- *análise dos planos de aula utilizando o tema lixo eletrônico*: neste item os planos de aula apresentados pelos licenciandos foram analisados, observando como os estudantes propuseram a relação da Química com o tema lixo eletrônico.

- *análise das estratégias didáticas propostas nos planos de aula*: a partir da análise do item anterior, foi realizada uma avaliação dos planos de aula no tocante às estratégias didáticas propostas pelos acadêmicos, ponderando quais foram as mais utilizadas pelos alunos.

- *avaliação da atividade de identificação qualitativa de metais nos REEE*: através da análise dos relatórios produzidos pelos estudantes durante a atividade experimental, observamos quais foram os metais identificados qualitativamente nos REEE, bem como discutimos os resultados obtidos por eles.

- *avaliação geral das atividades da etapa E2*: as respostas dos estudantes nos questionários virtuais foram avaliadas em relação à contribuição das intervenções em sua formação como futuros professores.

A avaliação da etapa E3 contemplou cinco atividades do curso de FC, bem como analisou a contribuição do curso segundo os professores participantes. Os dados foram analisados nos seguintes itens:

- *análise da atividade 1 (investigando a composição química do lixo eletrônico)*: os elementos químicos, que os professores acreditavam estarem presentes na placa mãe, foram destacados em uma tabela periódica. Os dados obtidos foram tratados quantitativamente. Desta forma, pudemos verificar quais os elementos foram mais citados pelos docentes fazendo algumas considerações acerca dos resultados.

- *análise da atividade 2 (elaboração da Planilha Coletiva de Avaliação – PCA)*: inicialmente, elencamos os itens considerados relevantes pelos professores na construção de uma PCA. Após esta etapa, foi feita uma análise da avaliação de um vídeo realizada por eles utilizando este instrumento. Para facilitar esta tarefa, os dados obtidos foram tabelados.

- *análise da atividade 3 (concepções dos professores sobre as atividades experimentais)*: as respostas dos professores a um questionário sobre o papel das

atividades experimentais no Ensino de Química foram agrupadas segundo os objetivos elencados por Galiazzi *et al.* (2001).

- *análise da atividade 4 (elaboração de planos de aula com o tema lixo eletrônico)*: neste item, cada um dos professores avaliou o material de outro colega, através da troca aleatória dos planos de aula. O foco da análise realizada foi a avaliação que os participantes fizeram dos planos propostos pelos seus colegas de curso.

- *análise da atividade 5 (abordagem do tema lixo eletrônico nos livros didáticos do PNL D 2012)*: por meio da análise das resenhas críticas elaboradas pelos professores no curso de FC, foram feitas algumas considerações em relação à abordagem do tema lixo eletrônico nos livros didáticos do PNL D 2012.

- *avaliação geral das atividades da etapa E3*: as respostas obtidas no questionário final foram categorizadas e expressas em gráficos. Por meio da análise desses, combinando com as respostas da questão dissertativa, foram feitas discussões e considerações relevantes em relação ao curso na formação dos professores.

Sendo assim, no Capítulo 4, serão apresentados e discutidos os dados obtidos nesta pesquisa, analisando-os como descrito anteriormente. Apesar de a pesquisa apresentar um caráter predominantemente qualitativo, a utilização de gráficos se fez necessária para facilitar o entendimento de alguns resultados. Este fato, não descaracteriza a sua natureza, pois os dados numéricos são utilizados apenas para explicitar a dimensão qualitativa (ANDRÉ, 2008).

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A análise e discussão dos resultados desta pesquisa serão apresentadas de acordo com as etapas pré-estabelecidas no Capítulo 3 desta dissertação: E1, E2 e E3. Alguns dados foram analisados através da criação de categorias que emergiram das respostas dos participantes, enquanto que outros foram ponderados seguindo categorias definidas *a priori*.

4.1 Análise dos resultados da etapa E1

Os dados desta etapa foram coletados através de questionários respondidos presencialmente e virtualmente aplicados a professores do ensino médio. Esses instrumentos de coleta de dados foram numerados aleatoriamente visando à preservação da identidade dos docentes participantes. Sendo assim, o questionário presencial buscou investigar quais são as concepções dos professores acerca da importância de discutir o tema “lixo eletrônico” na educação básica, bem como sobre a participação de cursos de formação continuada.

Através do questionário virtual verificamos a opinião dos professores sobre o kit de reagentes que eles receberam na PROFITECS, além de coletar informações a respeito das atividades desenvolvidas envolvendo a utilização deste material.

4.1.1 Concepções dos professores sobre a importância do tema lixo eletrônico

Todos os professores que participaram da etapa E1 desta pesquisa consideraram importante discutir o tema lixo eletrônico com seus alunos. Entretanto, os motivos que foram citados para justificar a utilização deste tema não foram os mesmos. Desta forma, as justificativas elencadas pelos professores foram divididas em quatro categorias, sendo que algumas respostas adequaram-se em mais de uma

categoria. A frequência com que as justificativas apareceram em cada categoria criada está apresentada no Quadro 9.

Justificativas	Frequência
Saber o destino correto do lixo eletrônico	6
Conscientização e preservação ambiental	5
Aumento da utilização dos equipamentos eletrônicos e da produção dos REEE	5
Tema atual	3

Quadro 9 - Categorias da importância de discutir o tema lixo eletrônico.

Observamos pela frequência das justificativas que muitos professores acreditam na importância de discutir o tema em questão com os alunos pela necessidade de **saber o destino correto do lixo eletrônico**. Para exemplificar esta categoria, temos a resposta do Professor 6, em que ele destaca que “*devemos orientá-los sobre o destino do lixo*”. A **conscientização e preservação ambiental** também foi uma justificativa utilizada como motivo para abordar o tema lixo eletrônico. O Professor 11 reforçou “*a necessidade da escola de conscientizá-los do descarte e cuidados de uso dos mesmos*”. Além disso, o Professor 12 ressaltou que é preciso “*motivar a preservação do meio ambiente*”.

Por outro lado, o **aumento da utilização dos equipamentos eletrônicos e da produção dos REEE** também foi utilizado como justificativa para abordar o tema lixo eletrônico em sala de aula, “*pois a juventude vive em torno dos aparelhos eletrônicos e a troca dos mesmos por um modelo mais atual acaba por gerar o descarte dos antigos e a falta de consciência*” (Professor 5). Alguns professores ainda justificaram a relevância de discutir o lixo eletrônico no Ensino de Química por considerarem um **tema atual**, com vistas a despertar a atenção dos alunos ao abordarem este tema em sala de aula.

Desta forma, as duas primeiras categorias, “saber o destino correto do lixo eletrônico” e “conscientização e preservação ambiental”, demonstram a importância

do estudo do tema em questão no sentido da construção de valores e de uma visão crítica do aluno, bem como de uma reflexão acerca da educação ambiental em sala de aula. Nesta perspectiva, segundo Jacobi (2005),

A educação ambiental assume, assim, de maneira crescente, a forma de um processo intelectual ativo, enquanto aprendizado social, baseado no diálogo e interação em constante processo de recriação e reinterpretação de informações, conceitos e significados, que se originam do aprendizado em sala de aula ou da experiência pessoal do aluno (JACOBI, 2005, p.245).

A terceira categoria, “aumento da utilização dos equipamentos eletrônicos e da produção dos REEE”, além de apresentar uma relação com a educação ambiental, ela possui também uma estrita ligação com um ensino baseado no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). De acordo com Santos *et al.* (2010), os educadores coerentes com os princípios da abordagem CTS e da educação ambiental devem propiciar a interpretação das questões socioambientais cotidianas do aluno, direcionando a discussões de situações problematizadoras do tema em foco.

Desta forma, o lixo eletrônico surge como possibilidade para uma discussão com enfoque CTS relacionada com a educação ambiental, ou seja, uma proposta aos moldes da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Em relação a isso, Rebello *et al.* (2012) destacam que

Na abordagem CTSA, o professor pode atuar de forma alternativa a um modelo tradicional de ensino, estruturando os conteúdos de Química em temas sociais, nos quais o conteúdo disciplinar é inserido na medida em que ele se torna necessário para a análise crítica e para a elaboração de propostas para a resolução dos problemas apresentados (REBELO *et al.*, 2012, p. 3).

Ao analisarmos os relatos descritos pelos professores sobre se já haviam abordado o tema lixo eletrônico em suas aulas, podemos observar algumas das atividades que foram desenvolvidas por eles:

Professor 1: “Sim, pois teve um projeto na cidade sobre o recolhimento do lixo eletrônico”.

Professor 2: “Sim, com o texto ‘Lixo Eletrônico’ ”.

Professor 6: “Discussão sobre o tema através de textos e questionamentos de como destinar corretamente este tipo de lixo”.

Professor 10: “Sim. Coleta de pilhas e distribuição de folders de locais que recolhem”.

Professor 14: “Sim, coleta de lixo eletrônico no bairro”.

Sendo assim, além de constatarmos que todos os professores participantes da etapa E1 consideram importante a discussão deste tema, observamos que grande parte deles (10 dos 15 docentes) já realizou alguma atividade relacionada ao lixo eletrônico, estando algumas ações ligadas a projetos sociais desenvolvidos em suas cidades.

4.1.2 Participação dos professores em cursos de formação continuada (FC)

A respeito da formação continuada foi perguntado aos professores da etapa E1 se já haviam participado de algum curso de FC e se teriam interesse de participar de atividades desta natureza. Além disso, os participantes foram questionados sobre o que eles esperam de um curso de FC.

Dos 15 professores de Química e Ciências que responderam os questionários, apenas quatro não haviam ainda participado de um curso de FC, sendo que dois destes lecionam há menos de quatro anos. Entre os que já haviam participado de um curso de FC, alguns relataram suas experiências:

Professor 5 : Sim, o curso foi ótimo, pois estamos em constante desenvolvimento e o querer aprender, acaba tornando-nos professores melhores.

Professor 13: Sim, foi muito produtivo, já que há troca de experiências amplia muito os conhecimentos; poder ouvir e contar situações em sala de aula é muito bom.

Professor 15: Sim, foi interessante e importante para aprimorar os conhecimentos.

Quando questionados se teriam interesse em participar de um curso de FC sobre o lixo eletrônico, todos os professores concordaram que sim. Desta forma, entre as atividades que esperam encontrar em um curso de FC, os professores destacaram diferentes pretensões:

Professor 1: Conhecer novas práticas, para aplicar nas escolas.

Professor 3: Uma maior informação para como fazer o descarte de lixos que venham trazer algum problema ao meio ambiente.

Professor 4: Atualização e revisão de conceitos.

Professor 7: Entender um pouco mais sobre esse assunto.

Professor 9: Buscar mais informações para trabalhar com os alunos.

Professor 10: Espero que me apresente práticas que possam ajudar a explicar o conteúdo.

Professor 12: Trazer mais informações para trabalharmos com nossos alunos.

Professor 13: Aumentar meus conhecimentos; trabalhar com o tema sustentabilidade; troca de experiências.

Professor 14: Práticas, troca e relato de experiências.

Através da análise dos anseios dos professores em relação a um curso de FC, foram elaboradas algumas hipóteses. Alguns deles, como, por exemplo, os professores 3, 7, 9 e 12, almejam encontrar no curso de FC informações específicas sobre o tema lixo eletrônico para que possam desenvolvê-lo em sala de aula com seus alunos. Já outros, como os professores 1 e 10, parecem buscar em um curso de FC “receitas prontas” para que sejam aplicadas no ensino médio, remetendo às ideias apresentadas por Marin (1995) em relação aos termos *reciclagem*, *treinamento* e *capacitação*.

Por outro lado, os professores 13 e 14 apresentaram outra perspectiva de um curso de FC ao desejar trocas e relatos de experiências dos docentes. Esta visão aponta para uma formação coletiva do grupo envolvido, em que os professores não sejam apenas agentes passivos do processo de FC, mas que possam também compartilhar suas experiências vividas em sala de aula.

Além disso, a resposta dada pelo Professor 4, o qual espera de um curso de FC “atualização e revisão do conteúdo”, demonstra a necessidade de uma constante

atualização. A visão deste docente pode ser interpretada em relação à atualização pedagógica oferecida nos cursos de *reciclagem* citados por Marin (1995), termo que se popularizou na década de 80, coincidentemente na época em que o Professor 4 começou a lecionar. Além disso, outra leitura que é possível fazer da resposta deste professor é a questão da “revisão do conteúdo” citada pelo docente, a qual pode estar acusando lacunas deixadas na formação inicial do mesmo.

4.1.3 Avaliação do kit de reagentes distribuído na etapa E1

Solicitamos aos professores que preenchessem um questionário virtual ao desenvolverem qualquer atividade utilizando o kit de reagentes, com a finalidade de observar quais foram as ações realizadas tendo como foco o lixo eletrônico. Além disso, investigamos, de acordo com a visão dos professores, se o kit estava de acordo com a proposta apresentada e se os docentes teriam alguma sugestão para o aprimoramento deste material. Os números utilizados no item 4.1.1 deste trabalho para identificar os professores da etapa E1 foram mantidos nesta análise.

Dos 15 professores que participaram da etapa E1, apenas três deles deram um retorno através do questionário virtual. Desses três ainda, apenas dois professores (Professor 10 e 13) relataram ter realizado uma atividade envolvendo o lixo eletrônico, enquanto que o outro desenvolveu uma atividade que abordou a determinação do pH de diferentes amostras.

O Professor 10, além da atividade experimental realizada utilizando o kit de reagentes, relatou ter discutido com os alunos o tema lixo eletrônico, levando-os a conhecer os pontos de coleta deste tipo de resíduo na sua cidade. Um trabalho de pesquisa também foi orientado pelo professor para que os alunos pesquisassem quais são os malefícios que o lixo eletrônico pode causar à saúde dos seres vivos se descartado incorretamente.

Já o Professor 13 relatou que “foi feita uma conversação, a partir dos experimentos, fazendo questionamentos a respeito das consequências de descartar o lixo eletrônico diretamente no meio ambiente”. Este professor, inclusive, enviou-nos algumas fotografias da realização dos experimentos, junto à autorização da

escola e dos pais para divulgação das mesmas neste e em outros trabalhos relacionados ao projeto “Sustentabilidade é com_ciência: água e lixo eletrônico” (Figura 14).

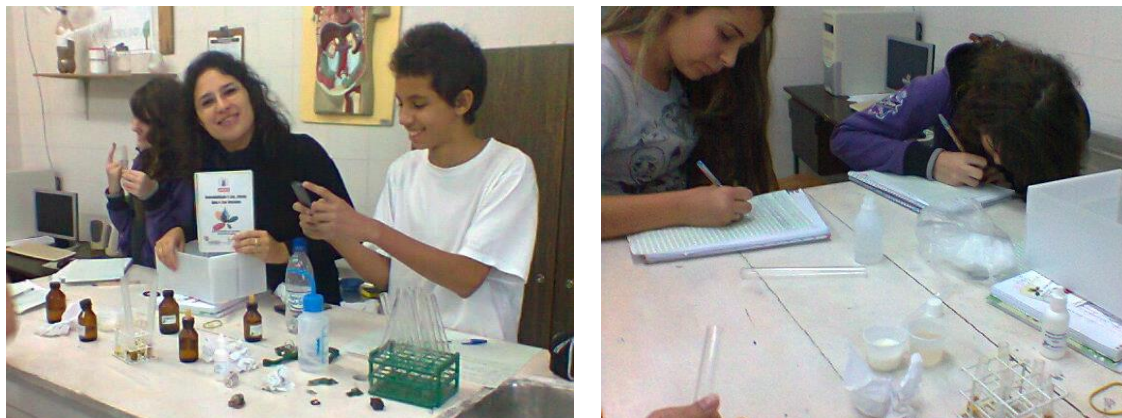


Figura 14 - Atividades desenvolvidas envolvendo o tema lixo eletrônico.

Quando perguntado se os professores teriam alguma sugestão para a melhoria do kit, os docentes deram as seguintes respostas:

Professor 10: “Gostei muito do kit dessa forma, talvez pudesse contar com sugestões de usar em outras atividades como análise de solos”.

Professor 13: “Poderia ter fenolftaleína no kit”.

Professor 15: “Mais sugestões de atividades associadas aos conteúdos”.

Através destas respostas, podemos observar que, após a utilização do kit, os professores sentiram falta de alguns reagentes tradicionalmente utilizados nos experimentos de Química, como a solução de fenolftaleína, além da necessidade de outras atividades como a análise de solos. Estas sugestões, apesar de bastante válidas para trabalhos futuros relacionados com este projeto, não são tão significativas para a melhoria do kit em si, afinal fogem da ideia inicial que o material elaborado propõe.

De uma forma geral, apesar do pequeno número de professores que responderam o questionário após o uso deste material, avaliamos positivamente a distribuição dos kits de reagentes na PROFITECS através deste projeto de extensão. Acreditamos ainda que alguns dos professores que receberam o kit possam ter realizado os experimentos envolvendo o lixo eletrônico, porém não responderam o questionário até o momento da conclusão desta pesquisa. Sendo assim, acreditamos que esta etapa do trabalho desencadeou diversificadas atividades em escolas de diferentes cidades do Rio Grande do Sul, incentivando a abordagem do tema lixo eletrônico na educação básica.

4.2 Análise dos resultados da etapa E2

A análise dos resultados obtidos na etapa E2 desta pesquisa serão apresentados e discutidos de acordo com os seguintes tópicos:

- concepções dos licenciandos sobre planos de aula;
- análise das estratégias e recursos didáticos dos planos de aula elaborados pelos licenciandos utilizando o tema lixo eletrônico;
- identificação qualitativa de metais nos REEE;
- avaliação geral das atividades da etapa E2.

4.2.1 Concepções dos licenciandos sobre planos de aula

Neste tópico serão discutidas as respostas dadas pelos licenciandos no questionário que investigou suas concepções acerca das vantagens da elaboração de planos de aula. Acreditamos que seja necessário ressaltar novamente que os alunos envolvidos nesta etapa da pesquisa eram, em sua maioria, estudantes do segundo semestre do curso de Química Licenciatura da UFSM. Desta forma, de acordo com a estrutura curricular deste curso, os licenciandos haviam tido poucas

disciplinas até então que poderiam auxiliar na elaboração de planos de aula, bem como questões referentes ao Ensino de Química.

Entre as diversas vantagens de elaborar planos de aulas, alguns estudantes citaram a organização das atividades, com o estabelecimento prévio de uma sequência para a aula. Ao encontro dessa ideia, também foi citada a estimativa da duração da aula de acordo com as atividades pretendidas no plano, como descrito, por exemplo, pelos estudantes 2, 4 e 6:

Estudante 2: “A vantagem é além de ter mais ou menos a estimativa de tempo para realizar tais tarefas temos um plano, uma sequência de quais tarefas serão realizadas e qual o melhor momento para aplicá-las”.

Estudante 4: “Acredito que é vantajoso planejar as atividades, pois assim o tempo fica mais aproveitado para abordar mais "coisas" e até mesmo curiosidades”.

Estudante 6: “Os planos de aula auxiliam, não apenas no controle, mas também na organização das ideias e a prática, facilitando o ministrar frente dos alunos”.

Assim como o Estudante 6, outros alunos destacaram como vantagem de elaborar um plano de aula o seu caráter facilitador, como é o caso do Estudante 7. Ele argumentou que com o planejamento das atividades “a aula fica programada, é mais fácil seguir uma linha de raciocínio e não se corre o risco de esquecer alguma coisa ou pular algum conteúdo” (Estudante 7). Além disso, outros licenciandos participantes da etapa E2 citaram que o planejamento de uma atividade também traz como vantagem a preparação do professor para o desenvolvimento da aula:

Estudante 15: “Considero importante, pois devemos estar preparados para entrar em sala de aula, devemos pesquisar e buscar coisas novas, interessantes e que contribuam na aprendizagem do aluno”.

Estudante 16: “Ter ideia brevemente do assunto a ser tratado durante a aula. Uma aula planejada anteriormente é bom para o professor que fica mais preparado e para o aluno que terá uma aula melhor”.

Desta forma, observamos que as questões destacadas pelos licenciandos foram ao encontro das ideias de Menegolla e Sant’Anna (1998) em relação às vantagens do planejamento das atividades. Corroborando com os referidos autores,

a maioria dos discentes salientou o caráter facilitador e organizador dos planos de aula.

4.2.2 Análise das estratégias e recursos didáticos dos planos de aula propostos pelos licenciandos

Dos 16 alunos que participaram inicialmente das atividades da etapa E2, 14 concluíram a disciplina, em que realizaram a apresentação de suas propostas de aulas. Ao organizarem seus planejamentos utilizando o tema lixo eletrônico, os licenciandos propuseram atividades envolvendo diferentes enfoques, buscando relacionar os conceitos da Química com os REEE. Os assuntos abordados nos planos de aula propostos pelos estudantes estão apresentados resumidamente no Quadro 10.

Plano de aula	Autores do plano de aula	Assuntos abordados
1	Estudantes 3 e 11	Eletroquímica
2	Estudantes 1, 2 e 12	Metais: propriedades químicas, físicas e sua toxicidade.
3	Estudantes 8 e 16	Tabela periódica: metais de transição
4	Estudantes 13 e 14	Pilhas: tipos e seu descarte
5	Estudantes 4, 6 e 10	Metais e as ligações metálicas
6	Estudantes 5 e 15	Metais e pilhas: poluição e descarte

Quadro 10 - Planos de aula elaborados na etapa E2.

Os seis planos de aula elaborados pelos estudantes apresentaram diferentes propostas relacionando, em maior ou menor grau, o tema lixo eletrônico com a Química. Estes planos contemplaram diferentes conteúdos, sendo que a maioria concentrou-se na abordagem dos conteúdos de eletroquímica (pilhas e baterias) e no estudo dos metais. A preferência por estes assuntos pode estar relacionada à

maior facilidade de conectá-los ao tema em questão, assim como ocorre nos livros didáticos de Química que abordam o lixo eletrônico (FRIEDRICH e BRAIBANTE, 2013).

Através da análise dos planos de aulas, observamos que os estudantes propuseram a utilização de diferentes estratégias e recursos didáticos, como a utilização de textos, vídeos, análise da legislação, jogos, entre outros. Sendo assim, o Quadro 11 apresenta quais foram as estratégias e recursos propostos em cada plano de aula analisado.

Plano de aula	Textos	Vídeos	Jogo didático	Utilização de REEE	Análise da legislação	Atividade experimental
1	X			X		
2	X	X	X	X		
3	X				X	X
4	X			X	X	
5	X				X	
6	X	X			X	

Quadro 11 - Estratégias e recursos didáticos dos planos de aula da etapa E2.

Neste sentido, observamos que houve em todos os planos de aula a proposta da utilização de textos. Estes materiais tinham como propósito problematizar o lixo eletrônico ou então informar sobre aspectos ligados ao tema e a sua relação com os conteúdos abordados em cada plano. Junto aos textos, destacou-se a proposta de discutir a legislação relacionada aos REEE, além de informar sobre a correta destinação deste tipo de resíduos. Acreditamos que o estudo e a discussão da legislação em sala de aula possa impulsionar a formação de um cidadão mais bem informado em relação aos seus direitos e deveres na sociedade, além de instruir a busca destes documentos oficiais do nosso país.

Três dos planos de aula propuseram a utilização de peças do lixo eletrônico para que os alunos tivessem contato com as mesmas. Desta forma, através destes planos de aula, podemos observar que é possível empregar este tipo de resíduo como uma ferramenta para ensinar Química.

Outros recursos didáticos interessantes apresentados nas atividades propostas pelos licenciandos foram a utilização de vídeos, jogos educativos e a realização de uma atividade experimental. Esses três tipos de recursos apresentam diferentes propósitos no Ensino de Ciências, tendo cada um sua importância reconhecida em diversas publicações científicas. Todavia, é preciso que sejam analisadas quais são as finalidades pretendidas pelo professor na utilização dessas estratégias didáticas e como elas serão apresentadas aos alunos, para que assim os objetivos traçados pelo docente no plano de aula possam ser alcançados.

Desta forma, a elaboração de planos de aula possibilitou aos futuros professores de Química um momento de reflexão sobre o planejamento de suas aulas em relação às estratégias e recursos didáticos, de acordo com os objetivos propostos, à sequência de atividades e ao tempo necessário para a realização das mesmas. Além disso, esta atividade foi importante para a formação inicial dos licenciandos, pois discutiu a utilização do tema lixo eletrônico como uma possibilidade para o Ensino de Química.

4.2.3 Avaliação da atividade de identificação qualitativa de metais nos REEE

Durante a realização dos experimentos na identificação qualitativa de metais nos REEE, os estudantes participantes desta atividade elaboraram relatórios em grupos, nos quais descreveram as análises realizadas por eles. Sendo assim, buscando solucionar a questão problema “Quais metais estão presentes no lixo eletrônico?”, os alunos realizaram diversas reações químicas para identificar os metais presentes nos REEE. Os estudantes dividiram-se em seis grupos para a realização das análises químicas qualitativas no lixo eletrônico e elaboração dos seus relatórios, os quais foram numerados aleatoriamente a fim de preservar a identidade dos sujeitos envolvidos nesta atividade.

Sabidamente, o lixo eletrônico é composto por uma grande variedade de metais, sendo que alguns estão presentes em grandes quantidades em relação a outros. Desta forma, alguns metais são mais facilmente encontrados nos REEE, dependendo da parte do equipamento que esteja sendo analisada. No Quadro 12,

apresentamos os metais identificados pelos alunos de acordo com os relatórios produzidos por cada grupo.

Grupo	1	2	3	4	5	6
Metais identificados	Zinco e alumínio	Ferro	Cobre	Cobre e Ferro	Ferro, cobre e níquel	Cobre e níquel

Quadro 12 - Metais identificados qualitativamente no lixo eletrônico.

De acordo com Rodrigues (2007), os metais que estão presentes em maior quantidade nas peças de um computador são ferro, alumínio e cobre. Sendo assim, observando os resultados apresentados no Quadro 12, percebemos que todos os grupos identificaram pelo menos um destes metais nos REEE analisados. Na elaboração de suas hipóteses durante e após a realização das análises químicas, os estudantes utilizaram-se, muitas vezes, das experiências prévias que tiveram nas aulas experimentais anteriores com as cores das soluções, as quais também foram observadas após a abertura da amostra do metal, como relatado pelo Grupo 6:

“Separada certa quantidade da amostra sólida e adicionando algumas gotas de HCl (ácido clorídrico), não houve reação. Na tentativa de aquecimento, também não houve reação. Nesta mistura, acrescentamos HNO₃ concentrado e a substância por já estar aquecida, houve reação (dissolveu a amostra) onde liberou H₂, tornando a solução azul, o que nos faz concluir a existência de Cu²⁺”.

Analisando o relato do Grupo 6, observamos que o fato da solução da amostra investigada adquirir uma coloração azul fez com que o grupo tivesse a percepção da possibilidade da presença do cobre, o qual apresenta esta cor característica no estado de oxidação II. Tendo esta evidência como ponto de partida, os estudantes testaram outras reações específicas para o cobre com frações desta mesma amostra a fim de confirmar sua hipótese ou então refutá-la. O mesmo foi observado no relatório do Grupo 3 ao analisarem uma amostra retirada da placa mãe de um computador:

“- Realizou-se a abertura da amostra com HNO_3 concentrado. Obtivemos uma solução com coloração azul $\rightarrow \text{Cu}^{2+}$;
- Posteriormente neutralizamos a solução e realizamos testes de caracterização;
- Adicionamos tioacetamida e formou-se um precipitado amarelo antes do aquecimento. Ao ser aquecido formou-se um precipitado preto de sulfeto de cobre II”.

Um caso semelhante ao observado nos relatos dos Grupos 3 e 6 foi descrito pelo Grupo 4 na identificação do ferro:

“Um parafuso, em contato com o ácido nítrico e com aquecimento, liberou muito gás e deu origem a uma solução alaranjada. Então fora usado o ferrocianeto de potássio $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ que deixou a solução de cor azul da Prússia, então adicionando NaOH , formou $\text{Fe}(\text{OH})_3$ de cor característica alaranjada.”

Assim como descrito pelo Grupo 4, que se utilizou de reações características para identificar qualitativamente o ferro, alguns grupos partiram diretamente para a realização de reações específicas de alguns elementos, como foi o caso do Grupo 1:

“Após a abertura da amostra, realizamos a reação específica para identificação de zinco com ditizona e observamos uma parte densa vermelha no fundo do tubo de ensaio, indicando a presença de Zn^{2+} . Reagimos também uma fração da amostra com aluminon e observamos um precipitado vermelho, que indica a presença de Al^{3+} ”.

Apesar da maioria dos grupos não terem seguido uma marcha analítica sistemática no decorrer das análises, a atividade desenvolvida com os licenciandos foi de grande importância. Afinal, possibilitou a esses alunos, futuros professores de Química, fazerem uma relação e aplicação dos conteúdos estudados na disciplina de Química Analítica Qualitativa Experimental através da análise de amostras reais que possuem tamanha variedade de metais como o lixo eletrônico, explorando a utilização deste tipo de resíduo como uma possível estratégia para o Ensino de Química. Além disso, durante a construção dos relatórios, os alunos também puderam exercitar a comunicação oral e escrita, discutindo com os colegas as reações realizadas, analisando e relatando os resultados obtidos.

4.2.4 Avaliação geral das atividades da etapa E2

Através de um questionário virtual respondido pelos estudantes participantes da etapa E2, realizamos uma avaliação geral das atividades desenvolvidas nesta etapa da pesquisa. Para tanto, foram realizados três questionamentos:

1) Você acredita que as atividades envolvendo o tema lixo eletrônico contribuíram para a sua formação inicial como futuro professor de Química?

2) Quais foram as contribuições que as atividades desenvolvidas na disciplina de Química Analítica Qualitativa Experimental envolvendo o tema lixo eletrônico proporcionaram para a sua formação como futuro professor de Química?

3) Para você, qual é a importância de desenvolver atividades que envolvam o tema lixo eletrônico no Ensino de Química?

Analisando as respostas da questão 1, constatamos que todos os estudantes afirmaram que as atividades envolvendo o tema lixo eletrônico contribuíram para a sua formação como futuros professores de Química. Entre as contribuições citadas pelos licenciandos na questão 2, podemos destacar algumas:

Estudante 2: “Ideias de como trabalhar e abordar estes assuntos”.

Estudante 6: “Proporcionou-me uma nova visão da Química relacionada aos equipamentos eletrônicos. Vendo o computador não mais como apenas uma ferramenta, mas também como uma pequena porção da tabela periódica”.

Estudante 11: “Contribuiu para que todo e qualquer lixo eletrônico fosse visto com outros olhos pela minha parte, e que nem sempre seu descarte é necessário”.

Estudante 14: “Além de conscientizar a nós mesmos quanto à importância desse tema e o 'tamanho' do problema que o descarte incorreto pode nos trazer, a aplicação deste tema em sala de aula contextualizando com os conteúdos de Química beneficia a nós como futuros professores também”.

Estudante 16: “Adquiri conhecimentos sobre o lixo eletrônico que poderei repassar futuramente para meus alunos”.

Através da análise das respostas dadas pelos licenciandos, podemos observar que as atividades desenvolvidas despertaram seu interesse pelo lixo eletrônico, demonstrando as possibilidades de abordar o tema em questão em suas futuras aulas. Além de fornecer os subsídios iniciais para se pensar a utilização dos REEE para ensinar Química, verificamos que a conscientização dos próprios estudantes em relação ao lixo eletrônico também aconteceu pelo desenvolvimento destas ações, destacando desta forma a importância de se desenvolver atividades desta natureza também no ensino superior.

Em relação à importância de se desenvolver atividades que envolvam este tema no Ensino de Química, o Estudante 16 destacou que “muitos alunos não sabem como devemos descartar ou reciclar o lixo eletrônico. Sendo assim, aulas que abordam o tema seriam de grande importância para que os alunos possam saber o que fazer com o lixo eletrônico”. Abordar este tema “tem importância pelo fato de que podemos evitar muitas contaminações por lixo eletrônico nos solos e incentivar a criatividade dos alunos em relação a objetos não mais utilizáveis” (Estudante 11). De acordo com a consideração levantada pelo Estudante 5, “estes tipos de atividades despertam curiosidades nos alunos, facilitando o Ensino de Química”. O Estudante 2 ainda ressaltou que é importante abordar este tema pois promove a conscientização em relação à responsabilidade social que temos perante ao lixo eletrônico que geramos.

Desta forma, seja através da elaboração de planos de aula, seja pela realização de atividades experimentais de caráter investigativo, observamos que é possível abordar um tema tão relevante como o lixo eletrônico na formação inicial de professores de Química. Neste sentido, tendo em vista o retorno positivo dado pelos licenciandos, verificamos que atividades desta natureza contribuem com a formação inicial dos mesmos, apontado para a possibilidade da utilização desse tipo de resíduo como uma ferramenta para ensinar Química.

4.3 Análise dos resultados da etapa E3

Durante as atividades realizadas no curso de FC, os dados foram coletados através de questionários, tanto presenciais quanto virtuais, pela produção textual, bem como por gravações de áudio. Os resultados da etapa E3, que serão apresentados a seguir, foram obtidos durante as seguintes atividades, as quais foram identificadas por números:

- 1) Investigando o lixo eletrônico e a sua composição química;
- 2) Elaboração de uma Planilha Coletiva de Avaliação (PCA) de vídeos;
- 3) Atividades experimentais com o lixo eletrônico;
- 4) Elaboração de planos de aulas com o tema lixo eletrônico;
- 5) Abordagem do tema lixo eletrônico nos livros didáticos do PNLD 2012.

Após a análise e discussão dos resultados destas atividades, será apresentada a avaliação geral do curso de FC realizada pelos professores participantes da etapa E3.

4.3.1 Análise da atividade 1

Durante a primeira atividade do curso de FC, os professores tiveram contato físico com os REEE por meio de diversos equipamentos defeituosos ou obsoletos, entre eles uma placa mãe. Cada um recebeu uma tabela periódica impressa, na qual solicitamos que eles indicassem quais os elementos químicos que acreditavam estarem presentes nesta placa de circuito impresso (PCI). O objetivo desta atividade foi investigar qual era a concepção inicial dos professores acerca da composição química deste equipamento eletroeletrônico. No Gráfico 5, estão apresentados os elementos indicados por eles na tabela periódica.

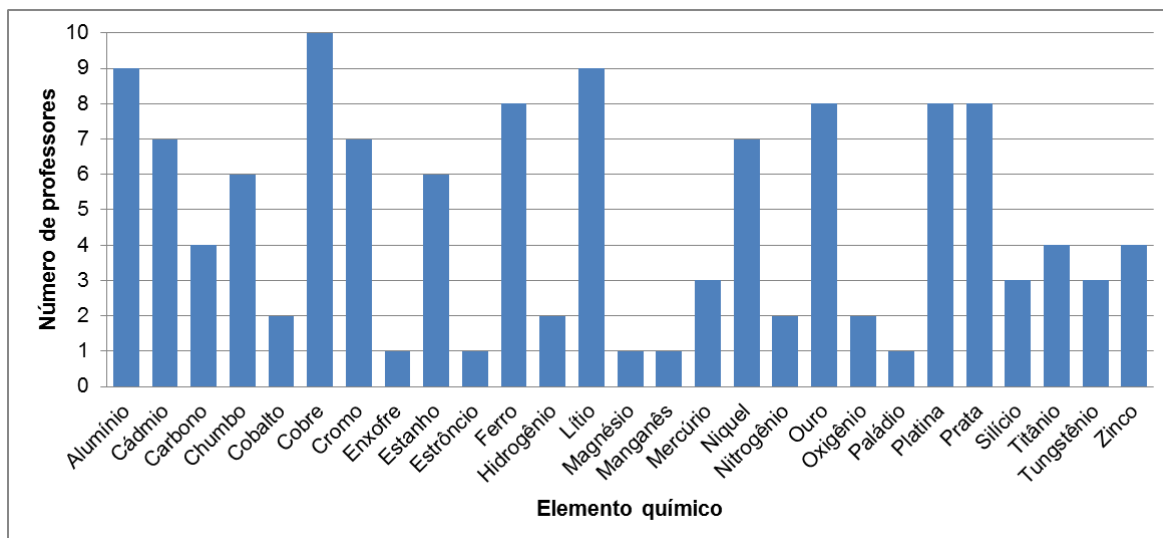


Gráfico 5 - Investigação sobre a composição química de uma PCI.

Entre os elementos químicos indicados pelos professores, observamos que o cobre foi o único citado por todos, visto o conhecimento de sua aplicação em equipamentos eletroeletrônicos, além da sua coloração avermelhada característica, sendo largamente empregado na obtenção de ligas metálicas (RODRIGUES, SILVA e GUERRA, 2012). Além do cobre, outros metais como o alumínio e o lítio também foram citados por nove dos 10 professores que participaram desta atividade. O lítio, em especial, provavelmente foi lembrado pela maioria dos participantes em função deste metal alcalino ser bastante utilizado em pilhas e baterias, fazendo com que os professores relacionassem estes materiais com a placa mãe analisada.

Metais nobres como o ouro, platina e prata também foram lembrados pela maioria dos docentes, o que indica o conhecimento prévio deles a respeito da utilização desses metais nos equipamentos eletroeletrônicos, tendo em vista algumas das suas propriedades químicas, como a resistência à oxidação, por exemplo. Não menos importante, o ferro também foi citado pela maioria dos professores.

Um resultado desta atividade que também chama a atenção é que o número de professores que indicaram a presença dos elementos químicos chumbo e estanho nesta PCI é o mesmo, sendo que dos seis participantes que fizeram este apontamento, quatro deles marcaram ambos os elementos em suas tabelas periódicas durante a análise da placa mãe. Isso pode indicar que estes professores conheciam previamente a composição da principal solda ainda hoje muito utilizada

nos equipamentos eletroeletrônicos, que é composta por esses dois elementos químicos. Por outro lado, metais pesados como o cádmio, chumbo, cromo e mercúrio, que são tóxicos aos seres vivos, também foram lembrados por alguns professores.

Os elementos químicos carbono, hidrogênio e oxigênio, principais componentes dos plásticos que compõem as PCI, também foram citados pelos professores, sendo que o primeiro elemento foi assinalado por quatro docentes e os outros por apenas dois. Quando comparamos este resultado aos anteriormente discutidos, observamos que a maioria dos professores dá ênfase à presença dos metais nos equipamentos eletroeletrônicos, sem destacar elementos químicos que compõem os plásticos, sendo estes uma parte significativa dos REEE.

Quanto ao número de elementos químicos assinalados pelos professores participantes da atividade (Tabela 7), podemos observar que grande parte deles citaram pelo menos 10 elementos, tendo destaque o Professor 6 que assinalou 23 elementos químicos diferentes, os quais ele acredita estarem presentes na composição química da PCI analisada. Sendo assim, observamos que os docentes têm ciência de que a composição química dos equipamentos eletroeletrônicos é bastante variada.

Tabela 7 - Número de elementos químicos assinalados pelos professores.

Professor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
Elementos assinalados	8	10	17	12	10	23	13	12	13	9	12,7

Neste sentido, mesmo sem termos realizado nenhuma abordagem teórica sobre o assunto antes desta atividade, observamos que os professores de Química que participaram do curso de FC tinham certo conhecimento da composição química dos equipamentos eletroeletrônicos. Entre os elementos químicos destacados por eles, os metais foram os que receberam maior ênfase.

4.3.2 Análise da atividade 2

A atividade 2 contou com a elaboração de uma Planilha Coletiva de Avaliação (PCA) de um vídeo (Apêndice 9). Este instrumento foi construído com a participação de todos os professores envolvidos no curso de FC, os quais elegeram 10 itens que deveriam ser ponderados durante a avaliação do vídeo “Lixo eletrônico no Brasil”. Estes itens avaliam se:

- O vídeo atende à(s) finalidade(s) pretendidas.
- O vídeo é muito longo para ser trabalhado na educação básica.
- O vídeo trabalha com termos rebuscados e de difícil compreensão.
- A qualidade do áudio e do vídeo é satisfatória.
- O vídeo problematiza satisfatoriamente o tema “Lixo eletrônico” para que seja discutido em sala de aula.
- Os aspectos sociais, econômicos e ambientais são enfatizados satisfatoriamente.
- A veracidade/autenticidade dos dados apresentados.
- A edição do vídeo utiliza recursos variados que aproximam o tema com o aluno.
- Aborda conhecimentos científicos para o estudo das Ciências.
- Realiza uma abordagem interdisciplinar do tema.

Após a elaboração da PCA, os professores assistiram o vídeo “Lixo eletrônico no Brasil” a fim de avaliá-lo utilizando este instrumento construído por eles. O preenchimento da PCA foi realizado somente depois da exibição do vídeo. Desta forma, através da comparação dos resultados obtidos nas avaliações (Quadro 13), buscamos observar se houve uma consonância entre as análises realizadas pelos professores empregando a PCA.

Item	Avaliação	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1) O vídeo atende à(s) finalidade(s) pretendida(s).	Sim	■	■	□	■	■	□	■	■	■	■
	Parcialmente	□	□	■	□	□	■	□	□	□	□
	Não	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
2) O vídeo é muito longo para ser trabalhado na educação básica.	Sim	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Parcialmente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Não	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
3) O vídeo trabalha com termos rebuscados e de difícil compreensão.	Sim	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	Parcialmente	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	Não	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4) A qualidade do áudio e do vídeo é satisfatória.	Sim	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Parcialmente	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	Não	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
5) O vídeo problematiza satisfatoriamente o tema “Lixo eletrônico” para que seja discutido em sala de aula.	Sim	■	■	□	■	■	■	■	□	■	■
	Parcialmente	□	□	■	□	□	□	□	■	□	□
	Não	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
6) Os aspectos sociais, econômicos e ambientais são enfatizados satisfatoriamente.	Sim	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Parcialmente	■	□	□	■	□	■	□	■	□	□
	Não	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
7) Os dados apresentados pelo vídeo são autênticos.	Sim	■	□	■	■	■	■	■	■	■	■
	Parcialmente	□	■	□	□	□	□	□	□	□	□
	Não	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
8) A edição do vídeo utiliza recursos variados que aproximam o tema com o aluno.	Sim	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Parcialmente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Não	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
9) O vídeo aborda conhecimentos científicos para o estudo das Ciências.	Sim	□	□	□	■	□	□	□	□	□	□
	Parcialmente	■	■	■	□	■	■	■	□	■	■
	Não	□	□	□	□	□	□	□	■	□	□
10) Realiza uma abordagem interdisciplinar do tema.	Sim	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Parcialmente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Não	□	□	□	□	□	■	□	□	□	□

Quadro 13 - Avaliação realizada pelos professores utilizando a PCA.

Comparando os resultados de todas as PCAs, observamos que os oito primeiros itens deste instrumento tiveram uma concordância de respostas, havendo uma pequena disparidade nas questões que avaliaram a duração do vídeo (questão 2), a ênfase para os aspectos sociais, econômicos e ambientais (questão 6) e utilização de recursos variados (exemplos, dados estatísticos, animações, entre outros) para a aproximação do tema com o aluno (questão 8).

Por outro lado, as questões que visaram avaliar a abordagem de conhecimentos científicos para o estudo das Ciências (questão 9) e a abordagem interdisciplinar do tema (questão 10) foram as que tiveram uma maior discrepância de resultados durante a avaliação feita pelos professores. Este resultado pode remeter à particularidade que cada professor tem ao avaliar este recurso didático no sentido do aprofundamento necessário que o vídeo deva trazer em relação aos conhecimentos científicos, pois alguns professores afirmaram que esta não seria a função do vídeo, mas sim uma função do professor em sala de aula. Além disso, acreditamos que a definição de interdisciplinaridade que cada docente carrega consigo possa ser diferente e, por esta razão, apesar de terem avaliado o mesmo vídeo, eles apresentaram diferentes pontos de vista em relação à questão 10.

Além dos 10 itens que compõem a PCA, os professores também avaliaram o vídeo “Lixo eletrônico no Brasil” em relação às finalidades didáticas que ele poderia enquadrar-se (Quadro 14), afinal a exibição do vídeo em sala de aula dependerá da atividade proposta pelo professor (ARROIO e GIORDAN, 2006). Através da análise do Quadro 14, observamos que as finalidades didáticas que predominaram a avaliação dos professores foram a problematização, a exemplificação e a contextualização.

Finalidade didática	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Problematização	■	■	■	■	■	■	□	■	■	■
Entretenimento	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Exemplificação	■	■	■	■	□	□	■	■	■	■
Contextualização	□	■	□	□	■	□	□	□	■	□
Outro ¹³	□	□	□	□	□	■	■	□	□	□

Quadro 14 - Avaliação da finalidade didática do vídeo utilizando a PCA.

¹³ Os sujeitos P6 e P7 citaram a “introdução do tema” e a “informação”, respectivamente, como finalidades didáticas do vídeo em questão.

Ao final do preenchimento da PCA (avaliação das finalidades didáticas e dos 10 itens), os professores também fizeram uma avaliação geral descritiva do vídeo em questão, na qual apontaram positivamente para o uso do mesmo visando à inserção do tema lixo eletrônico em suas aulas. Todavia, estas avaliações descritivas contaram com algumas ressalvas, principalmente em relação à duração do vídeo, bem como com a proposta de soluções para este “problema”, como podemos observar nas avaliações de alguns professores:

Professor 1: “Como são vários assuntos do mesmo tema, pode-se trabalhar esse vídeo em partes”.

Professor 4: “O vídeo pode ser utilizado como um organizador prévio que possibilite ativar a memória dos estudantes, antes das explicações dos conteúdos científicos. Acredito que ele possa ser editado para facilitar a questão do tempo em sala de aula”.

Neste sentido, consideramos que a avaliação deste vídeo foi bem sucedida utilizando a PCA que foi elaborada pelos professores. Acima de tudo, a construção deste instrumento possibilitou uma discussão coletiva sobre a importância de avaliar todo e qualquer recurso didático antes de utilizá-lo em sala de aula, bem como salientou quesitos importantes de serem considerados na avaliação de um vídeo. Apesar de esta PCA ter sido construída visando à avaliação do tema lixo eletrônico no vídeo em questão, ela pode também ser utilizada para avaliar outros vídeos que estejam relacionados a diversos temas, buscando a inserção deste recurso audiovisual nas aulas de Química.

4.3.3 Análise da atividade 3

Na atividade 3, os professores responderam a um questionário sobre o papel das atividades experimentais no Ensino de Química. Esse era composto por três questões dissertativas que indagaram sobre os objetivos, vantagens e desvantagens das atividades experimentais. As respostas dos professores foram encaixadas nos objetivos elencados por Galiazzi *et al.* (2001), numerados de 1 a 32, os quais estão agrupados em quatro categorias (Anexo 1).

Desta maneira, investigamos quais são as preocupações dos docentes ao desenvolverem atividades desta natureza. Verificamos se eles almejam, por meio da realização de experimentos, desenvolver os conhecimentos conceituais (relativos ao saber), procedimentais (relativos ao fazer) ou ainda atitudinais (relativos ao ser) dos educandos.

A frequência com que cada objetivo foi pontuado nas respostas dos professores, bem como a frequência total (em porcentagem) de acordo com cada tipo de conhecimento que o docente busca desenvolver por meio da realização de atividades experimentais, está apresentada na Tabela 8. Vale salientar que algumas das respostas dos 10 professores participantes enquadraram-se em mais de um dos objetivos elencados por Galiazzi *et al.* (2001).

Tabela 8 - Conhecimentos pretendidos de acordo com os objetivos

Tipos de conhecimentos	Objetivo	Frequência	Frequência total
Conceituais	1	7	54,05%
	3	8	
	11	2	
	12	3	
Conceituais e procedimentais	14	2	13,52%
	17	3	
Procedimentais	18	4	21,62%
	19	1	
	25	1	
	26	2	
Atitudinais	28	2	10,81%
	31	1	
	32	1	

Analisando os resultados apresentados na Tabela 8, observamos que os professores investigados priorizam o desenvolvimento de conhecimentos conceituais através da realização de atividades experimentais. Entre os objetivos, os que mais se destacaram foram “melhorar a aprendizagem da teoria” (objetivo 1) e “verificar fatos e princípios estudados teoricamente” (objetivo 3). Sendo assim, corroborando com os resultados de Galiazzi *et al.* (2001), a prática é bastante valorizada no

sentido de afirmar o que é estudado na teoria, fazendo uma distinção entre a “aula teórica” e a “aula prática”, como se não existisse teoria ao se realizar uma prática. De acordo com Marcondes *et al.* (2009),

Realizar um experimento apenas como uma mera atividade física dos alunos, na comprovação de uma teoria, não desenvolve potencialidade cognitiva dos mesmos e muito menos os oportunizam a se posicionarem de forma crítica diante de um problema, seja este de ordem social ou não (MARCONDES *et al.*, 2009, p. 10).

Por outro lado, o desenvolvimento de conhecimentos procedimentais também se destacou, sendo que o objetivo 18 (desenvolver a observação) foi o mais citado nas respostas dadas pelos professores que se enquadraram nesta categoria. A realização de atividades experimentais visando este objetivo é recomendada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, os quais destacam que

[...] essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las [...]. O emprego de atividades experimentais como mera confirmação de ideias apresentadas anteriormente pelo professor reduz o valor desse instrumento pedagógico (BRASIL, 2002a, p. 108).

Apesar da pequena frequência observada nos objetivos que visam ao desenvolvimento de conhecimentos atitudinais, vale destacar que alguns professores salientaram como finalidades das atividades experimentais a importância de “ensinar os alunos a trabalharem em grupos (trabalho em equipe)” (Professor 8) e de “proporcionar um ambiente de interação em sala de aula” (Professor 9). Neste sentido, acreditamos que objetivar os conhecimentos atitudinais durante a realização de atividades experimentais, igualmente aos procedimentais e conceituais, é de suma importância para o desenvolvimento integral do estudante durante seu processo de formação na escola.

Além de termos conhecido os objetivos visados pelos professores durante a realização de atividades experimentais, salientando seus pontos positivos, investigamos quais são os pontos que os docentes consideram como negativos ao realizar atividades deste tipo. Entre os pontos mais lembrados por eles, está a quantidade de alunos, quando a turma possui um grande número de estudantes, a

falta de espaço físico e a falta de tempo para elaboração e execução das atividades experimentais, como podemos observar nas respostas de alguns professores:

Professor 1: Muitas vezes não se consegue que cada aluno realize a atividade, ficando o professor a realizar e os alunos a observar. A atividade experimental passa a ser demonstrativa apenas, isso pelo tamanho (quantidade de alunos) das turmas.

Professor 2: Turmas muito grandes às vezes não dá certo. Falta espaço físico para fazer as atividades.

Professor 8: Falta de tempo pelos professores para preparar a atividade e após a aula para reorganizar o material. Turmas grandes e alunos sem interesse.

Em relação à quantidade de alunos, nas transcrições das gravações de áudio feitas durante o curso de FC, o Professor 7 relatou: " – Tem turmas que eu tenho 20 e poucos (alunos) como as de 3º e as de 2º que tem 28. Quando eu entrei ali, os alunos não tinham hábito de ir ao laboratório. [...] Então estabeleci as regras". Acreditamos que o fato apresentado por esse professor destaca um ponto relevante frente ao entrave da realização de atividades experimentais com turmas em que há um grande número de alunos, precisando, portanto, ser levado em consideração.

Quanto à aula ser simplesmente demonstrativa em função também da grande quantidade de alunos na mesma turma, como descrito na resposta do Professor 1, observamos um relato interessante nas transcrições das falas do Professor 7 e do Professor 1, mostrando que a realização das atividades experimentais é possível mesmo frente a adversidades:

Professor 7: " – Eu divido em grupos, tem algumas experiências que são demonstrativas, mas eles querem colocar a mão na massa".

Professor 1: " – Eles reclamam das minhas (atividades) demonstrativas também, porque eles querem fazer".

Professor 7: " – Eu sempre preparo uma atividade que eles vão fazer e outras que eu vou fazer, na mesma aula. [...] Eu também proponho uma atividade em que eles fazem uma pesquisa de alguma atividade para eles apresentarem para os colegas. [...] Tá funcionando, porque daí eles começam a olhar em sites de experimentos, eles começam a procurar, eles escolhem um, mas veem muitos. Então eles vão fazer o deles e vão assistir o dos colegas. Outro ponto positivo: eles se veem na nossa posição (do professor) no laboratório. [...] Foi o meio que eu encontrei de eles se interessarem mais por aulas práticas".

Além dos pontos negativos supracitados, outra questão apontada por três professores foi a geração de resíduos e os problemas com o seu descarte, “especialmente se tratando de resíduos poluentes” (Professor 6). Em relação aos resíduos e rejeitos gerados em aulas experimentais, Machado e Mól (2008b) emergem a discussão deste “problema” sob um ponto de vista muito interessante:

Considerando que o ambiente não pode ser negligenciado em prol da experimentação, antes de se realizar qualquer atividade prática, há que se avaliar suas implicações socioambientais e educacionais. Além de problematizar, possibilitando discussões e questionamentos relacionados aos conceitos científicos, a experimentação deve também motivar debates relacionados a questões ambientais (MACHADO e MÓL, 2008b, p. 41).

Neste sentido, além da atividade experimental potencializar o desenvolvimento de diferentes tipos de conhecimentos, o “problema” dos resíduos gerados pode oportunizar discussões acerca das contribuições da Química no sentido de auxiliar no tratamento destes e outros resíduos. Neste sentido, ao encontro das ideias de Silva, Soares e Afonso (2010), a realização de debates com os alunos enfocando a gestão dos resíduos produzidos na escola pode atuar como uma ferramenta formadora de uma mentalidade sensível aos problemas ambientais da atualidade por parte dos alunos e também dos professores.

4.3.4 Análise da atividade 4

A atividade 4 contou com a avaliação dos planos de aulas elaborados pelos professores, onde cada um deles avaliou o material de outro colega através da troca aleatória dos planos entre os mesmos. A elaboração destes planos fez parte das atividades à distância do curso de FC. Entre os professores que participaram do curso, apenas o Professor 7 não elaborou um plano de aula, porém auxiliou o Professor 8 na avaliação do plano de outro colega. Durante a apresentação e análise dos dados obtidos na atividade 4, não foi realizado nenhum detalhamento dos planos de aulas elaborados pelos docentes no curso de FC, já que o foco deste estudo é a análise da avaliação dos planos realizada pelos professores.

Sendo assim, a avaliação de cada plano de aula foi realizada através da utilização de um questionário distribuído aos professores (Apêndice 7), em que buscamos observar, sob a ótica dos mesmos, se os planos de aulas elaborados para o curso de FC contemplaram satisfatoriamente a abordagem do tema lixo eletrônico, realizando uma avaliação à cerca das estratégias de ensino utilizadas, acrescentando suas contribuições ou realizando as alterações que julgassem pertinentes para o plano analisado. Para concluir a atividade, o professor fez sua avaliação final dizendo se utilizaria ou não o plano de aula proposto pelo colega. As avaliações realizadas pelos docentes estão apresentadas na íntegra no Quadro 15.

(continua)

Autor	Avaliador	O plano de aula analisado contempla satisfatoriamente a abordagem do tema “Lixo Eletrônico”? Justifique.	Faça sua avaliação à cerca da(s) estratégia(s) de ensino utilizada(s) no plano de aula analisado.	Quais as contribuições ou alterações que você julga que são pertinentes para o plano de aula analisado?	Você utilizaria o plano de aula proposto? Justifique caso julgue necessário.
P1	P6	Sim, apresenta o tema e suas problemáticas, além de buscar juntamente com o público uma reflexão do que se fazer com esse lixo e o que já tem sido realizado. O tema está incluído na realidade do público-alvo.	A estratégia está muito bem elaborada. Com a interdisciplinaridade com o professor da área de informática, possibilitando assim maiores esclarecimentos ao público-alvo.	Uma prática experimental de determinação de metais e tópicos sobre toxicidade dos metais.	Sim, com as alterações citadas na questão anterior.
P2	P5	Sim. Apresenta uma abordagem geral sobre o lixo, mas enfatiza o lixo eletrônico como ponto de partida para discussões no âmbito do ecossistema, bem como a aplicação da temática para trabalhar os conteúdos de Química.	O plano contempla parte investigativa através de atividades experimentais e também a partir de questionamentos para uma situação problema ao redor do tema proposto.	Como foram citados muitos conteúdos, sugiro uma quantidade maior do número de aulas.	Sim. Sem dúvida o plano contempla a inserção do conteúdo de Química no cotidiano dos alunos e através da investigação busca conscientizar sobre os impactos desse tipo de material sobre o meio em que vivemos.
P3	P10	Sim, consegue trabalhar os conteúdos científicos de Química associado aos problemas que podem ocasionar ao meio ambiente devido ao descarte incorreto do lixo eletrônico.	Com relação aos temas que relacionam o lixo eletrônico, o plano de aula contemplou satisfatoriamente, pois foi proposto o trabalho com notícias e filmes. No entanto, senti falta do detalhamento de como será trabalhada a tabela periódica, apenas associações com as peças constituídas por tais elementos ou através de um material contextualizado, jogos didáticos, entre outras ferramentas de ensino.	<ul style="list-style-type: none">- Estipular um tempo maior para a realização das atividades;- Detalhar a maneira como será abordada a tabela periódica.	Utilizaria com certeza, acredito que a utilização de notícias e filmes desperta a atenção dos estudantes para o estudo dos conhecimentos científicos.

(continua)

Autor	Avaliador	O plano de aula analisado contempla satisfatoriamente a abordagem do tema “Lixo Eletrônico”? Justifique.	Faça sua avaliação à cerca da(s) estratégia(s) de ensino utilizada(s) no plano de aula analisado.	Quais as contribuições ou alterações que você julga que são pertinentes para o plano de aula analisado?	Você utilizaria o plano de aula proposto? Justifique caso julgue necessário.
P4	P1	Sim, contempla, pois faz a ligação da Química com o lixo eletrônico, propõe uma finalidade ao lixo além de buscar a conscientização do aluno quanto ao tema de extrema relevância para a sociedade.	A estratégia de ensino utilizada, problematização inicial, é muito interessante, pois desperta no aluno o pensar acerca do tema que será abordado na aula e as respostas dos alunos colocadas no quadro, fixa no aluno os dados citados e mostra a realidade do lixo eletrônico no cotidiano.	Apenas uma questão poderia ser adicionada, não somente reutilizar os equipamentos para como artesanato, poderia também abordar o tema reciclagem ou tentar que os alunos propusessem como reciclar.	Sim, utilizaria. Penso ser uma maneira agradável e de muito proveito para o aluno trabalhar o tema proposto da maneira como o plano de aula foi trabalhado.
P5	P9	Sim. O plano de aula busca contextualizar os conteúdos a partir do tema lixo. O título do próprio plano “Nosso lixo acaba na lixeira?” já nos remete a pensar que a ideia do professor é problematizar. Apesar do plano estar estruturado no tema lixo de forma geral, ele contempla satisfatoriamente o tema lixo eletrônico.	A aula proposta é <i>expositiva</i> . Entretanto, sugere o desenvolvimento de atividades muito interessantes, que buscam a participação <i>ativa</i> do aluno, como, por exemplo, a <i>pesquisa de campo</i> . Além disso, o plano sugere a utilização de jogos eletrônicos que abordam o tema. Considerei as estratégias muito interessantes.	Para auxiliar na problematização poderiam ser utilizados outros recursos como vídeos, dados de pesquisas, entre outros, que trouxessem um pouco mais da realidade desse tema. Acredito que isso iria despertar mais o interesse dos alunos.	Sim. O plano apresenta boas propostas além de sugerir uma interessante atividade de avaliação que foge um pouco das já saturadas provas e exercícios. Através desse plano acredito ser possível desenvolver diversas habilidades nos alunos como: trabalhar em grupo, pesquisarem, elaborar textos, entre outros, sendo este um dos motivos que me faria utilizá-lo em minhas aulas.

(continua)

Autor	Avaliador	O plano de aula analisado contempla satisfatoriamente a abordagem do tema “Lixo Eletrônico”? Justifique.	Faça sua avaliação à cerca da(s) estratégia(s) de ensino utilizada(s) no plano de aula analisado.	Quais as contribuições ou alterações que você julga que são pertinentes para o plano de aula analisado?	Você utilizaria o plano de aula proposto? Justifique caso julgue necessário.
P6	P4	Acredito que contemple, pois ele utilizará um computador – equipamento eletrônico – para abordar nas aulas e pretende contextualizar com a Química.	Este plano de aula contempla diversificadas estratégias (vídeo, atividade experimental e debate).	No meu ponto de vista faltou um pouco mais de detalhamento sobre como irá ocorrer a aula, quais os tópicos e a relação do conteúdo com o tema. Outro item que senti falta foi de como será avaliada essa aula e os recursos que serão utilizados. Quais os vídeos que serão apresentados, será como problematização? Ou no final?	Sim, utilizaria. Entretanto, acredito que este plano de aula poderia ser melhor detalhado, explicando melhor a relação da atividade experimental com o conteúdo a ser abordado. E deveria ser pensado em como avaliar tais aulas.
P8	P2	A aula em questão contempla o lixo num todo, não direcionando apenas para o lixo eletrônico. Acredito que esta aula contemplaria satisfatoriamente o tema em foco dando subsídios para ser trabalhado posteriormente, pois é bastante rica em dados históricos, na reciclagem do lixo em geral, o que seria necessário e essencial para um aprofundamento no lixo eletrônico.	A aula levará os alunos a uma reflexão das ações de <i>Hagar</i> (personagem da história em quadrinhos) em uma relação com as nossas ações. Através deste questionamento, os conceitos químicos serão importantes para os alunos. A elaboração de gráficos e tabelas ajudará os alunos a verem os riscos devido a quantidade de lixo que está sendo gerada e começarem a refletir sobre suas ações, mas falta a parte experimental.	Acho que seria interessante de pedir para os alunos “cuidarem” a quantidade de lixo que eles geram para a elaboração das tabelas e gráficos.	Sim, pois contempla fatos e conceitos importantes em relação ao lixo. Mas faltou um pouco da parte experimental.

(conclusão)

Autor	Avaliador	O plano de aula analisado contempla satisfatoriamente a abordagem do tema “Lixo Eletrônico”? Justifique.	Faça sua avaliação à cerca da(s) estratégia(s) de ensino utilizada(s) no plano de aula analisado.	Quais as contribuições ou alterações que você julga que são pertinentes para o plano de aula analisado?	Você utilizaria o plano de aula proposto? Justifique caso julgue necessário.
P9	P7 e P8	Sim. Tem uma abordagem significativa e contextualizada.	As estratégias são diversificadas, tornando interessante em um ou mais momentos para os alunos.	Verificar a duração do tempo planejado, pois acreditamos que o mesmo não será suficiente.	Sim, pois contempla o tema proposto.
P10	P3	Sim. Ele define a temática “Lixo Eletrônico” como o ponto de partida para o avanço da aula. Traz uma abordagem investigativa do conteúdo através deste tema.	Acredito que esteja de acordo com o tema, a estratégia é útil e pertinente, uma vez que o tema trabalhado parece de uma simplicidade grande, porém através do seu desmembramento podemos estudar várias áreas da Química.	Acredito que não seriam necessárias as 5 horas/aulas da maneira que foram propostas. Não se consegue definir se o trabalho investigativo que é proposto aos alunos seria complementar ao conhecimento de tabela e propriedades que eles já possuem, ou se este seria um trabalho prévio às propriedades, já que o conhecimento da tabela eles devem possuir previamente.	Com certeza utilizaria. O plano, além de bem escrito, está bem fundamentado e consegue-se perceber todos os objetivos propostos pelo professor aos alunos.

Quadro 15 - Avaliação dos planos de aulas realizada pelos professores.

De acordo com a análise dos planos de aula realizada pelos professores, podemos observar que todos os planejamentos elaborados pelos docentes contemplaram a abordagem do tema lixo eletrônico, sendo que alguns trataram especificamente deste tema enquanto que outros abordaram o tema geral “lixo”, delimitando posteriormente para os REEE.

Além disso, as atividades sugeridas nos planos elaborados pelos professores contemplaram uma grande diversidade de estratégias de ensino e de recursos didáticos como a exibição de vídeos e filmes (ou parte deles), leitura de textos, manipulação de peças obsoletas ou defeituosas de REEE, jogos eletrônicos, tirinhas de histórias em quadrinhos, debates sobre o tema, confecção de artesanato, atividades experimentais e palavras-cruzadas. De acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares (PCN+), é de vital importância e se faz necessário que os professores explorem e diversifiquem os materiais ou recursos didáticos utilizados em suas aulas. Tais diversificações “dão maior abrangência ao conhecimento, possibilitam a integração de diferentes saberes, motivam, instigam e favorecem o debate sobre assuntos do mundo contemporâneo” (BRASIL, 2002a, p. 109).

Em relação à análise das contribuições ou alterações que os professores julgaram pertinentes em cada plano analisado, observamos que os docentes avaliadores, sem exceção, pontuaram algo a melhorar nos planos de aulas, sugerindo outras atividades ou adequações quanto ao tempo estipulado para a execução dos planos. Desta forma, observamos que a atividade desenvolvida estimulou a criticidade e exercitou a capacidade de avaliação dos professores, afinal nenhum deles aceitou o material proposto pelos colegas do curso de FC como uma “receita pronta” de aula, reconhecendo as qualidades de cada plano, bem como pontuando algumas mudanças ou adaptações para estes materiais.

4.3.5 Análise da atividade 5

Durante a atividade 5 realizada no quarto encontro do curso de FC, os professores analisaram a abordagem do tema lixo eletrônico nos livros didáticos de Química do PNLD 2012. Anteriormente à apresentação e discussão das resenhas

críticas elaboradas pelos professores no curso de FC, faremos algumas considerações relevantes sobre os livros didáticos, instrumentos tão utilizados nas escolas de todo o mundo.

Ao longo dos anos o livro didático (LD) tem figurado como um importante instrumento que pode ser utilizado pelo professor e pelos estudantes em sala de aula. Nele encontramos textos, conceitos, imagens, tabelas, exercícios, entre outros. Cada um destes itens possui uma finalidade específica nos LD como despertar a atenção do aluno, realizar a contextualização de determinado assunto ou facilitar a aprendizagem de um conceito, por exemplo.

Neste sentido, tendo em vista a importância que os LD têm no processo de ensino e aprendizagem, é preciso que as etapas de escolha e adoção dos mesmos sejam levadas em conta, assim como a forma em que eles serão utilizados. Além disso, é necessário que este material esteja em consonância com os anseios dos professores e com a política adotada pela escola perante a educação dos alunos (LAJOLO, 1996).

Wartha e Faljoni-Alário (2005) também destacam a importância do livro didático por seu aspecto político e cultural, através da reprodução dos valores construídos pela sociedade e pelo próprio processo de transmissão do conhecimento. Os autores também reafirmam o papel de destaque desses materiais por serem, ainda hoje, os principais norteadores das práticas de muitos professores.

Sendo assim, objetivando viabilizar a distribuição gratuita de LD de qualidade para alunos de escolas públicas da educação básica, o governo federal executa o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). A amplitude desta ação em território nacional pode ser traduzida em números: somente no PNLD 2012 foram distribuídos mais de 162 milhões de LD em todo o Brasil (BRASIL, 2012a).

Especificamente na disciplina de Química, o PNLD 2012 ofereceu como opção de escolha para os professores cinco coleções de livros, sendo essas compostas por três LD cada. As cinco coleções de Química aprovadas no PNLD 2012 estão listadas no Quadro 16.

Coleção	Autor(es)	Editora
<i>Química na Abordagem do Cotidiano</i>	Eduardo do Canto e Francisco Peruzzo	Moderna
<i>Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia</i>	Martha Reis	FTD
<i>Química</i>	Eduardo Mortimer e Andréa Machado	Scipione
<i>Química Cidadã</i>	Wildson dos Santos e Gerson Mól	Nova Geração
<i>Ser Protagonista Química</i>	Julio Cesar Lisboa	SM

Quadro 16 - Coleções de LD de Química do PNLD 2012.

Essas coleções apresentam diferentes pressupostos metodológicos, o que pode interferir diretamente na escolha realizada pelos professores na busca de um material que se ajuste às suas expectativas e à sua realidade escolar (BRAIBANTE, PAZINATO e FRIEDRICH, 2013). Em um levantamento realizado por Friedrich, Pazinato e Braibante (2012) os autores analisaram quais LD foram escolhidos pelos professores de Química no estado do RS no PNLD 2012. A coleção *Química na Abordagem do Cotidiano* foi a distribuída em maior quantidade neste estado. Os resultados desta pesquisa estão apresentados no Gráfico 6.

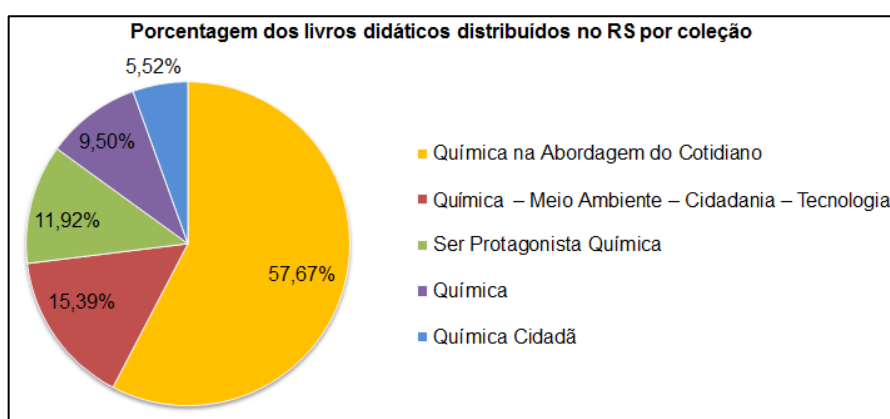


Gráfico 6 - LD de Química distribuídos pelo PNLD 2012 no RS.

(FRIEDRICH, PAZINATO E BRAIBANTE, 2012).

Apesar de este levantamento ter sido realizado apenas para o estado do RS, os resultados apresentados pela pesquisa em questão praticamente condizem à porcentagem de cada coleção de LD de Química distribuídos no Brasil (Tabela 9).

Tabela 9 - LD de Química distribuídos pelo PNLD 2012.

Coleções de livros didáticos	RS (%)	Brasil (%)
Química na Abordagem do Cotidiano	57,67	51,75
Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia	15,39	18,77
Ser Protagonista Química	11,92	15,03
Química	9,50	8,18
Química Cidadã	5,52	6,27

Fonte: elaborado pelo autor.

Em relação à abordagem do tema lixo eletrônico nestes materiais, observamos que, diferente dos LD de Química do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) 2008 que sequer citavam o termo “lixo eletrônico” (ESTEVÃO e BOUHID, 2012), a maioria dos LD de Química do PNLD 2012 apresenta alguma inserção a respeito do tema, seja através de breves citações, figuras ou textos, que conduzem a importantes discussões e questionamentos sobre o assunto (FRIEDRICH e BRAIBANTE, 2013). Sendo assim, os professores participantes do curso de FC elaboraram, em duplas, resenhas críticas de um LD de Química de cada coleção do PNLD 2012, as quais estão apresentadas no Quadro 17.

(continua)

Professores	Resenha crítica
P7 e P9	<p>Química na Abordagem do Cotidiano – Volume 2 (Eduardo do Canto e Francisco Peruzzo)</p> <ul style="list-style-type: none"> - A abordagem do tema “lixo eletrônico” é superficial, com pequenas observações na forma de texto no desenvolvimento do conteúdo. - A abordagem se restringe apenas a um item de um capítulo, Eletroquímica: células galvânicas. - Tanto as observações (mini-textos) e imagens são insuficientes para mostrar a real importância da relação da Química com o tema, bem como da importância deste assunto para o meio ambiente, para a atual e futuras gerações. - Em nenhum momento há relação do consumismo de equipamentos eletroeletrônicos e a geração de resíduos. - O livro didático poderia citar sites de órgãos públicos que poderiam fornecer informações sobre o destino adequado dos resíduos, conforme simplesmente cita nas páginas 148, 149 e 150. - O livro didático restringe os equipamentos eletroeletrônicos somente na parte de pilhas e baterias. - O livro didático não apresenta informações novas (inéditas) ou atrativas. - A abordagem se restringe à toxicidade de metais, como cádmio e mercúrio. - Em síntese, o livro didático não contextualiza os conteúdos de Química com o tema. O livro didático tenta fazer algumas relações que são superficiais com o assunto. Ainda, em nenhum momento há menção do termo lixo eletrônico.
P3 e P5	<p>Ser protagonista Química – Volume 2 (Julio Cesar Lisboa)</p> <p>Fazendo a análise detalhada sobre a abordagem do tema “lixo eletrônico” trazida pelo livro verificamos poucos tópicos que buscam a contextualização do tema com os conteúdos. As abordagens encontradas no livro são voltadas à exemplificação das “possíveis” reações de oxidação-redução na parte da eletroquímica, mas não faz uma abordagem direta. Na página 353 reservada a ciência, sociedade e tecnologia surge um texto interessante sobre a reciclagem de sucata eletrônica para obtenção de matéria nobre. O texto, assim como todo envoltório do tema apresentado, surge apenas como metodologia de problematização, mas não apresenta solidez no caráter voltado ao conteúdo. Nesse aspecto destacam-se as imagens que o livro apresenta que auxiliam na compreensão do universo ao redor dos úteis eletrônicos que na sua obsolescência acabam provocando graves problemas ambientais.</p>

(continua)

Professores	Resenha crítica
P2 e P8	<p>Química – Meio ambiente – Cidadania – Tecnologia – Volume 2 (Martha Reis)</p> <p>Em relação ao livro averiguado, a autora na unidade 5 introduz o tema “Lixo eletrônico” através de reportagens sobre descarte inapropriado e as consequências para a saúde, mostrando ao mesmo tempo diversas imagens.</p> <p>Após, há alguns questionamentos exploradores dos textos anteriores, o que ajudará na introdução dos conteúdos relacionados à eletroquímica.</p> <p>Além disso, há também a presença de uma atividade experimental relacionada ao lixo eletrônico e aos conteúdos de Química deste capítulo do livro.</p> <p>No final da unidade há um resumo, porém notamos a ausência de esquemas, mapas conceituais que podem levar a uma melhor compreensão dos alunos.</p> <p>Ao decorrer da unidade, os conteúdos são bem trabalhados utilizando diversas contextualizações, como o uso dos metais na indústria, os danos ao meio ambiente, histórias das pilhas e várias outras curiosidades que proporcionarão ao aluno uma melhor relação da Química com fatos do dia-a-dia.</p>
P1 e P10	<p>Química – Volume 2 (Eduardo Mortimer e Andréa Machado)</p> <p>O livro avaliado não traz uma relação direta com o tema “lixo eletrônico”. No capítulo 5, na introdução ao estudo das reações de oxirredução há uma problematização a respeito das pilhas e baterias, fazendo menção à produção das pilhas, riscos ao meio ambiente e seu descarte. A abordagem proposta pelo autor é bastante tradicional quanto aos conteúdos, com a inserção de alguns textos.</p> <p>Há uma parte que fala sobre o descarte e os tipos de pilhas, além de propor uma pesquisa sobre os tipos de pilhas. As imagens que o livro apresenta sobre as pilhas são interessantes, pois mostram também o interior de uma pilha, além de trazer imagens de diferentes pilhas e baterias.</p> <p>O livro analisado não trouxe problematização quanto ao lixo eletrônico em si, sobre o consumismo, produção do lixo eletrônico e sua destinação correta, nem imagens que remetam diretamente ao lixo eletrônico (computadores, câmeras, entre outros).</p>

(conclusão)

Professores	Resenha crítica
P4 e P6	<p>Química cidadã – volume 1 (Wildson dos Santos e Gerson Mól)</p> <p>O livro Química Cidadã (volume 1) inicia sua Unidade 1 com o tema em foco “Química, materiais e consumo sustentável”. Esta unidade possui dois capítulos e os mesmos abordam o tema lixo eletrônico. A abordagem aparece principalmente através de textos no início dos capítulos, imagens de celulares, computadores e outros equipamentos.</p> <p>O capítulo 1 “Transformações e propriedades das substâncias” apresenta uma relação do consumismo exacerbado das pessoas com o conteúdo de transformações e propriedades. O tema lixo eletrônico é abordado através de algumas informações que permitem uma reflexão crítica com os estudantes sobre o consumo de celulares. Além disso, destacamos que o livro apresenta muitas imagens que podem ser trabalhadas para abordar o tema e possibilitar que o aluno reflita sobre o assunto.</p> <p>Já o capítulo 2 “Materiais e processos de separação” traz um enfoque mais geral sobre o lixo, apresentando como tema em foco “Reutilizar e Reciclar”. Acreditamos que este capítulo também pode ser aproveitado pelo professor para a abordagem do lixo eletrônico. Ainda neste capítulo os autores apresentam esquemas, imagens, dados, gráficos, ricos em informações que auxiliam na elaboração do plano de aula pelo professor.</p> <p>Em cada capítulo os autores trazem em destaque (PENSE!) uma pergunta reflexiva sobre o tema que pode ser muito útil de ser trabalhada em sala de aula.</p> <p>Enfim, a obra “Química Cidadã” (volume 1) constitui-se como uma excelente referência, ferramenta para o professor planejar suas aulas. Neste sentido, pensamos que talvez a obra seja um pouco extensa para ser utilizada pelos alunos. Entretanto, com a nova reforma do currículo do ensino médio estadual a mesma apresenta-se como um bom material.</p> <p>Cabe ao professor saber selecionar o seu material, sintetizar e buscar em outros meios temas que sejam relevantes de serem trabalhados no Ensino de Química.</p>

Quadro 17 - Resenhas críticas dos LD do PNL 2012 sobre o tema lixo eletrônico.

Analisando as resenhas críticas elaboradas pelos professores no curso de FC, observamos que os LD, em sua maioria, buscam uma conexão com o tema lixo eletrônico. De acordo com a análise realizada pelos professores, os livros *Química na Abordagem do Cotidiano – Volume 2*, dos autores Eduardo do Canto e Francisco Peruzzo, e *Química – Volume 2*, dos autores Eduardo Mortimer e Andréa Machado, apresentam uma problematização muito superficial e restrita em relação ao tema lixo

eletrônico. Ainda é possível verificar através destas resenhas que em grande parte dos livros analisados, o tema emerge na abordagem dos conteúdos de eletroquímica, dando ênfase às pilhas e baterias, discutindo suas composições químicas e descarte adequado, corroborando com os resultados apresentados em outras pesquisas já relacionadas a esta questão (FRIEDRICH e BRAIBANTE, 2013).

Na obra *Ser protagonista Química – Volume 2*, do autor Julio Cesar Lisboa, há um destaque para o texto intitulado “Do pó ao cobre: reciclagem da sucata eletrônica permite obtenção de matéria-prima nobre”, em que são discutidas questões referentes ao lixo eletrônico. De acordo com a resenha elaborada pelos Professores 3 e 5, o LD em questão apresenta algumas imagens que fazem conexões com o tema lixo eletrônico. Todavia há uma pequena quantidade de tópicos que buscam a problematização deste tema, tendo como destaque o bom texto apresentado ao final da unidade.

Segundo a resenha apresentada pelos Professores 4 e 6, a obra *Química Cidadã (Volume 1)*, dos autores Wildson dos Santos e Gerson Mól, aborda o tema lixo eletrônico, principalmente através de textos e imagens de equipamentos eletroeletrônicos. Neste LD, há discussões acerca do consumismo, da reutilização e da reciclagem acompanhadas de muitas imagens relacionadas com o tema em questão que pode ser discutido pelo professor em sala de aula. De acordo com a resenha, a obra é uma excelente referência para o professor planejar suas aulas, necessitando que ele selecione o material, através da síntese das ideias apresentadas nesta obra, considerada pelos Professores 4 e 6 como “um pouco extensa para ser utilizada pelos alunos”.

Entre os LD que os professores analisaram, a obra *Química – Meio ambiente – Cidadania – Tecnologia – Volume 2*, da autora Martha Reis, foi a que mais se destacou na abordagem do tema lixo eletrônico junto aos conteúdos de Química. Nesta obra, há uma unidade, que compreende vários capítulos, intitulada “Lixo eletrônico” em que são debatidos diferentes enfoques sobre o tema através de textos, figuras e questionamentos. Vale destacar que esta unidade também aborda os conteúdos relacionados à eletroquímica. Na Figura 15, apresentamos alguns recortes desta unidade para elucidar a abordagem do tema em questão neste LD.

UNIDADE 5
Lixo eletrônico

[...] você já pensou que seu velho televisor pode estar envenenando uma criança na China, ou que seu antigo computador esteja contaminando um rio na Nigéria? Sem uma lei que proíba a exportação de lixo eletrônico tóxico nos Estados Unidos não há maneira de saber se os antigos celulares, computadores ou televisores originados nesse país não acabaram em alguma cidade pobre do mundo em desenvolvimento. Ali moradores desesperados desmontam estes aparelhos à mão para recuperar parte dos valiosos metais que o compõem. Um pequeno grupo de pessoas alçou-se com uns poucos recicladores para garantir que o lixo eletrônico possa ser tratado com responsabilidade, criando um programa de certificação de controlador eletrônico (e-Stewards).

Lixo eletrônico à deriva

326

Com os depósitos e aterros sanitários repletos de lixo, os trabalhadores não podiam mais recolher o lixo local, não desamando outra escolha à população a não ser empilhar o lixo nas ruas. Com o aumento das pilhas, os próprios moradores começaram a incinerar o lixo, aumentando a poluição do ar. Finalmente, o governo resolveu interceder e encontrou uma solução temporária: usar pequenos espaços no meio das montanhas de lixo.

A raiz desta crise foi revelada em um livro publicado no ano passado nos Estados Unidos pelo especialista em crime organizado, o jornalista Roberto Saviano. O pesquisador afirmou que as companhias de limpeza contratadas pela Câmara ganham os contratos para remover o lixo tóxico das indústrias do norte da Itália e depois, por causa do esgotamento de capacidade dos aterros existentes, jogam esse lixo nos rios da região. Saviano revelou também que as empresas geridas pela mafia misturam lixo tóxico com outros materiais e revendem como fertilizantes.

A situação atingiu o ápice em dezembro de 2007 quando, mais uma vez, a coleta de lixo chegou a um impasse porque os depósitos atingiram sua capacidade máxima. Mas, diferente do passado, o governo italiano não conseguiu encontrar uma solução temporária, o que levou ao mais longo período sem o serviço de coleta de lixo.

[...]

ALFARI, Massimo R. Napoli. *Tão quieto não há segurança*. Extrato de site www.comunidade.org.br/br/MATERIA-Reportagem-lixo-toxico-Crise-na-seguranca. Acesso em: 2 mar. 2010.

Lixo eletrônico tem substâncias perigosas para a saúde humana

Chumbo, mercúrio e cádmio. Esses são alguns dos elementos que estão nos computadores, celulares e TVs de plasma.

[...]

"Os indivíduos envenenados por estes elementos químicos, como chumbo, mercúrio e cádmio, são tratados pelos sintomas. Difícilmente o médico vai identificar o que causou a doença, a não ser que o índice de reconstrução em uma certa região seja muito alto", justifica a especialista.

A contaminação por estes elementos pode se dar pelo contato direto, no caso de pessoas que manipulam diretamente as placas eletrônicas e outros componentes perigosos dos eletrônicos nos liões a céu aberto, comuns em certos locais da Ásia e da África, principalmente.

Mas também pode acontecer de forma acidental. Quando um eletrônico é jogado em lixo comum e vai para um aterro sanitário, há grandes possibilidades de que os componentes tóxicos contaminem o solo e cheguem até os lençóis freáticos, afetando também a água, segundo a especialista. "Essa água pode ser usada para irrigação, para dar de beber ao gado e dessa forma, seja pela carne ou pelos alimentos, esses elementos podem chegar até o homem", complementa ela.

Embora os fabricantes estejam sendo pressionados a eliminar ou pelo menos reduzir o uso dessas componentes nos produtos, os equipamentos mais antigos, que estão indo parar no lixo hoje, contêm muitas dessas substâncias.

UNIVERSA, Curitiba. Extrato do site http://info.globo.com.br/comunicacao_jornalismo/2007/04/25/2007042502020. Acesso em: 17 jan. 2010.

329

1 – Quais os metais valiosos que podem ser encontrados no lixo eletrônico?

2 – Como é feita a reciclagem responsável do lixo eletrônico?

3 – O que é um aterro sanitário? Como os resíduos do lixo eletrônico podem atingir os corpos de água?

6 – Quais as doenças que podem ser desencadeadas pelo contato com elementos como chumbo, mercúrio e cádmio?

Em 2008 foram vendidos 1,2 bilhão de telefones celulares. Fonte: <http://tecnologia.veiculos123.com.br/2008/08/08/123-bilhoes-de-telefones-celulares-foam-vendidos-em-2008-afirmao-em-e-arcadeo-veiculos>. Acesso em: 25 fev. 2010.

Figura 15 - Recortes do LD de Química (volume 2) da autora Martha Reis.

Desta forma, através das análises realizadas pelos professores durante o curso de FC, além de abrirmos um espaço para discussões sobre a importância deste recurso didático, também possibilitamos um momento de análise do mesmo acerca do tema lixo eletrônico. Durante esta avaliação realizada pelos professores, eles puderam conhecer como – e se – o lixo eletrônico vem sendo abordado em diferentes coleções de LD de Química.

Neste sentido, observamos que alguns dos LD do PNL 2012 analisados pelos professores abordam o tema lixo eletrônico. O enfoque dado a este tema em alguns LD pode estar representando uma maior preocupação com este tipo de resíduo, reafirmando, desta forma, a importância de discussões sobre este assunto em sala de aula.

4.3.6 Avaliação geral das atividades da etapa E3

Ao final do curso de formação continuada para professores de Química “Lixo Eletrônico em foco”, os professores participantes responderam um questionário (Apêndice 8) em que avaliaram as atividades do curso, bem como aferiram questões relativas à formação de professores em si. Desta forma, a apresentação dos resultados deste questionário estará dividida nas seguintes categorias:

- Avaliação da formação de professores;
- Avaliação do curso “Lixo eletrônico em foco”;
- Avaliação sobre o tema do curso;
- Avaliação do site “Química e Lixo eletrônico”.

4.3.6.1 Avaliação sobre a formação de professores

As quatro primeiras questões respondidas no questionário final avaliaram as concepções dos participantes do curso em relação à formação de professores. A análise das respostas dadas a essas questões está apresentada no Gráfico 7.

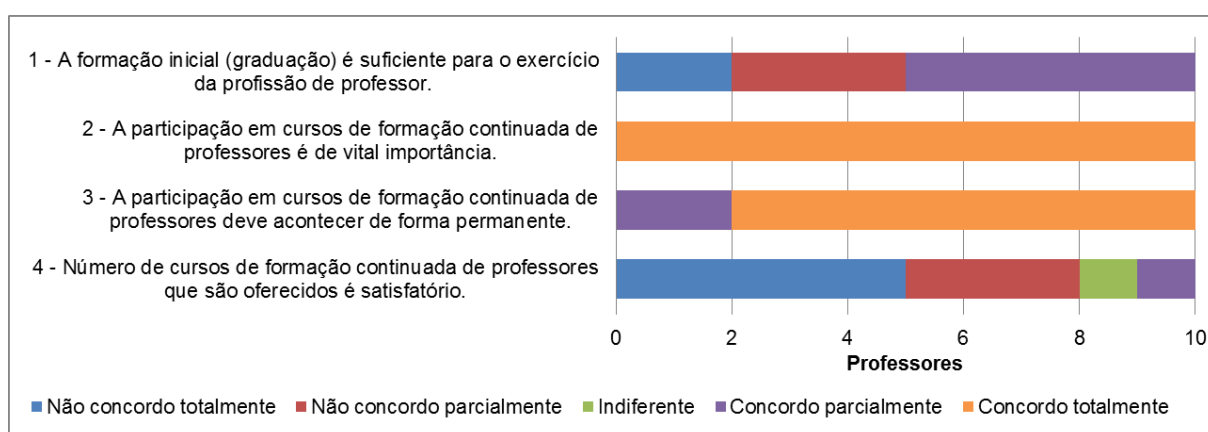


Gráfico 7 - Avaliação sobre a formação de professores.

Analisando a questão 1, observamos que há uma heterogeneidade na concepção dos professores de que a formação inicial seja suficiente para o exercício da docência na educação básica. Por outro lado, verificamos que todos os professores concordaram veementemente que a participação em cursos de formação continuada é de vital importância para o aprimoramento profissional do docente e que esta formação deve acontecer de maneira permanente.

Através destes resultados, também constatamos que o número de cursos de FC que são oferecidos na opinião dos professores é insuficiente. Portanto, estimular a realização de atividades deste tipo é necessário, favorecendo e possibilitando, desta forma, a participação e contínua formação dos professores.

4.3.6.2 Avaliação do curso “Lixo eletrônico em foco”

Após o encerramento das atividades do curso de FC buscamos avaliá-lo acerca da sua contribuição para a formação dos professores, a relevância das discussões feitas durante o curso, a sua duração e os dias em que foi realizado. A análise das respostas dadas às questões 5 a 9 estão apresentadas no Gráfico 8.

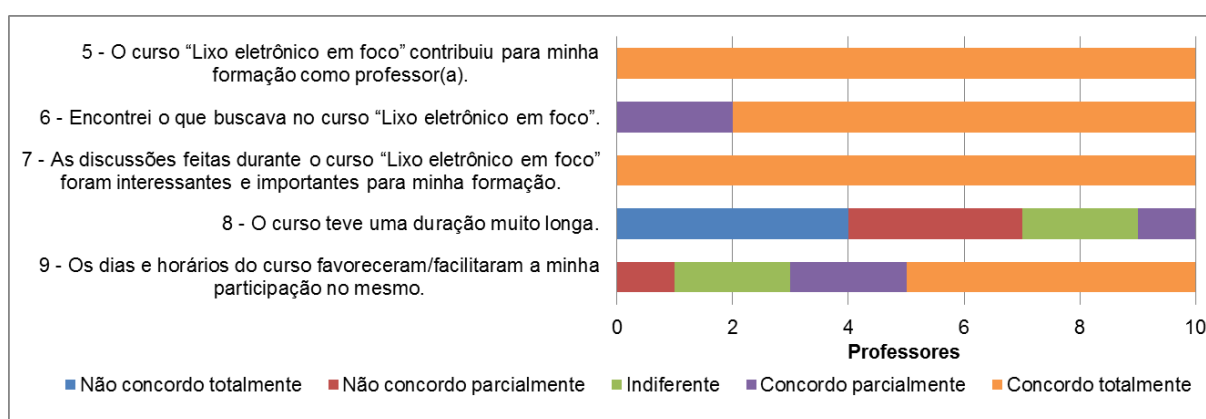


Gráfico 8 - Avaliação do curso “Lixo eletrônico em foco”.

De acordo com as respostas dadas pelos professores, observamos que eles acreditam que o curso contribuiu para a sua formação, sendo que suas expectativas em relação ao curso de FC foram atingidas. Muito dessa satisfação se deve possivelmente pela sondagem realizada na etapa E1 deste trabalho, onde questionamos professores da educação básica sobre o que buscavam em um curso de FC, para que assim estruturássemos as atividades que desenvolvemos na etapa E3. Esta satisfação pôde também ser observada através da avaliação final descritiva que foi feita pelos professores:

Professor 2: O curso foi muito bom. Superou minhas expectativas, pois não foi monótono, conseguiu abordar a ação do professor em relação ao tema, como possíveis aulas.

Professor 3: O curso foi bom, trouxe novidades, permitiu a interação entre professores de diferentes sistemas educacionais.

Professor 4: Acredito que a abordagem e as informações aprendidas superaram minhas expectativas. Foi um momento de muitas trocas de conhecimentos e discussões entre os colegas.

Professor 5: O curso teve um caráter contextualizador inserindo um tema muito relevante nos dias de hoje. Com toda certeza o tema lixo eletrônico pode desencadear uma série de questões que nortearão os conteúdos da disciplina de Química, bem como incorporação ao seminário integrado, pois toda a temática envolvida abre margem para uma conversa de todas as áreas em volta de um assunto que suscita informações e requer cuidado em razão da problemática ambiental causada pela desinformação a respeito dos eletrônicos descartados.

Professor 7: O curso foi de grande importância para mim, fiquei muito satisfeita. Como já trabalho com o tema na 2ª série principalmente, foi muito bom ver as diferentes maneiras e conteúdos onde pode ser também abordado.

Professor 10: O curso de formação continuada contribuiu bastante para a minha formação. Através dele será possível utilizar esta temática do lixo eletrônico em minhas aulas, pois é um tema que desperta a atenção dos estudantes, pois muitas vezes eles não percebem a Química presente no mesmo.

A seleção criteriosa dos artigos que foram discutidos durante o curso, a elaboração das atividades desenvolvidas, assim como a abordagem de diversos assuntos relacionados ao lixo eletrônico e ao Ensino de Química, foi muito importante para o sucesso deste curso, sendo estes itens reconhecidos pelos professores em suas respostas. Podemos verificar isto, por exemplo, na questão 7 do questionário, em que todos os participantes consideraram as atividades do curso

de FC interessantes e importantes para a sua formação. Neste sentido, também destacamos o comentário do Professor 1: “mesmo que eu já tenha contato com o tema, as leituras, as discussões, os vídeos e a maneira com que o curso foi conduzido contribuiu muito para ampliar meus conhecimentos e curiosidades acerca do tema. Assim, certamente será trabalhado o lixo eletrônico nas próximas aulas que ministrarei”.

Ao realizarmos a avaliação em relação à duração do curso e a sua realização aos sábados, verificamos que há diferentes opiniões dos professores. Quanto à duração do curso (quatro encontros que juntos contabilizaram 15 horas presenciais), a maioria dos participantes não achou que foi muito longo, sendo que apenas um professor manifestou certa insatisfação em relação ao tempo do curso. Quanto à realização aos sábados, que inicialmente acreditávamos ser um dia da semana que favoreceria a participação dos professores, observamos que a maioria dos participantes concordou que os dias e horários em que o curso foi realizado facilitaram e favoreceram a sua participação no curso, confirmando nossa hipótese inicial. Em sua avaliação descritiva do curso, o professor 10 também fez um comentário neste sentido: “O curso realizado aos sábados contribui para que os professores possam participar, não havendo ao mesmo tempo eventos na escola”.

Além disso, através da avaliação descritiva, alguns professores deram algumas sugestões para futuras propostas relacionadas a cursos de FC:

Professor 3: Deveria ser repetido mais vezes, quem sabe com uma proposta de realização anual. Abrir espaço para as outras áreas das Ciências Naturais e Exatas, como a Biologia e a Física, permitindo uma discussão mais ampla com foco na interdisciplinaridade.

Professor 6: Espero que novos cursos de formação sejam promovidos.

O comentário do Professor 3 em relação ao convite de professores de outras áreas em cursos de FC destacou-se e certamente deve ser considerado em ações futuras deste tipo. Na concepção de Fazenda (1992), um grupo interdisciplinar é composto por profissionais que possuem a sua formação em diferentes áreas do conhecimento, em que cada um venha a contribuir com seus conceitos, métodos, dados e termos próprios. Neste sentido, um curso de FC composto por um grupo

interdisciplinar seguramente suscitaria discussões muito relevantes em torno de qualquer tema, sendo o lixo eletrônico um deles.

4.3.6.3 Avaliação sobre o tema do curso “Lixo eletrônico em foco”

Avaliamos o tema do curso através das respostas das questões 10 a 13 do questionário final, nas quais obtivemos os resultados que estão apresentados no Gráfico 9.

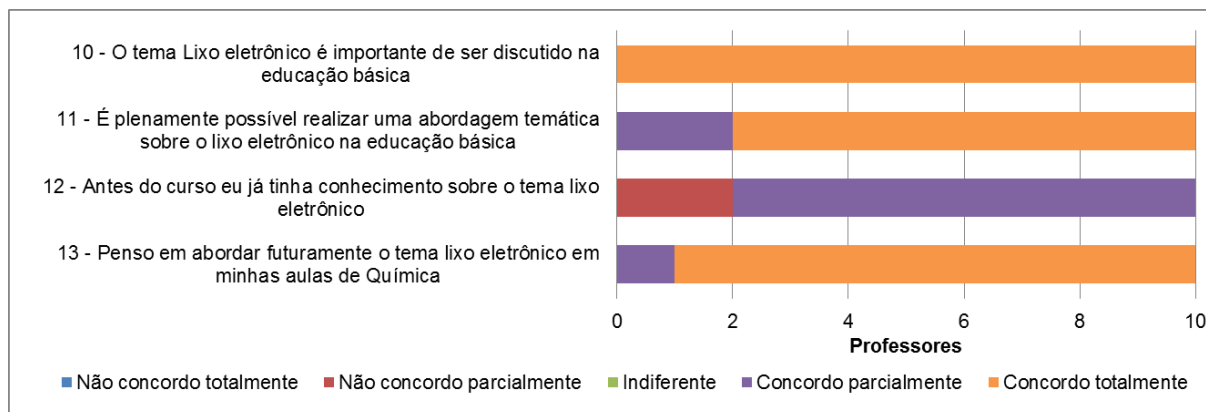


Gráfico 9 - Avaliação sobre o tema do curso de FC.

Podemos observar através da análise do Gráfico 9 que, segundo a avaliação dos professores participantes do curso, o tema lixo eletrônico é muito importante de ser discutido na educação básica e que é plenamente possível realizar uma abordagem temática acerca deste assunto em sala de aula. Verificamos que antes do curso alguns deles praticamente desconheciam a abordagem deste tema no Ensino de Química. Felizmente, após o término do mesmo, os professores participantes consideraram que pretendem abordar o tema lixo eletrônico futuramente em suas aulas, confirmando a hipótese de que este tema é relevante e de que realmente é uma possibilidade para o Ensino de Química.

4.3.6.4 Avaliação do *website* “Química e Lixo eletrônico”

Ao final da avaliação das atividades relacionadas à etapa E3 desta pesquisa, analisamos também a relevância da criação do *website* “Química e lixo eletrônico” para os professores (conforme descrito no Capítulo 3, item 3.3.3). O Gráfico 10 apresenta os resultados referentes a esta avaliação.

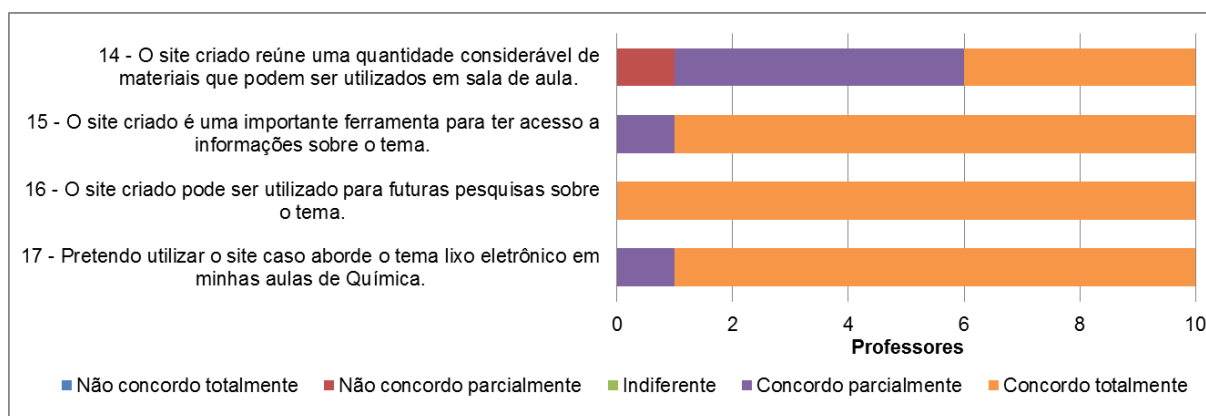


Gráfico 10 - Avaliação do *website* “Química e lixo eletrônico”.

Em relação aos materiais reunidos no *website* (artigos, textos, vídeos, entre outros), a maioria dos professores considerou que estão em uma quantidade considerável. Entretanto, um professor não concordou com esta afirmação, devendo esta opinião ser considerada, fazendo com que busquemos aprimorar este *website*, além de considerarmos a sua contínua atualização mesmo após o encerramento desta pesquisa. Neste mesmo sentido, em sua avaliação descritiva, um professor destacou: “em relação ao site, acredito que ele só será válido mesmo se não for apenas momentâneo. O mesmo deve continuar atualizado sempre” (Professor 2).

Além disso, os participantes do curso também afirmaram que pretendem utilizar o *website* caso abordem o tema lixo eletrônico em suas aulas. Desta forma, através desta avaliação feita com os professores, verificamos que o *website* criado neste trabalho figura como uma importante ferramenta de pesquisa sobre o lixo eletrônico, podendo ser utilizado futuramente pelos professores para planejar suas atividades em relação ao tema.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho descrevemos a importância e exploramos possibilidades de abordagens do tema lixo eletrônico no Ensino de Química, bem como viabilizamos discussões acerca deste relevante assunto na formação inicial e continuada de professores de Química através das diferentes atividades desenvolvidas. Por intermédio de tais ações, buscamos responder à questão que orientou esta pesquisa: “De que formas o tema Lixo Eletrônico pode ser abordado e como ele pode colaborar na formação de professores de Química?”. Neste sentido, as atividades desenvolvidas nesta pesquisa foram divididas em três etapas: E1, E2 e E3.

Na etapa E1, através de um projeto de extensão, foram distribuídos kits de reagentes na PROFITECS 2013/UFSM para professores de Química e de Ciências que permitem a identificação qualitativa de alguns metais no lixo eletrônico e a determinação do pH de amostras. Após a utilização dos kits em suas escolas, os docentes deram um retorno positivo referente à utilização deste material, o qual instiga a abordagem do tema lixo eletrônico em suas aulas.

Por meio da análise das respostas dos professores no questionário respondido nesta etapa, verificamos, de acordo com as concepções dos mesmos, a importância de abordar o tema lixo eletrônico na educação básica. Além disso, as respostas coletadas neste instrumento possibilitaram diagnosticar o que os professores buscam em um curso de formação continuada, sendo estas informações de vital importância para a organização das atividades desenvolvidas na etapa E3 desta pesquisa.

Já a etapa E2 deste trabalho contou com a realização de algumas intervenções em uma turma da disciplina de Química Analítica Qualitativa Experimental do curso de Química Licenciatura da UFSM. Entre as atividades desenvolvidas com os licenciandos, destacamos a elaboração de planos de aula com o tema lixo eletrônico. Através desta intervenção, foi possível suscitar discussões acerca da importância do planejamento de atividades, bem como a estruturação de planos de aula que relacionaram os conteúdos de Química com o tema lixo eletrônico.

Nesta etapa também foi realizada uma atividade experimental de caráter investigativo que visou à identificação qualitativa dos metais presentes nos REEE. Nesta atividade, os alunos tiveram um contato físico com estes resíduos, bem como realizaram análises químicas qualitativas em uma amostra real possibilitando, desta forma, a aplicação dos conteúdos desta disciplina.

Através da elaboração de planos de aula e da atividade experimental investigativa realizamos a inserção do tema lixo eletrônico durante a formação inicial destes futuros professores de Química. De acordo com a avaliação geral realizada após estas inserções, os estudantes consideraram que, além de despertar seu interesse pelo tema, estas atividades envolvendo o lixo eletrônico contribuíram para a formação profissional deles. Sendo assim, acreditamos que a utilização deste tipo de resíduo pode ser uma estratégia importante a ser utilizada no Ensino de Química também no ensino superior durante a formação inicial de professores.

A etapa E3 contou com a organização e execução de um curso de formação continuada para professores de Química, no qual o tema lixo eletrônico foi abordado. Durante a estruturação deste curso, um *website* foi elaborado reunindo diversos materiais como sites, artigos e vídeos relacionados ao tema em questão. Este *website* possibilitou a inscrição dos participantes no curso de FC, além de figurar como uma importante ferramenta de pesquisa para os professores no momento de planejar atividades que envolvam este tema.

Durante o curso de FC, os professores tiveram contato com o lixo eletrônico, discutindo questões relevantes acerca da sua geração, da sua composição química, da toxicidade de algumas substâncias nele presentes e conhecendo um pouco mais sobre a legislação brasileira vigente em relação aos REEE. Também foram realizadas atividades que proporcionaram discussões relacionadas à importância e os objetivos das atividades experimentais no Ensino de Química, sobre a elaboração e análise de planos de aula, avaliação de livros didáticos de Química em relação à abordagem do tema lixo eletrônico, bem como a criação de um instrumento para avaliação de vídeos (Planilha Coletiva de Avaliação – PCA). Além disso, este curso também proporcionou momentos reflexão sobre as práticas dos professores participantes e a discussão de artigos científicos, desencadeando relevantes debates sobre diversos assuntos relacionados ao Ensino de Química.

Através da avaliação final realizada com os professores participantes deste curso de FC, verificamos que eles reconheceram que as atividades desenvolvidas foram bastante variadas e que elas contribuíram significativamente para a sua formação profissional. Os professores enfatizaram a importância de discutir o tema lixo eletrônico na educação básica, mostrando que é plenamente possível se utilizar deste tipo de resíduo para ensinar Química. Através da elaboração, discussão e avaliação dos planos de aula, por exemplo, os professores discutiram diferentes formas de abordar este tema, por intermédio da utilização de diversas estratégias didáticas.

Os resultados obtidos nas diferentes etapas deste trabalho – atividade de extensão, intervenções na formação inicial de professores de Química e curso de formação continuada – evidenciaram a relevância do tema lixo eletrônico e a necessidade de uma abordagem do mesmo em ações de formação inicial e continuada de professores de Química, sendo esta possível e necessária. O tema abordado de diferentes maneiras foi problematizado e discutido com sucesso durante todas as ações realizadas nesta pesquisa.

O lixo eletrônico por se tratar de um tema que recebe pouca ênfase e não é muito abordado ainda hoje no Ensino de Química, instigou-nos a discuti-lo nos diferentes níveis de ensino, objetivando também a promoção da Educação Ambiental e a preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações. Desta forma, esperamos ter contribuído para a área de Ensino de Ciências e que, a partir deste trabalho, surjam novas propostas relacionadas ao tema lixo eletrônico, através de atividades em salas de aula na educação básica ou na formação inicial e continuada de professores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos**: análise de viabilidade técnica e econômica. Brasília, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Relatório Anual Anatel 2012**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=297390&pub=original&filtro=1&documentoPath=297390.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

AKAHOSHI, L. H. **Uma análise de materiais instrucionais com enfoque CTSA produzidos por professores de Química em um curso de formação continuada**. 2012. 162 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. 14. ed. Campinas: Papirus, 2008.

ARANHA NETO, E.A.C. **Solda estanho-chumbo**: Aplicações na Eletrônica. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/piazza/materiais/EdisonNeto.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

ARAÚJO, S. M. V. G.; JURAS, I. A. G. M. **Comentários à Lei dos Resíduos Sólidos**: Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (e seu regulamento). São Paulo: Editora Pillares, 2011.

ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do Ensino. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 24, p. 8-11, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos: Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 16156**: Resíduos de equipamentos eletrônicos – Requisitos para atividade de manufatura reversa. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **Perguntas frequentes**. Brasil, 2014. <<http://www.abnt.org.br>> Acesso em: 26 jan. 2014.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. 4. ed. Tradução de Marco Tadeu Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; FRIEDRICH, L. S. *Pressupostos metodológicos das três coleções de livros didáticos de Química mais utilizadas no RS. Anais da 36ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*. Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.

BRAIBANTE, M. E. F.; WOLLMANN, E. M. A influência do PIBID na formação dos acadêmicos de Química Licenciatura da UFSM. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 34, p. 167-172, 2012.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 06 jan. 2014.

_____. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 20 jan. 2014.

_____. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 10 jan. 2014.

_____. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Programa Nacional do Livro Didático 2012**. Brasília, 2012a. Disponível em: <<http://www.fnnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-dados-estatisticos>>. Acesso em: 12 fev. 2014.

_____. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2012**. Brasília, 2012b. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos**: PNLD 2012: Química. Brasília, 2011.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2006.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **PCN+ Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002a.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Referenciais para formação de professores**. Brasília, 2002b.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 nov. 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2008_401.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2014.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; TERRADES, I. M. A emergência da didática das ciências como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação**, Portugal, vol. 14, n.1, p. 155-195, 2001.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

DEWEY, J. **How we think**. Boston: D.C. Heath & Co., 1910.

DUFFUS, J. H. Heavy metals - A meaningless term? **Pure and Applied Chemistry**, United States, vol. 74, n. 5, p. 793-807, 2002.

ESTEVIÃO, A. P. S. S.; BOUHID, R. R. *Como o tema lixo eletrônico vem sendo abordado nos livros didáticos de Química do ensino médio*. **Anais do III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**. Niterói, Rio de Janeiro, 2012.

EUROPEAN UNION. Directive 2002/95/EC of the European Parliament and the Council on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipments. **Official Journal of European Union**, jan. 27, 2003.

Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:EN:PDF>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 1992.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma abordagem Investigativa Contextualizada. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E.; OLIVEIRA, N. Os alótropos do estanho: ocorrências do estanho α e as novas soldas sem chumbo usadas em eletrônicos. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 35, n. 3, p. 124-130, 2012.

FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRIEDRICH, L. S.; BRAIBANTE, M. E. F. *A abordagem do tema lixo eletrônico pelas três coleções de livros didáticos de Química mais utilizadas no RS*. **Anais do 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**. Ijuí, Rio Grande do Sul, 2013.

_____. *Metal pesado: concepções dos alunos dos cursos de Química da Universidade Federal de Santa Maria*. **Anais do II Seminário Internacional de Educação em Ciências**. Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2012.

FRIEDRICH, L. S.; PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. *Levantamento dos Livros Didáticos de Química distribuídos pelo PNLD 2012 no Rio Grande do Sul*. **Anais do 32º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2012.

GALIAZZI, M. C.; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de Ciências. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo, vol. 8, n. 2, p. 237-252, 2002.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo, Vol. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GANDIN, D; CRUZ, C. H. C. **Planejamento na Sala de Aula**. Petrópolis: Vozes, 2006.

GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a Química. **Revista Química Nova**, São Paulo, vol. 35, n. 7, p. 1486-1492, 2012.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, 1999.

GIORGI, C. A. G.; MORELATTI, M. R. T.; FURKOTTER, M.; MENDONÇA, N. C. G.; LIMA, V. M. M.; LEITE, Y. U. F. **Necessidades formativas de professores de redes públicas**: contribuições para a formação de professores crítico-reflexivos. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, Vol. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HAAG, C. Nada se perde, tudo se transforma. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 208, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008**. Rio de Janeiro, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2010.

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189-205, 2003.

_____. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, vol. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.

LAJOLO, M. Livro didático: Um (quase) manual de usuário. **Revista Em Aberto**, Brasília, ano 16, n. 69, p. 45-50, 1996.

LARINI, L. **Toxicologia**. 3. ed. São Paulo: Editora Manole, 1997.

LEHNINGER, A. L. **Lehninger princípios de bioquímica**. Tradução Arnaldo Antônio Simões, Wilson Roberto Navega Lodi. 4. ed. São Paulo: Editora Sarvier, 2006.

LIMA, M. E. C. C. Formação continuada de professores de química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p. 12-17, 1996.

LÔBO, S. F.; MORADILLO, E. F. Epistemologia e a Formação Docente em Química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 17, p. 39-41, 2003.

LONG, G. L.; BAILEY, C. A.; BUNN, B. B.; SLEBODNICK, C.; JOHNSON, M. R.; DEROZIER, S.; DANA, S. M.; GRADY, J. R. Chemistry Outreach Project to High Schools Using a Mobile Chemistry Laboratory, ChemKits, and Teacher Workshops. **Journal of Chemical Education**, vol. 89, n. 10, p. 1249-1258, 2012.

LÜCK, H. **Pedagogia interdisciplinar**: fundamentos teórico--metodológicos. Petrópolis: Vozes, 1994.

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

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. S. Experimentando Química com segurança. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 27, p. 57-60, 2008a.

_____. Resíduos e rejeitos de aulas experimentais: o que fazer? **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 29, p. 38-41, 2008b.

MAGERA, M. **Os Caminhos do Lixo**. Campinas: Editora Átomo, 2013.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química**: professor/pesquisador. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

MARCONDES, M. E. R.; GAIA, A. M.; SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; SANTOS, M. C. A.; SALES, M. G. P.; OLIVEIRA JR, M. M.; CARMO, M. P.; SUART, R.; MARTORANO, S. A. A. **Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio**: reflexões e propostas. 1. ed. São Paulo: SEE SP, 2009.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, E. L.; TORRALBO, D.; AKAHOSHI, L. H.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; MARTORANO, S. A.; SOUZA, F. L. **Oficinas temáticas no Ensino Público**: formação continuada de professores. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

MARIN, A. J. Educação continuada: introdução a uma análise de termos e concepções. **Cadernos CEDES**, Campinas, n. 36, p. 13-20, 1995

MATIELLO, J. R.; BRETONES, P. S. *Teses e dissertações sobre o Ensino de Química no Brasil: análises preliminares*. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Brasília, Distrito Federal, 2010.

MELLO, G. N. Formação inicial de professores para a educação básica: uma (re)visão radical. **Revista São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, vol. 14, n. 1, p. 98-110, 2000.

MENEGOLLA, M; SANT'ANNA, I. M. **Por que planejar? Como planejar?** Currículo – Área – Aula. 6. ed. Petrópolis: Vozes. 1998.

MESQUITA, N. A. S.; CARDOSO, T. M. G.; SOARES, M. H. F. B. O projeto de Educação instituído a partir de 1990: caminhos percorridos na formação de professores de Química no Brasil. **Revista Química Nova**, São Paulo, vol. 36, n. 1, p. 195-200, 2013.

MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Aspectos históricos dos cursos de licenciatura em Química no Brasil nas décadas de 1930 a 1980. **Revista Química Nova**, São Paulo, vol. 34, n. 1, p. 165-174, 2011.

MIGUEZ, E. C. **Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico**: benefícios ambientais e financeiros. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

MÓL, G. S.; SOUZA, F. N.; SILVA, R. M. G.; ECHEVERRÍA, A. R.; SOARES, M. H. F. B. *Cadastro Brasileiro de Pesquisadores em Ensino de Química*. **Anais da 36ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.

MOREIRA, M. A. O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do Ensino de Ciências. **Revista Em Aberto**, Brasília, vol. 7, n. 40, p. 43-54, 1988.

OLIVEIRA, R. S.; GOMES, E. S.; AFONSO, J. C. O lixo eletroeletrônico: uma abordagem para o Ensino Fundamental e Médio. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 32, n. 4, p. 240-248, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Notícias**. Brasil, 2011. Disponível em: <<http://www.onu.org.br>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

_____. **Notícias**. Brasil, 2013. Disponível em: <<http://www.onu.org.br>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

REBELLO, G. A. F.; ARGYROS, M. M.; LEITE, W. L. L.; SANTOS, M. M.; BARROS, J. C.; SANTOS, P. M. L.; SILVA, J. F. M. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 34, n. 1, p. 3-9, 2012.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2009.

ROCHA, A. C.; CERETTA, G. F.; AVILA, L. V.; CAMARGO, C. R. Lixo Eletrônico: um levantamento da produção científica e dos *hot topics* publicados na base *Web of Science* na última década. **Revista Estudos Tecnológicos em Engenharia**. São Leopoldo, vol. 8, n. 2, p. 36-48, 2012.

RODRIGUES, A. C. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos**: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. 2007. 303 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Santa Bárbara d'Oeste, 2007.

RODRIGUES, M. A.; SILVA, P. P.; GUERRA, W. Cobre. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 34, n. 3, p. 161-162, 2012.

ROSA, P. R. S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000.

SANTOS, W. L. P.; GALIAZZI, M. C.; PINHEIRO JUNIOR, E. M.; SOUZA, M. L.; PORTUGAL, S. O Enfoque CTS e a Educação Ambiental: possibilidade de “ambientalização” da sala de aula de Ciências. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação Química**: compromisso com a cidadania. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

SANTOS JUNIOR, J. B.; MARCONDES, M. E. R. Grupos colaborativos como ferramenta na reestruturação do modelo didático do professor de Química. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo, vol. 19, n. 3, p. 695-713, 2013.

SAUERWEIN, I. P. S. **A formação continuada de professores de física – natureza, desafios e perspectivas**. 2008. 229 p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em Ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Revista Química Nova**, São Paulo, vol. 25, Supl. 1, p. 14-24, 2002a.

_____. Apontamentos sobre a história do Ensino de Química no Brasil. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

_____. Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de Química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 16, p. 15-20, 2002b.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

SILVA, A. F.; SOARES, T. R. S.; AFONSO, J. C. Gestão de resíduos de laboratório: uma abordagem para o Ensino Médio. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 32, n. 1, p. 37-42, 2010.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

TV BRASIL. **Lixo eletrônico no Brasil**. Caminhos da reportagem, 28 ago. 2011. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=gYk_ssODOiA>. Acesso em: 23 fev. 2014.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Recycling – from e-waste to resources**. New York: UNEP, 2009.

VEIT, H. M. **Reciclagem de cobre de sucatas de placas de circuito impresso**. 2005, 101 p. Tese (Doutorado em Engenharia: Ciência e Tecnologia dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

WARTHA, E. J.; ALÁRIO-FALJONI, A. A contextualização do Ensino de Química através do livro didático. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, nov., p. 42-47, 2005.

WARTHA, E. J.; GRAMACHO, R. S. Abordagem problematizadora na formação inicial de professores de Química no sul da Bahia. In: ECHEVERRÍA, A. R.; ZANON, L. B. (Org.). **Formação superior em química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality [electronic resource]**: incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations. 3rd ed. 2006.

ZANON, L. B.; SCHNETZLER, R. P. *Elaboração conceitual de prática docente em interações triáticas na formação inicial de professores de Química*. **Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, São Paulo, 2003.

ZEICHNER, K. M. **A formação reflexiva de professores: Ideias e Práticas**. Lisboa: Educa, 1993.

ZEICHNER, K. M.; LISTON, D. P. **Reflective teaching**: an introduction. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

ANEXOS

Anexo 1 - Objetivos das atividades experimentais (GALIAZZI *et al.*, 2001)

Objetivos relativos ao saber:

01. melhorar a aprendizagem da teoria;
02. aprender por meio da prática conceitos científicos;
03. verificar fatos e princípios estudados teoricamente;
04. aprender a natureza e os métodos da Ciência e as complexas interações entre Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente;
05. descobrir as leis científicas por meio da experiência;
06. explicar os fenômenos naturais;
07. apreciar o papel do cientista em uma investigação;
08. ter uma visão de conjunto das diferentes ciências;
09. detectar erros conceituais;
10. entender a natureza das ciências;
11. ver a teoria através da prática;
12. fazer a prática para ver a teoria;
13. fazer a prática para deduzir a teoria.

Objetivos relativos ao saber e ao saber fazer:

14. aplicar os conhecimentos teóricos para estudar e compreender novos fenômenos e situações;
15. fazer Ciência;
16. julgar a qualidade de um plano experimental;
17. propor hipóteses para solucionar problemas sugeridos.

Objetivos relativos ao saber fazer:

18. desenvolver a observação;
19. desenvolver habilidades manipulativas;
20. recolher rigorosamente os dados;
21. analisar dados para obter conclusões;

22. expor resultados e conclusões;
23. desenvolver o raciocínio;
24. aplicar o método científico;
25. aprender técnicas de laboratório;
26. ter contato com a realidade dos fenômenos naturais;
27. usar computadores para compilação de dados.

Objetivos relativos ao ser:

28. ficar motivado;
29. desenvolver atitudes científicas, como a consideração às ideias de outras pessoas, e com a objetividade e a cautela para não emitir juízos apressados;
30. desenvolver a iniciativa pessoal;
31. manter um contato menos formal com os docentes;
32. desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Termo de autorização para a pesquisa

Autorização para a pesquisa

Eu, _____, autorizo de forma gratuita e espontânea a utilização do material resultante das atividades do curso de formação continuada de professores de Química “Lixo Eletrônico em Foco” pelo pesquisador Leandro da Silva Friedrich para as seguintes finalidades:

- publicação em dissertação de mestrado;
- publicação em artigos científicos;
- exposição em eventos científicos;
- produção de material didático.

A utilização deste material não implica em nenhum ressarcimento por parte do pesquisador envolvido.

Santa Maria, 23 de novembro de 2013.

Assinatura

Apêndice 2 - Manual instrutivo do kit de reagentes

<div style="text-align: center;">  <p>Sustentabilidade é com ciência: Água & Lixo Eletrônico</p>  <p>Manual com instruções para o uso seguro e correto do kit de reagentes</p>  <p>Hugo Tubal Schmitz Braibante Leandro da Silva Friedrich Mara Elisa Fortes Braibante Roberto do Carmo Pinheiro</p> </div>	<h3>SUMÁRIO</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. Carta ao professor5 2. Cuidados e recomendações para o uso do kit6 3. Identificando o pH de uma amostra7 <ol style="list-style-type: none"> 3.1. O que é pH?7 3.2. Indicadores de pH7 3.3. Realizando a análise de pH9 4. Identificando metais no lixo eletrônico10 <ol style="list-style-type: none"> 4.1. O que é lixo eletrônico?10 4.2. Riscos do lixo eletrônico10 4.3. A correta destinação do lixo eletrônico11 4.4. Realizando a análise do lixo eletrônico12 5. Resíduos produzidos nas análises14 6. Submissão dos resultados dos experimentos14
<p>Carta ao professor</p> <p>Caro professor,</p> <p>Este kit faz parte do projeto de extensão Sustentabilidade é com ciência: água e lixo eletrônico distribuído a professores cadastrados durante a 3ª Mostra Integrada de Profissões, Tecnologias, Cultura e Serviços da Universidade Federal de Santa Maria (PROFITECS/UFSM). Este material tem como objetivo principal propiciar a realização de ensaios químicos simples em atividades experimentais.</p> <p>Antes de utilizar este kit de reagentes, pedimos que leia atentamente as recomendações e cuidados que devem ser seguidas para que o manuseio de reagentes ocorra da maneira mais correta e segura possível. Estas informações são fundamentais, pois visam à segurança e uma menor geração de resíduos nos experimentos realizados.</p> <p>Contamos com sua colaboração na realização dos experimentos e submissão dos seus resultados (ver capítulo 6) para que possamos aperfeiçoar este kit, buscando uma melhor divulgação da Química sustentável. Através do seu contato, que é muito importante, poderemos monitorar a utilização do kit e sua consequente geração de resíduos, bem como avaliar as atividades sugeridas por este manual, através do retorno do professor, agente ativo do processo de ensino-aprendizagem.</p> <p>Desde já agradecemos.</p> <p style="text-align: right;">Os autores.</p> <p style="text-align: center;">3</p>	<p>1. Cuidados e recomendações para o uso do kit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durante a execução dos ensaios químicos, procure um local que possibilite uma boa visualização por parte de todos os alunos; - Mantenha sempre o kit organizado e com as vidrarias limpas visando os futuros ensaios que serão realizados; - Tenha cuidado no manuseio de reagentes, de maneira a evitar a contaminação dos mesmos; - A abertura das amostras na identificação de metais no lixo eletrônico pode ser realizada fora do ambiente da sala de aula, evitando desta maneira o possível contato dos alunos com os ácidos concentrados; - Após a realização dos testes, armazenar/descartar corretamente os resíduos gerados de acordo com as recomendações deste manual; - Em caso de contato de ácidos com a pele, lavar imediatamente com água abundante e posteriormente, com o auxílio de um algodão, passar sobre a pele a solução saturada de bicarbonato de sódio (NaHCO₃). <p style="text-align: right;">4</p>

2. Identificando o pH de uma amostra

3.1. O que é pH?

O potencial hidrogeniônico (pH) consiste num índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. As substâncias em geral, podem ser caracterizadas pelo seu valor de pH, sendo que este é determinado pela concentração de íons hidroxônio (H_3O^+). Quanto menor o pH de uma substância, maior a concentração de íons H_3O^+ e menor a concentração de íons OH^- . Através da concentração dos íons hidroxônio (H_3O^+) o pH pode ser calculado através da seguinte equação:

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

Os valores de pH, a 25°C, variam de 0 a 14, dando origem ao que chamamos de escala de pH:



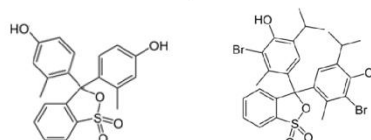
3.2. Indicadores de pH:

Indicadores são ácidos orgânicos fracos que são coloridos em solução ou que mudam de cor quando sofrem uma reação ácido-base, ganhando ou perdendo o íon H^+ . As reações são geralmente reversíveis para que o

5

indicador possua, em cada mudança de cor, duas formas moleculares: a ácida e a básica.

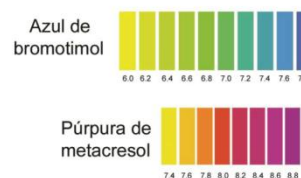
A forma que o indicador deve estar (ácida ou básica) dependerá do pH do meio em que se encontra. Cada forma desses indicadores apresentará uma coloração diferente. Os indicadores de pH que este kit possui são: púrpura de meta-cresol e azul de bromotimol. As suas fórmulas estruturais planas são:



Púrpura de meta-cresol

Azul de bromotimol

Estes dois indicadores possuem diferentes cores de acordo com o pH do meio, como indica a escala de cores abaixo:



6

3.3. Realizando a análise de pH da água

As amostras de água devem ser coletadas em riachos, arroios, caixas d'água de abastecimento, água da chuva, entre outras fontes, sempre referenciando a fonte. Esta análise pode ser dividida em duas etapas:

1º) Coleta da amostra a ser analisada:

A amostra deverá ser coletada de forma a garantir a não interferência de contaminantes e alteração de suas características. Para isto alguns cuidados especiais e muito simples deverão ser observados:

- Procure um recipiente limpo com tampa para coletar sua amostra (uma garrafa de água mineral vazia, por exemplo).
- Lave seu recipiente com 3 pequenas porções da água a ser coletada, descartando o volume após cada lavagem.
- Após a lavagem do frasco, colete o volume de água, preenchendo todo o recipiente, e identifique (local, hora, data e temperatura da amostra).

2º) Análise do pH:

Complete até a metade do volume de um tubo de ensaio com a amostra de água coletada. Após isso, adicione duas a três gotas do indicador de **azul de bromotimol** e agite o tubo levemente, a fim de misturar bem a solução. Use a tabela de cores para estimar o pH da amostra e registre o resultado.

Se o pH estiver no valor de 7,6 ou acima, repita o teste usando outro tubo de ensaio com a metade do seu volume preenchido com a amostra de água coletada, adicionando de duas a três gotas do indicador de **púrpura de metacresol**. Após as análises, o conteúdo poderá ser descartado na pia e os tubos de ensaio deverão ser lavados com água corrente.

7

4. Identificando metais no lixo eletrônico

4.1. O que é lixo eletrônico?

Nos tempos em que vivemos o consumo de materiais eletrônicos cresce exponencialmente. Principalmente devido ao avanço tecnológico, materiais eletrônicos entram facilmente em desuso por estarem "desatualizados" e são substituídos por outros. Lixo eletrônico é todo resíduo material produzido pelo descarte de equipamentos eletrônicos. Entre os países emergentes, o Brasil é o que mais produz este tipo de resíduo.

Com o elevado uso destes equipamentos no mundo moderno, este tipo de lixo tem se tornado um grande problema ambiental quando não descartado em locais adequados. Após não estarem mais em funcionamento, podemos classificar como lixo eletrônico: computadores, telefones celulares, televisores, câmeras fotográficas, entre outros.

4.2. Riscos do lixo eletrônico

Ao deixarmos de utilizar alguns equipamentos eletroeletrônicos não sabemos que destino lhes dar. Isso é muito comum e, às vezes, acabamos dando um destino inadequado a eles.

Como estes equipamentos possuem uma grande variedade de metais em suas composições, como chumbo, cádmio, mercúrio, cobre, níquel, ferro, entre outros, eles podem provocar contaminações de solos e

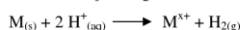
8

4.4 Realizando a análise do lixo eletrônico

A identificação de metais no lixo eletrônico deve ser realizada em duas etapas:

1º) Abertura da amostra

Em um tubo de ensaio adicione 10 gotas de ácido clorídrico concentrado. Após isso, mergulhe na solução a amostra de metal a ser analisada. Para verificar se está ocorrendo a efetiva abertura da amostra, deve ocorrer uma reação com a liberação de gás:












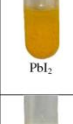


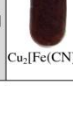
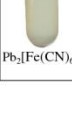
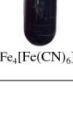
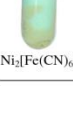
Caso não ocorra a reação, adicionar algumas gotas de ácido nítrico concentrado e agitar o tubo de ensaio.

2º) Identificando o metal

Após a abertura da amostra, teremos o metal em solução na forma de cátion. Desta forma, realizaremos reações específicas para identificar o metal que estava presente na amostra analisada. Este kit permite a identificação de alguns metais em específico: Cu^{2+} , Pb^{2+} , Fe^{3+} e Ni^{2+} . Para facilitar a visualização do teste qualitativo complete o tubo de ensaio até a metade com água. Em seguida, adicione algumas gotas de um dos

10

reagentes disponíveis no kit (NaOH, NH_4OH , KI ou $K_4[Fe(CN)_6]$) e compare o resultado obtido com a tabela abaixo. Para confirmar a análise realizada, repita o teste utilizando desta vez um reagente diferente.

	Cu^{2+}	Pb^{2+}	Fe^{3+}	Ni^{2+}
NaOH	 $Cu(OH)_2$	 $Pb(OH)_2$	 $Fe(OH)_3$	 $Ni(OH)_2$
NH_4OH	 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	 $Pb(OH)_2$	 $Fe(OH)_3$	 $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$
KI	 CuI_2	 PbI_2	 Redução a $Fe^{2+}_{(aq)}$ Formação de I_2	 Não ocorre reação Cor verde = Ni^{2+}
$K_4[Fe(CN)_6]$	 $Cu_2[Fe(CN)_6]$	 $Pb_2[Fe(CN)_6]$	 $Fe_3[Fe(CN)_6]_3$	 $Ni_2[Fe(CN)_6]$

11

5. Resíduos produzidos nas análises

Os resíduos produzidos na análise do pH podem ser descartados diretamente na pia. Já os resíduos produzidos pela identificação de metais no lixo eletrônico devem ser armazenados no frasco "Resíduos". Quando este recipiente estiver próximo de ficar cheio, entre em contato com nossa equipe deste projeto através do e-mail cienciaviva.ufsm@gmail.com e comunique sua situação para que possamos realizar o tratamento deste resíduo.

6. Submissão dos resultados dos experimentos

Para submeter os resultados obtidos nos experimentos realizados com este kit, acesse a página do Ciência Viva (www.ufsm.br/cienciaviva) e clique na barra "Química". Siga as instruções da página para preenchimento do formulário de submissão de resultados.

Ressaltamos que sua participação através deste cadastro é muito importante para o monitoramento do uso dos kits distribuídos na PROFITECS e também para aprimorarmos este material para futuras atividades.

Qualquer dúvida ou dificuldade na submissão dos resultados ou na execução dos testes realizados com o kit, por favor, entre em contato conosco:

✉ cienciaviva.ufsm@gmail.com ou ☎ (55)32208762.

12

Apêndice 3 - Questionário diagnóstico aplicado na etapa E1



I) Dados de identificação:

Nome completo: _____ Disciplina ministrada: _____

Escola: _____ Cidade: _____

Formação acadêmica: _____

Há quantos anos leciona: _____

II) Dados para contato:

Telefone fixo: (____) _____ Celular: (____) _____

E-mail: _____

III) Responda as questões abaixo:

Você considera importante discutir com os alunos o tema “Lixo Eletrônico”? Por quê?

Você já desenvolveu/relacionou de alguma forma em suas aulas o tema “Lixo Eletrônico”? Se sim, descreva como foram as atividades.

Você alguma vez participou de um curso de formação continuada de professores? Caso sim, conte-nos como foi esta experiência.

Você teria interesse de participar de um curso de formação continuada? Sim Não

Caso você tenha respondido **SIM** na questão acima, diga o que você espera de um curso de formação continuada:

Termo de responsabilidade: Declaro estar ciente de que o kit recebido possui ácidos concentrados e que vou manipulá-los de acordo com as recomendações presentes no manual deste kit a fim de evitar acidentes.

Assinatura

Santa Maria, ____ de ____ de 201__

Obrigado pela sua participação!

Apêndice 4 - Questionário virtual da etapa E1

Sustentabilidade é com _ciência

Prezado professor.

Este questionário visa a submissão dos resultados obtidos nos experimentos realizados com a utilização do kit. Sua participação é muito importante para o monitoramento do uso dos kits distribuídos na PROFITECS 2013 e também para aprimorarmos este material para futuras atividades.

***Obrigatório**

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO *

Nome do professor / E-mail para contato / Escola / Cidade.

Você realizou qual atividade utilizando o kit de reagentes distribuído na PROFITECS? *

- Identificando o pH de uma amostra
- Identificando metais no lixo eletrônico
- As duas atividades

Experimento: Identificação do pH da Água

Caso tenha realizado este experimento, complete as questões abaixo.

Fonte da amostra de água analisada

- Água da chuva
- Caixa d'água
- Poço artesiano
- Rio/Arroio/Açude
- Outro:

Qual foi o pH identificado?

Experimento: Identificação de metais no lixo eletrônico

Caso tenha realizado este experimento, complete as questões abaixo.

Qual foi o material (objeto) analisado?

Quais metais foram identificados?

- Chumbo
- Cobre
- Ferro
- Níquel
- Outro:

Além desta atividade, o que foi trabalhado com os alunos sobre este tema?

Descreva as atividades realizadas utilizando a temática "Lixo Eletrônico".

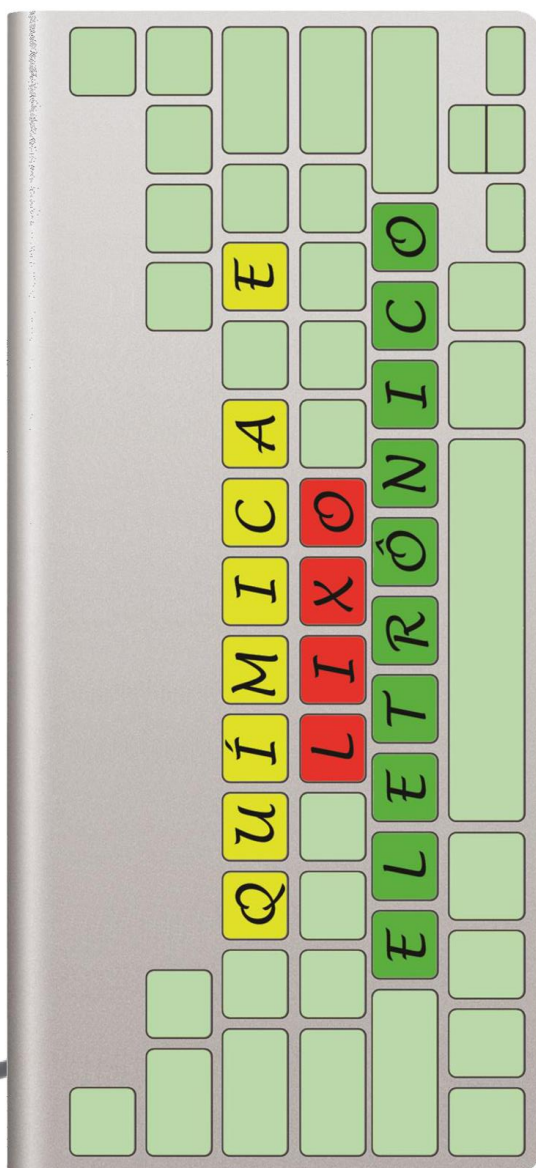
Você encontrou dificuldades durante a utilização do kit? Quais? *

Dê sugestões para a melhoria deste kit de reagentes. *

Obrigado pela sua participação!

Curso de formação continuada para professores de Química:

“Lixo Eletrônico em foco”



Data: 23/novembro, 30/novembro e 14/dezembro de 2013

Local: sala 101 (Tribunal do Júri), 1º andar do prédio da antiga reitoria da UFSM (centro).

Carga horária: 30 horas (15 horas presenciais/15 horas à distância)

Informações e inscrições: <http://sites.google.com/site/quimicaelixoeltronico>


* O curso será inteiramente gratuito.




Apêndice 6 - Formulário de inscrição para o curso de formação continuada

Curso de formação continuada para professores de Química: "Lixo Eletrônico em Foco"

Seja bem-vindo. Através deste formulário você estará realizando sua inscrição no curso de formação continuada para professores de Química "Lixo Eletrônico em Foco" que se realizará nos dias 23/novembro, 30/novembro e 14/dezembro.

***Obrigatório**



1. Dados pessoais

Nome: *

E-mail para contato: *

Celular: *

Sexo *

Feminino

Masculino

Idade *

2. Dados profissionais

Formação inicial (graduação): *

Formou-se em que ano e em que instituição? *
Ano / Instituição

Caso possua algum curso de pós-graduação, especifique:
Especialização, mestrado, doutorado, ...

Leciona na educação básica *

Sim

Não

Caso leccione na educação básica, há quantos anos?

Caso leccione, atualmente é professor de escola:

Pública

Privada

3. Questionamentos

Você já participou de algum curso de formação continuada? *

Sim

Não

O que você procura encontrar em um curso de formação continuada para professores? *

Você alguma vez relacionou ou abordou o tema "lixo eletrônico" em suas aulas de Química? *

Sim

Não

Caso você tenha relacionado ou abordado o tema "lixo eletrônico" em suas aulas de Química, descreva a(s) sua(s) experiência(s)?

Partindo da proposta da utilização do "lixo eletrônico" para ensinar Química, assinale aqueles conteúdos que você acredita que possam ser abordados em uma aula de Química através deste tema: *

Há possibilidade de assinalar mais de uma alternativa

<input type="checkbox"/> Propriedades da matéria	<input type="checkbox"/> Eletroquímica
<input type="checkbox"/> Separação de misturas	<input type="checkbox"/> Cinética química
<input type="checkbox"/> Atomística	<input type="checkbox"/> Equilíbrio químico
<input type="checkbox"/> Distribuição eletrônica	<input type="checkbox"/> Compostos orgânicos
<input type="checkbox"/> Tabela periódica	<input type="checkbox"/> Funções orgânicas
<input type="checkbox"/> Ligações químicas	<input type="checkbox"/> Isomeria
<input type="checkbox"/> Reações químicas	<input type="checkbox"/> Reações orgânicas
<input type="checkbox"/> Funções inorgânicas	<input type="checkbox"/> Bioquímica
<input type="checkbox"/> Cálculos estequiométricos	<input type="checkbox"/> Polímeros
<input type="checkbox"/> Soluções	<input type="checkbox"/> Outro: <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Termoquímica	

Apêndice 7 - Questionário para análise de plano de aula**Análise de plano de aula**

Nome do avaliador: _____

Nome do autor do plano de aula: _____

O plano de aula analisado contempla satisfatoriamente a abordagem do tema “Lixo Eletrônico”? Justifique.

Faça sua avaliação à cerca da(s) estratégia(s) de ensino utilizada(s) no plano de aula analisado.

Quais as contribuições ou alterações que você julga que são pertinentes para o plano de aula analisado?

Você utilizaria o plano de aula proposto? Justifique caso julgue necessário.

Apêndice 9 - Planilha Coletiva de Avaliação elaborada pelos professores da E3

Nome: _____

- Planilha coletiva de avaliação (PCA) do vídeo “Lixo eletrônico no Brasil” -

Finalidade(s) didática(s):

- () Problematização () Exemplificação
 () Entretenimento () Contextualização
 () Outro: _____

() Sim () Não () Parcialmente	O vídeo atende à(s) finalidade(s) pretendidas.
() Sim () Não () Parcialmente	O vídeo é muito longo para ser trabalhado na educação básica.
() Sim () Não () Parcialmente	O vídeo trabalha com termos rebuscados e de difícil compreensão.
() Sim () Não () Parcialmente	A qualidade do áudio e do vídeo é satisfatória.
() Sim () Não () Parcialmente	O vídeo problematiza satisfatoriamente o tema “Lixo eletrônico” para que seja discutido em sala de aula.
() Sim () Não () Parcialmente	Os aspectos sociais, econômicos e ambientais são enfatizados satisfatoriamente.
() Sim () Não () Parcialmente	A veracidade/autenticidade dos dados apresentados.
() Sim () Não () Parcialmente	A edição do vídeo utiliza recursos variados que aproximam o tema com o aluno.
() Sim () Não () Parcialmente	Aborda conhecimentos científicos para o estudo das Ciências.
() Sim () Não () Parcialmente	Realiza uma abordagem interdisciplinar do tema.

Avaliação geral:
