



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS UNIVERSITÁRIO PROFESSOR JOSÉ ALOÍSIO
DE CAMPOS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE CONDUTIVIDADE
ELETROLÍTICA: UMA ABORDAGEM DA QUÍMICA COM BASE
EM UMA PROPOSTA CTSA**

ALINE DE OLIVEIRA SANTOS

**SÃO CRISTÓVÃO - SE
2015**

ALINE DE OLIVEIRA SANTOS

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE CONDUTIVIDADE
ELETROLÍTICA: UMA ABORDAGEM DA QUÍMICA COM BASE
EM UMA PROPOSTA CTSA**

Dissertação apresentado à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe como requisito para obtenção de título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Eliana Midori Sussuchi
Co-orientador: Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2015

ALINE DE OLIVEIRA SANTOS

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE CONDUTIVIDADE
ELETROLÍTICA: UMA ABORDAGEM DA QUÍMICA COM BASE
EM UMA PROPOSTA CTSA**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Eliana Midori Sussuchi (Orientadora)

Prof. Dr. Juvenal Carolino da Silva Filho

Prof. Dr. Luiz Adolfo de Mello

2015

*"Rendei graças ao Senhor, porque ele é bom:
porque a sua misericórdia dura para
sempre" (1 Cr 16.34)*

AGRADECIMENTOS

Não poderia ser diferente de iniciar meus sinceros e singelos agradecimentos a Deus por ter me concedido saúde, força, paciência e esperança ao longo desses dois anos, porque bem TU sabes PAI a quantidade de vezes em que pensei de desistir.

Segundo aos meus pais Cristiane e Manoel pela vida, pois sem o intermédio deles não existiria e nunca teria a oportunidade de trazer a esse mundo duas crianças lindas, meigas, inteligentes e amáveis que são minhas filhas Júlia Maria e Laura, frutos do amor, companheirismo, e união com meu amado marido Antônio José. Amo demais esses cinco!

Ao meu vô materno Vilobaldo (*in memoriam*) e avós paternos Maurina e Samuel (*in memoriam*). Que exemplo de vida eles são para mim!

Às minhas irmãs Adriene e Andréa, que mesmo morando próximo nos distanciamos pelo corre-corre da vida, mas sempre torceram e se orgulharam pela irmãzinha aqui, cada uma do seu jeito, com suas particularidades.

As minhas cunhadas Iraildes e Maria José por sempre acreditar em mim independente do que ocorresse. Vocês são demais: alegres, solidárias e guerreiras.

Às colegas de trabalho Nadja, Ana Cristina e Adriana que me incentivaram, muitas com palavras de força e coragem para chegar até o fim dessa jornada.

Agradeço a amizade duradoura de Ana Cristina por todo o apoio e entendimento de ouvir minhas angústias e lamentações em alguns momentos.

A minha colega de turma do mestrado Maria São Pedro pela sabedoria e ser exemplo de muitas qualidades que todo ser humano deveria ter, seguida de Suzana, Hérica e Hamilton.

As professoras das escolas participantes da pesquisa Jocely e Siomara pela dedicação no período em que estive no trabalho de campo.

Á orientadora Eliana Midori e Erivanildo pelo apoio e dedicação nesses dois anos.

Ao Professor Acácio Pagan pela pessoa que é, e pelas contribuições no trabalho. Valeu. Gosto muito de ti!!

RESUMO

Uma educação química à luz de CTSA vai além da importância do entendimento de ciências na fundamentação das inovações, tecnologias, descobertas, pois, possibilita um estudo da química interligado com as ações do homem na sociedade bem como as implicações dessas práticas ao meio ambiente. Nesse aspecto focalizamos a experimentação como uma ferramenta relevante para que os alunos aprendam Química relacionando teoria e prática na construção e entendimento de conceitos científicos utilizando-se para tanto materiais de baixo custo e fácil acesso além de evidenciar o descarte de resíduos. Atividade experimental investigativa caracteriza-se como um recurso didático que possibilita desvincular o tradicionalismo de uma atividade experimental que segue um roteiro estruturado, cuja meta é demonstrar uma teoria ou observação de um fenômeno. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta como objeto de discussão as ponderações científicas e atitudinais de um grupo de estudantes do Ensino Médio com vistas a analisar e entender a prática experimental de condutividade eletrolítica relacionando com a abordagem pedagógica de CTSA no que tange à contextualização do conteúdo, o experimento realizado com materiais simples, discussões e interações entre pesquisadora e alunos, e a reflexão quanto ao descarte de resíduos sólidos. Nesse sentido, verificam-se nesta pesquisa aspectos relevantes em três dimensões: científica, pedagógica e sócia ambiental. Constituída de metodologia qualitativa- quantitativa, a pesquisa enfatiza a política CTSA no sentido de que o estudo de Química não deve limitar-se a conceitos químicos, como também aos aspectos de ordem social e ambiental. A mesma ocorreu em duas escolas da rede pública de Aracaju em turmas do segundo ano do Ensino Médio, na qual a produção de dados se deu com leitura de texto, aula experimental e aplicação de avaliações diagnóstica e de aprendizagem. Assim, centralizamos uma atividade experimental de Química como proposta de investigar o conteúdo científico a partir da observação dos alunos e participação dos mesmos no decorrer das atividades propostas, além de promover a interação e diálogo da pesquisadora com os alunos, e entre eles, visando à formação de cidadãos com ações e decisões conscientes na sociedade em que vivemos.

PALAVRAS-CHAVE: *Atividade experimental; Ensino de Química; CTSA.*

ABSTRACT

A chemical education light of CTSA goes beyond the importance of understanding science as grounds for innovations, technologies, discoveries, therefore, enables the interconnected chemical study of the actions of man in society and the implications of these practices on the environment. In this respect we focus on the trial as a relevant tool for students to learn chemistry linking theory and practice in the construction and understanding of scientific concepts using for both low-cost materials and easy access besides highlighting waste disposal. Investigative experimental activity is characterized as a teaching resource that enables unlink the traditionalism of an experimental activity that follows a structured script, whose goal is to demonstrate a theory or observation of a phenomenon. In this context, this paper presents as a subject of discussion scientific and attitudinal considerations of a high school student group in order to analyze and understand the experimental practice of electrolytic conductivity relating to the pedagogical approach of CTSA regarding the contextualization of the content the experiment with simple materials, discussions and interactions between researcher and students, and reflection on the disposal of solid waste. In that sense, it turns out this aspect relevant research in three dimensions: scientific, educational and environmental partner. Consists of quantitative qualitatively methodology, the research emphasizes the CTSA policy of the Chemistry study should not be limited to the chemical concepts, but also to aspects of social and environmental. The same occurred in two schools Aracaju from public classes in the second year of high school, in which data production occurred with text reading, trial lesson and application of diagnostic assessments and learning. Thus, we centralized experimental activity of Chemistry as a proposal to investigate the scientific content from the observation of the students and their interest in the course of the proposed activities, and promote interaction and researcher at the dialogue with the students, and among them, in order to formation of citizens with actions and conscious decisions in the society in which we live.

KEYWORDS: *Experimental activity; Chemical Teaching; CTSA.*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO	
1.1 Contexto de uma educação CTSA	14
1.2 Limites e possibilidades de uma educação CTSA	16
CAPÍTULO 2: AULA EXPERIMENTAL NUMA VERTENTE CTSA E O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA	
2.1 Enfoque das atividades experimentais investigativas como uma proposta diferenciada	25
2.2 Breve panorama das Atividades Experimentais de Química em CTSA	27
CAPÍTULO 3: O PROCESSO METODOLÓGICO	
3.1 O contexto da elaboração da proposta didática.....	31
3.2 Apresentação das atividades desenvolvidas.....	31
3.3 Etapas da coleta de dados.....	37
CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1 Análise das Observações sobre a Compreensão do Texto- Aula1	40
4.2 Análise da Avaliação Diagnóstica- Aula 2	44
4.3 Análise da atividade experimental – Aula 3	59
4.4 Análise da Avaliação de Aprendizado - Aula 4	64
CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
REFERÊNCIAS	80
ANEXOS	85

LISTA DE ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1: Modelo normativo de tomada de decisão	18
Figura 2: Estrutura de tomada de decisão	18
Figura 3: Resultados sobre ciência e tecnologia e suas implicações na natureza	45
Figura 4: Resultados sobre conceito de pilhas	48
Figura 5: Resultados sobre descarte de pilhas e baterias	52
Figura 6: Resultados sobre a prática da cidadania	57
Figura 7: Resultados sobre o experimento e materiais alternativos- escola A	64
Figura 8: Resultados sobre o experimento e materiais alternativos- escola B	62
Figura 9: Resultados sobre condução eletrolítica na solução de água deionizada e açúcar	66
Figura 10: Resultados sobre condução elétrica na solução de água deionizada e sal	70
Figura 11: Resultados sobre o local correto de descarte de pilhas e baterias – Escola A	74
Figura 12: Resultados sobre a prática da cidadania – Escola A	75
Figura 13: Resultados sobre o local correto de descartar pilhas e baterias- Escola B	76
Figura 14: Resultados sobre a prática da cidadania - Escola B	77
Figura 15: Foto da aparelhagem utilizada no experimento de “condutividade eletrolítica”	91
Figura 16: Leitura e Discussão do texto na escola A	98
Figura 17: Executando a atividade experimental na escola A	98
Figura 18: Leitura e Discussão do texto na escola B	99
Figura 19: Executando a atividade experimental na escola B	99

LISTA DE ÍNDICE DOS QUADROS

Quadro 1 Resultados sobre a importância dos metais	24
Quadro 2: Resultados sobre quais elementos químicos constituintes das pilhas secas	46
Quadro 3: Resultados sobre as consequências para natureza do descarte de materiais tóxicos	50
Quadro 4: Resultados sobre o conhecimento do órgão fiscalizador de descarte de pilhas e baterias	51
Quadro 5: Resultados sobre meios de reduzir a contaminação por metais	53
Quadro 6: Esquema geral de condutividade eletrolítica a pressão ambiente	59
Quadro 7: Resultados do experimento – escola A	56
Quadro 8: Resultados do experimento – escola B	57
Quadro 9: Resultados sobre a condução eletrolítica em água deionizada	63
Quadro 10: Resultados sobre a intensidade da luz na água da torneira e água deionizada	68
Quadro 11: Dados referentes ao sentido da passagem dos elétrons nos polos	69

APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

O tema escolhido surgiu a partir da minha inserção em uma disciplina isolada denominada “Análise de Traços e Química Ambiental” no primeiro semestre do ano de 2012 no Núcleo de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Sergipe. E a partir da apresentação de um trabalho nesse curso sobre “Química Verde” como pré-requisito para a última avaliação da disciplina, cujo tema foi definido em utilizar, tratar, e descartar as substâncias químicas usadas nas indústrias, nos laboratórios das universidades de forma que não prejudique o meio ambiente surgiu o interesse em saber como coletar os materiais da natureza seja sólido, líquido ou gasoso, e o porquê de se fazer tal pesquisa.

Foi então que desenvolvi um projeto visando coletar materiais gasosos nessa linha, uma vez que sempre tive uma preocupação com a preservação e conservação da natureza, mas ainda não estava satisfeita porque almejava uma pesquisa que não apenas identificasse substâncias químicas presentes em uma determinada região, mas também como o homem poderia contribuir com a redução de certos poluentes no meio em que vivemos.

Então, uma maneira de solucionar essa minha inquietação foi pesquisar junto aos alunos através de atividades experimentais de química, no sentido de haver uma contribuição na formação de cidadãos críticos e reflexivos ao término deste estudo.

Nesse sentido, prestei a seleção de mestrado e fui aprovada no Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na mesma universidade com o projeto que se constitui o tema dessa dissertação. A princípio, não sabia qual seria o conteúdo científico abordado nas aulas, mas após alguns estudos me identifiquei com a “Eletroquímica”, mais especificamente a “Soluções eletrolíticas e não-eletrolíticas”. No experimento de “Condutividade eletrolítica” podemos trabalhar temas envolvendo CTSA pelo descarte adequado de pilhas e baterias que são usadas para fornecer energia ao sistema e converter a energia elétrica em energia química, além de utilizarmos também nessa prática experimental solução aquosa de cloreto de sódio que em proporções adequada não agride a natureza e material de fácil aquisição.

Portanto, esse trabalho apresenta a importância de se utilizar materiais e produtos obtidos de fácil obtenção e inseridos no cotidiano do aluno, em substituição aos reagentes químicos tóxicos desde que se obtenha o resultado almejado. Este

direcionando a construção e entendimento do conhecimento científico inter-relacionados com a conscientização da importância do meio ambiente de forma ativa e participativa através de decisões que ocorrem na sociedade.

INTRODUÇÃO

Diante de tantas mudanças e transformações que ocorrem na sociedade contemporânea nos diversos campos que a compõem, como a educação, saúde, meio ambiente, nos diferentes países e localidades, uma gama de tópicos podem ser extraídos a partir daí e explorados no conteúdo programático do Ensino Médio, abordando-se temas ligados às questões científica, tecnológica, social e ambiental, que contribui sobremaneira para um melhor entendimento de conceitos químicos e construção da cidadania (ZUIN *et al.*, 2009).

O estudo da Química inserido nessa perspectiva permite que o aluno construa o conhecimento científico a partir de situações que ocorrem no mundo tornando-o muito além de um mero aprendiz, uma vez que contribuirá para sua formação cidadã no pensar e agir socialmente. Atitude esta que relaciona o desenvolvimento científico-tecnológico e suas implicações econômicas, sociais, e ambientais que envolvem o movimento CTS.

Logo, as abordagens no âmbito da Educação Ambiental e das interações CTS pressupõe, segundo Farias e Freitas (2007), pautar-se numa perspectiva crítica e emancipatória do sujeito, da sociedade e do ambiente. Segundo Santos (2007), atualmente o movimento CTS procura resgatar o papel da Educação Ambiental do movimento inicial de CTS, sendo denominado de CTSA (Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente).

A abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) enfatiza explicitamente a inclusão de aspectos sociais externos e internos à ciência (FARIAS; FREITAS, 2007). Significa dizer que nessa linha de estudo há tendência de formação de cidadãos ativos e informados e capazes de tomarem decisões sobre os problemas atuais, inclusive àqueles envolvendo ciência e tecnologia. Quando o estudo de ciências é articulado com algo em que o aluno vê e explora, o entendimento científico torna-se mais fácil e agradável.

Reforçando esse raciocínio, para Santos e Mortimer (2002), “o objetivo central do movimento CTSA acrescenta aos propósitos de CTS a ênfase em questões ambientais visando à promoção da educação ambiental”, na qual inserindo-se ao contexto escolar implica novas referências de saberes e práticas pedagógicas.

Assim, para que o ensino de Química tenha seus objetivos numa educação CTSA o estudo de temas sociais não deve limitar-se a conceitos químicos, mas também a outros aspectos de ordem econômica, política, social e ambiental. A solução de problemas em estudo desarticulado com as relações sociais enfatiza somente o aspecto técnico através do conhecimento científico-técnico (AULER *et al.*, 2007). Logo, nesse raciocínio, insere-se o diálogo de respeito, de permuta de saberes do educando e educador, aspecto fundamental para a problematização de situações reais, contraditórias vividas pelo educando (AULER, 2002).

O ensino de Ciências numa postura CTSA propõe uma escolha do assunto em função de temas da atualidade para assim haver uma elevação no processo ensino de Química e aos fenômenos naturais (PEREIRA *et al.*, 2010). Mas então, por que é necessário os alunos estudarem Química sob esta ótica?

Então, a partir da presença e importância da Química no dia-a-dia do homem surge uma prática pedagógica que busca correlacionar o conteúdo científico aos diversos assuntos sociais da atualidade, permitindo que tanto alunos quanto professores compreendam o desenvolvimento sustentável e sua relação com a sociedade tecnologia e meio ambiente.

Uma prática didática-pedagógica em CTSA significa dizer que a sociedade é o meio vinculador do processo educativo, uma vez que é a partir do modo de pensar e agir do aluno com discernimento que se construirá o conteúdo científico fazendo-se a distinção entre o certo e o errado como agente participativo dessa ação cumprindo seus direitos e deveres de cidadão.

Nesse aspecto, a experimentação investigativa torna-se um meio didático fundamental para entender como a Ciência é construída e perceber as suas limitações (FERREIRA *et al.*, 2010). Esse tipo de atividade envolve os estudantes na busca por respostas, na resolução de um problema, orientados pelo professor na qual os alunos possuem liberdade para realização do experimento, ou seja, em que a experimentação pode contribuir para condicionamentos mais adequados segundo uma abordagem CTSA?

Azevedo (2004) reforça a importância do uso de atividades investigativas no ensino de Química, à medida que, elas possibilitam a participação ativa dos alunos na construção dos conhecimentos, proporcionando reflexão, discussão e ponderação na

elaboração de relatórios com registros significativos, tornando o processo mais dinâmico. Assim, estas atividades podem despertar a curiosidade e o desejo de experimentar dos alunos, levando-os ao questionamento, conceitos e atitudes.

Uma atividade experimental nessa visão correlaciona-se com a política CTSA, pois amplia a importância do entendimento de ciências na fundamentação das inovações, tecnologias e descobertas. Possibilita um estudo da química interligado com as ações do homem na sociedade bem como as implicações dessas práticas ao meio ambiente.

Considerando a relação da dimensão CTSA e a atividade experimental de natureza investigativa, nas quais, há uma aproximação do ambiente escolar e o cotidiano dos alunos, de forma a integrar os temas sociais com os conceitos químicos, esta dissertação pretende apresentar como objeto de discussão as ponderações científicas e atitudinais de um grupo de estudantes do Ensino Médio, ao passo que realizaram uma atividade experimental mediante um pensamento crítico/reflexivo/observador. E a partir dessas ponderações analisar e entender a prática experimental em um modelo didático sobre a prática de condutividade eletrolítica relacionando com a abordagem pedagógica CTSA. Enquanto os objetivos específicos são:

- a) Descrever as ações dos alunos a partir das atividades investigativas desenvolvidas;
- b) Analisar o aprendizado de conteúdos químicos de condutividade eletrolítica;
- c) Identificar a relação do aprendizado da prática “condutividade eletrolítica” com a formação de um aluno integrado numa perspectiva CTSA.

Assim, a partir dessa proposta nos deparamos com a seguinte questão: “É possível com a atividade experimental de condutividade eletrolítica formar posicionamentos mais integrados ao contexto CTSA no processo ensino-aprendizagem de Química?”.

Essa atividade visou possibilitar que os alunos compreendessem melhor conceitos de soluções eletrolíticas e não-eletrolíticas e o porquê de certas soluções aquosas conduzirem eletricidade e outras não, além de debaterem o descarte correto de materiais e soluções utilizados na prática experimental desenvolvida.

CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Contexto de uma educação CTSA

Vincular o processo ensino-aprendizagem numa abordagem CTSA significa dizer conhecer as mudanças e transformações que ocorrem no mundo lá fora. As inovações e descobertas das ciências aumentam constantemente nos variados setores, a exemplo, das novidades que surgem no mercado, como a evolução desordenada das tecnologias nos aparelhos eletroeletrônicos. Atualmente, podemos monitorar a segurança das nossas residências e o comportamento de um filho na escola por um celular, e até mesmo falar ao telefone enquanto dirigimos. Refletindo com Silva *et al* (2000), o homem vive a revolução do conhecimento, na qual, novos avanços das tecnologias de informação e comunicação surgem para “facilitar” nossas vidas, e almejamos claro, desfrutar disso tudo.

Um trabalho pedagógico inserido nos moldes da CTSA significa o professor mediar a construção do conteúdo científico com a realidade de mundo a fim de formar cidadãos preparados para discernirem para problematizarem sobre posicionamentos conscientes diante de certas situações (SILVA *et al*, 2010).

Mas então, como desenvolver um trabalho pedagógico de forma a tornar o processo ensino-aprendizagem em Química mais dinâmico, inovador e diferente da pura transmissão de conteúdos didáticos? Cabe aos professores definir quais práticas pedagógicas são necessárias para que os conteúdos químicos sejam transmitidos com ênfase em CTSA visando uma melhor reestruturação de conceitos daquele conhecimento em contexto escolar conforme (SCHNETZLER, 2002):

Isso significa que o ensino de ciências/química implica a transformação do conhecimento científico/químico em conhecimento escolar, configurando a necessidade de criação de um novo campo de estudo e investigação...

Para Santos e Schnetzler (2003), dois fatores assumem grande importância: os conteúdos químicos e os temas sociais. Sendo estes tópicos abordados em aula de maneira conjunta e integrados, de forma que realmente desenvolva a construção de um saber crítico e responsável, e assim uma formação para a cidadania.

Ainda Santos e Mortimer (2002, p.2), coloca que educar numa perspectiva CTSA, significa dizer um conhecimento científico-tecnológico respaldado a cerca de

diversos assuntos inseridos no meio social, requerendo assim uma ação pedagógica interdisciplinar.

[...] um aumento da responsabilidade social dos produtores de conhecimento científico e tecnológico. Nele os diferentes profissionais se unem no interesse comum de resolver grandes problemas, tais como a escassez ou má distribuição dos alimentos, AIDS, etc. Isso passa a exigir do novo cientista uma maior reflexão e, sobretudo, a capacidade de dialogar com outras áreas para participar da análise de tais problemas sob uma perspectiva multidisciplinar.

Uma proposta pedagógica no enfoque CTS associada à química ambiental, além de corresponder à integração de perspectiva do estudo científico, adiciona conhecimentos oriundos da própria Química, favorecendo o ensino e o estudo de diferentes aspectos ambientais dentro de contextos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

Nesse sentido, Santos e Mortimer (2002) relacionam alguns temas com outros fatores inseridos no contexto brasileiro entre os quais estão: exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social; ocupação humana e poluição ambiental; destino do lixo e o impacto sobre o ambiente; desenvolvimento da agroindústria; as fontes energéticas no Brasil, seus efeitos ambientais e seus aspectos políticos; entre outros.

O conhecimento dos processos naturais e suas relações com as atividades humanas são importantes para a compreensão das complexas transformações no meio ambiente, pois evidencia ao cidadão informações sobre a complexidade das questões ambientais (CORTES Jr *et al.*, 2008) e implicações da ciência e tecnologia nesses contextos. Refletindo com o autor supracitado intersecções entre ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e inovação, aplicadas a contextos reais da sociedade, apresenta como foco levar a aprendizagem de conceitos químicos atrelados ao desenvolvimento do julgamento de valores, entendimento crítico e tomada de decisões que sejam capazes de promover intervenções e transformações nestes contextos, considerando as diferentes realidades históricas.

Assim, diante do que foi dito anteriormente, e ainda em consonância com as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio sugerem que os conteúdos de química sejam trabalhados através de temas envolvendo ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Aliado também as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM) (BRASIL, 2002, p. 93):

Uma maneira de selecionar e organizar os conteúdos a serem ensinados são pelos ‘temas estruturadores’, que permitem o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos de forma articulada, em torno de um eixo central com objetos de estudo, conceitos, linguagens, habilidades e procedimentos próprios.

Assim, o estudo da Química inserido em temas socioambientais próximos da realidade do aluno, pode contribuir para melhor compreensão não apenas do conhecimento científico da disciplina, mas evolui para uma dimensão além do ambiente escolar, de forma a tomar posicionamentos mais conscientes no entendimento do avanço da ciência, tecnologia e sociedade e as consequências ao meio ambiente.

1.2. Limites e possibilidades de uma Educação CTSA

Entretanto, é cabível considerar que há limites e possibilidades com a implementação dessa proposta pedagógica na escola no ensino de Química, uma vez que é susceptível a riscos, a saber algumas de suas características que podem não operacionalizar a novos contextos. E outro risco refere-se às representações que lhes é dada com a “transferência” de objetivos e expectativas podendo acarretar em ilusões conceituais. Tardif (2002) mostra bem a influência das representações nas práticas docentes, as quais assumem muitas vezes status de verdade e se transformam em obstáculos a mudanças.

Uma educação voltada para CTSA implica numa mudança na forma de abordar o conteúdo científico em sala de aula e destina-se a outra formação, ou seja, os professores precisam reorientar os saberes ensinados e rever sua prática docente a partir de suas experiências em sala de aula. Sua atividade profissional não se deve restringir à discussão, mas na reflexão de modo que haja “muito mais consciência no trabalho do que consciência sobre o trabalho” (TARDIF, 2002, p.110). Isso quer dizer que sua atividade pedagógica servirá como um instrumento de análise para uma concreta mudança no sistema educacional, e não somente pertinente aos seus caracteres individuais e sociais na história.

Em relação aos saberes a ensinar em uma perspectiva de Educação CTSA, uma grande questão que se coloca é o que ensinar? A ponte entre os saberes presentes nos programas escolares e os objetivos nos quais são almejados alcançar por essa nova

orientação curricular não é simples de fazer. Dito de outro modo: quais saberes oriundos da ciência, da tecnologia, da sociedade, do ambiente seriam transpostos para a sala de aula? Chevallard (1991) já evidenciou algumas transformações por que passam os saberes de referência até chegarem à sala de aula, o que ele chama de transposição didática, cuja origem estaria em ordem epistemológica e cultural. E aferimos que a verdadeira resposta está no objeto de estudo, no qual a ciência química é propensa a integrar os objetivos em educação CTSA. Caillot (1996), ao estudar as diferenças de currículos entre física e química na França, aponta que há tratamento distinto entre as tecnologias por essas duas ciências, enfatizando-se que a química concilia melhor a tecnologia e a ciência, enquanto que a física tem como objetivo principal o ensino de uma cultura científica.

Nesse sentido, a falta de objetivos claros para aplicação dessa nova prática pode levar a distorções entre o que se espera e o que, de fato, ocorre em inovações curriculares. Cajás (2001), ao discutir a opção metodológica dos projetos em uma educação científica e tecnológica, alerta que “depois que os estudantes desenvolvem seus projetos sociais, pode não está claro que ciência aprendem e, ao menos, qual é o conhecimento tecnológico que resulta desses projetos” (p.249). Nesse sentido, o aluno poderá ficar confuso em aprender qual ciência? A “ciência social?”, “tecnológica?”, “química?”, uma vez que a CTSA implica em saberes interdisciplinar, e por isso destacamos que para planejar uma aula nessa linha de estudo é preciso definir corretamente o que se pretende alcançar.

Podemos enfatizar que a abordagem CTSA não se caracteriza como neutra isolada nas teorias, pois carece de uma maior interação e participação dos alunos em tomada de decisões de ordem social na escola, em casa, na sociedade. Há nessa visão, uma ação crítica e participativa dos alunos frente aos problemas sociais que atingem os mesmos, já que formam parte também da sociedade, e não deve posicionar-se à margem de certas situações.

Assim, apenas uma visão crítica da educação é capaz de priorizar habilidades para alcançar competências pensadas na perspectiva do desenvolvimento sociocognitivo, uma vez que aprender não se desenvolver biologicamente, mas o resultado da interação social com o conhecimento (ZANON, 2012). Ou seja, evoluir paralelo ao crescimento natural do homem raciocínios na formação de conceitos sócios culturalmente construídos. Para compreendermos melhor tal reflexão, é válido analisar o esquema a Figura 1, segundo Kortland (1996).



Figura 1: Modelo normativo de tomada de decisão¹.

Para que os alunos exerçam uma tomada de decisão consciente e eficaz deve seguir as atividades dispostas no esquema a partir da análise da figura citada. Porém, há outro modelo proposto por Jager e Van der Loo (1990) de um projeto holandês de educação ambiental (Figura 2), que organiza a tomada de decisão de forma mais detalhada evidenciando as características e gravidade do problema, aspectos e escolhas das medidas quanto a solução de problemas ambientais, além de estabelecimentos de planos de ação e execução de novos projetos.

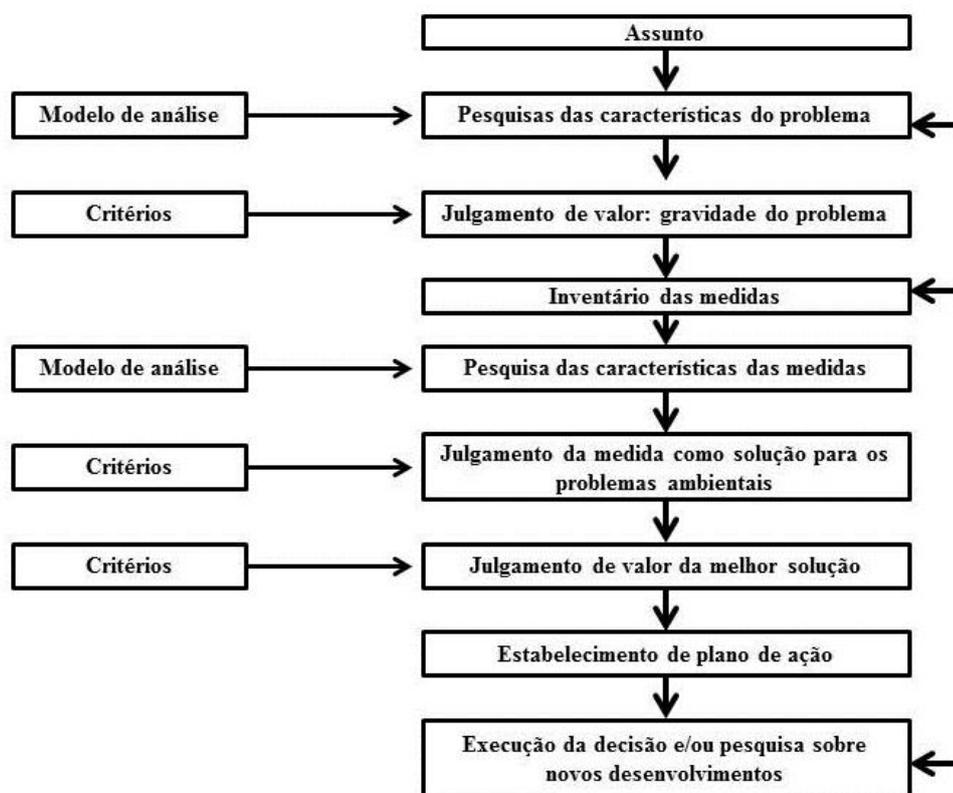


Figura 2: Estrutura de tomada de decisão².

¹ Extraído de Kortland, 1996, p.675.

É notória a complexidade quanto a tomada de decisão, no modo de aprender do aluno, porém, afunilam-se nas ações, ideias direcionadas ao pensamento crítico e coletivo para prática da cidadania. Conforme discute Heikkinen (1987), a tomada de decisão é feita diante de uma questão não completamente definida cujo resultado pode encerrar alternativas múltiplas e cuja solução é tomada sob o foco multidisciplinar, por meio de discussões, sendo avaliada pela análise de custos e benefícios. Mas como os alunos podem contribuir na participação de tomada de decisão na sociedade de maneira que acarrete algum efeito?

Segundo Praia *et al.*, (2007), a relevância de associar o meio ambiente na educação para cidadania quanto a prática de ações que possibilitam mudanças sociais centralizam-se em dois problemas estreitamente relacionados:

- ✓ Formação científica para uma cidadania que permita participar em discussões tecnocientíficas;
- ✓ Importância da natureza da ciência na educação científica, inclusive na preparação para tomada de decisão;

Ao dirigirmos uma formação científica para uma cidadania voltada para discussões tecnocientíficas, refere-se a participação do aluno em ações que requerem conhecimentos gerais. De acordo com o Conselho Internacional para a Ciência e UNESCO na Conferência Mundial sobre Ciência para o século XXI, declara-se:

Para que um país esteja em condições de atender às necessidades fundamentais da sua população, o ensino das ciências e da tecnologia é um imperativo estratégico [...] Hoje, mais do que nunca, é necessário fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, [...] a fim de melhorar a participação dos cidadãos na adoção de decisões relativas à aplicação de novos conhecimentos. (DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE, 1999).

Logo, é importante que o conhecimento científico alcance todos os níveis da sociedade a fim de que oportunize participação dos cidadãos no meio onde vivem para formação de novos conceitos e posicionamentos culturalmente adquiridos.

Conforme relata Praia *et al.*, (2007), a posse de profundos conhecimentos específicos num campo específico de saber não garante a adoção de decisões adequadas, pelo contrário, há uma exigência de enfoques que contemplem os problemas numa perspectiva mais ampla.

² Extraído de Jager e Van der Loo, 1990, p.36.

Por fim, quando referimos quanto à importância da natureza da ciência na educação científica visando uma preparação para tomada de decisão, evidencia-se a inserção da ciência no mundo social e físico, desmistificando a “neutralidade” da ciência.

É preciso uma coesão do desenvolvimento da ciência com circunstâncias que ocorrem no mundo, e não “desligados da realidade, como uma imagem-tipo disseminada e que a escola, lamentavelmente, não ajuda a superar, limitando-se a transmissão de conteúdos, e deixando de lado aspectos históricos, sociais, éticos, do meio ambiente... que marcam o desenvolvimento científico” (PRAIA *et al.*, 2007).

Então, diante do que foi discutido, torna-se importante desenvolver o processo ensino-aprendizagem numa vertente de preparar os alunos para uma ação consciente diante de situações que ocorrem na sociedade, e não somente uma transmissão de conteúdos científicos desvinculado do crescimento e transformações de ordem, social, econômica, científica e ambiental.

E nesse sentido, a aulas experimentais de química que serão discutidas no item seguinte, direciona-se para uma prática responsável no sentido de indicar a participação dos alunos refletindo, discutindo, dialogando o objeto de estudo contextualizado com uma questão social na busca por soluções a um determinado problema.

CAPÍTULO 2: AULA EXPERIMENTAL NUMA VERTENTE CTSA E O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Em relação a Ciência Química, a questão como planejar experimentos de Química abordando-se CTSA para a formação de cidadãos participativos na sociedade? Como tornar o estudo dessa ciência motivador e interessante para os estudantes, de forma a mudar sua capacidade de tomada de decisões no meio em que vivemos?

Podemos encontrar respostas a estas questões nas atividades experimentais, no qual o conteúdo da referida disciplina seria estudado no espaço escolar (em sala de aula ou no laboratório) a partir de um assunto que aborde ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Além disso, permite que o aluno confronte-se em situações de acertos e erros, na busca de saberes científicos, e o professor atuará como mediador de forma a esclarecer dúvidas na construção do conhecimento.

Assim, a relação de experimentos com enfoque na proposta pedagógica CTSA para o ensino de ciências vem sendo defendida por orientações oficiais, educadores e pesquisadores como um princípio regulador de uma educação voltada para a cidadania que possibilite a aprendizagem de conhecimentos científicos e a intervenção consciente (SILVA *et al*, 2010).

O procedimento experimental tem sofrido mudanças ao longo dos anos, uma vez que não se constitui somente de uma sequencia de ações práticas a partir de roteiros visando o conhecimento científico, mas está inserido nas transformações que o mundo vem passando, e conseqüentemente há alteração na rotina do ensino em ciências (Química). Porém, o trabalho experimental continua assumindo um papel importante no ensino da Química. Então, como seriam as práticas pedagógicas que possibilitem o estudo científico com temas sociais de forma que o professor seja o mediador dessa ação e os alunos sujeitos dessa prática para aprimorar seu censo crítico de pensar conforme o modelo construtivista?

Nesse sentido, os experimentos são compreendidos como ações projetadas e organizadas que vão além da mera observação. De modo geral, as relações e manipulações do investigador junto à natureza ou aos fatos científicos (PINHO ALVES, 1997), são mediadas pela experimentação, que consiste num ambiente artificial, controlável, que simula a realidade. A experimentação, seguindo objetivos

balizados no conhecimento formal, se apropria artificialmente de fenômenos naturais (não manipulados), permitindo que o investigador tente os compreender (AMARAL, 1997).

As atividades experimentais possibilita discutir como a ciência está relacionada à tecnologia presente no dia-a-dia dos alunos, as relações sociais associadas à produção do conhecimento científico, as implicações ambientais decorrentes da atividade científica, dentre muitas outras formas de se estabelecer uma importante ligação entre o conhecimento científico em destaque e o cotidiano dos alunos (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

Didaticamente, entende-se a atividade experimental como uma metodologia mediadora entre a carga cultural do aprendiz e o conhecimento científico e que, portanto, deve ser versátil, a fim de mediar diferentes momentos do diálogo sobre o saber (PINHO ALVES, 2004).

As aulas práticas experimentais de Química constituem-se em uma estratégia didática por exercerem um papel relevante no processo educativo dessa ciência, uma vez que permite ao aluno um melhor entendimento e assimilação dos conteúdos estudados em sala de aula possibilitando conciliar teoria e prática.

Através dessa proposta metodológica os alunos podem participar efetivamente na construção do conhecimento científico, observando, analisando, discutindo no coletivo uma determinada atividade experimental, conforme:

No processo coletivo da construção do conhecimento em sala de aula, valores como respeito pela opinião dos colegas, pelo trabalho em grupo, responsabilidade, lealdade e tolerância têm que ser enfatizados, de forma a tornar o ensino de Química mais eficaz, assim como para contribuir para o desenvolvimento dos valores humanos que são objetivos concomitantes do processo educativo. (BRASIL, 2006, p.13)

Então, de acordo com o documento curricular, a formação do aluno implica não apenas uma formação intelectual, como também o desenvolvimento da cidadania, formando seres humanos capazes de criticarem e agirem com discernimento sobre qualquer assunto numa determinada situação.

De acordo com os PCNEM em relação às aulas laboratoriais, o aprendizado “deve reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes” (BRASIL, 1999, p.37).

O ensino de ciências, seja a Biologia, Física ou Química, necessita da utilização das atividades experimentais, uma vez que são disciplinas cujos conhecimentos precisam ser demonstrados, vistos, analisados pelos alunos para um melhor entendimento daquele assunto discutido pelo professor em sala-de-aula.

A experimentação, segundo Japiassú e Marcondes (1996), significa “interrogação metódica dos fenômenos, efetuada através de um conjunto de operações, não somente supondo a repetitividade dos fenômenos estudados, mas a medida dos diferentes parâmetros: primeiro passo para a materialização da realidade” (1996, p. 96).

Então, a experimentação segundo esses autores, constitui-se numa ação contínua de procedimentos experimentais para uma melhor compreensão de um determinado conceito científico. A ação pedagógica tem como objetivo desprender-se do tradicionalismo, repetição de conceitos, método de memorização, partindo para uma visão mais contextualizada da matéria, aproximando-se o máximo da realidade. A experimentação é o meio vinculador de conceitos, leis e equações e do ambiente vivido pelo aluno e pelo professor (Araújo e Abib, 2003)³. Ainda, segundo estes autores, as atividades experimentais propostas em alguns livros didáticos no Ensino Médio são bastante restritas, conforme:

Ao contrário do desejável, a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste ainda de orientações do tipo “livro de receitas”, associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino, restrita a demonstrações fechadas e laboratórios de verificação e confirmação da previamente definida, o que sem dúvida, está muito distante das propostas atuais (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.177)³.

A abordagem de um conteúdo a partir de algo concreto, de significado efetivo, traz uma construção de conhecimento diferenciado pelo aluno. Percebe-se, assim a experimentação como um forte instrumento pedagógico no ensino de ciências, possibilitando ao aluno a elaboração de hipóteses, resolução de problemas, aplicação e busca de conceitos, formulação e esclarecimento de dúvidas, além do desenvolvimento de habilidades, como observação e comunicação através da interação com a linguagem própria da Química e seus símbolos, previsão de resultados do experimento diante das evidências ou concepções pessoais.

³ ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M.L.V.S; **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 25, n.02. São Paulo, 2003.

Segundo Moraes (2008), dentre as classificações das atividades experimentais no ensino de ciências, podemos citar as *investigativas*, onde os alunos serão instigados a desenvolver o aprendizado de forma crítica e participativa com a presença do professor como agente mediador/problematizador já que ele não irá fornecer as informações prontas do experimento e ausência de um procedimento experimental (quando ocorre é de forma aberta e não estruturado), e o experimento pode ser feito na própria aula ou previamente a abordagem do conteúdo; as *demonstrativas*, nas quais é empregada para demonstrar conceitos já vistos em sala de aula, bem como após as discussões conceituais visando obter informações que justifiquem tais discussões, na qual o professor executa o experimento seguindo-se de um roteiro fechado estruturado, e o aluno apenas observa o experimento.

Temos ainda as atividades experimentais por *simulação*, que consiste em representar fenômenos químicos por meio de um sistema que simule experimentos reais ou imaginários utilizando-se a ferramenta computacional como recurso pedagógico. E por fim, as atividades *tradicionais ou de verificação*, que não acrescenta ou diminuem quase nada no processo ensino-aprendizagem, uma vez que objetiva verificar os conceitos químicos e executar a prática experimental segundo um roteiro estruturado e ocorre logo após a abordagem do conteúdo na aula expositiva.

Apesar de haver as classificações das atividades experimentais conforme citadas anteriormente, segundo Araújo e Abib (2003), a experimentação vem sendo proposta e discutida na literatura de forma bastante diversa quanto ao significado que tais atividades podem assumir no contexto escolar; esses autores enfatizam que apesar da pesquisa sobre essa temática revelar diferentes tendências e modalidades para o uso da experimentação, essa diversidade, ainda é pouco analisada e discutida, e cada uma das classificações é abordada na linha tradicional de ensino.

Nesse sentido, é importante definir os objetivos das atividades experimentais e identificar as contribuições no processo ensino-aprendizagem de Química como um instrumento pedagógico. Segundo Carvalho *et al* (2005), os fatos e os conceitos se constituem em apenas um dos conteúdos a serem trabalhados e – tão importante quanto – outros tipos de saberes (conceitual, procedimental, atitudinal) também podem ser favorecidos. Assim, Oliveira (2010), destaca algumas das possíveis contribuições das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem de ciências:

- Motivar e despertar a atenção do aluno;
- Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;
- Desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão;
- Estimular a criatividade;
- Aprimorar a capacidade de observação e registro informações;
- Aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos;
- Aprender conceitos científicos;
- Detectar e corrigir erros conceituais dos alunos;
- Compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação;
- Compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- Aprimorar habilidades manipulativas.

Apesar de que todas as contribuições das atividades experimentais citadas sejam importantes, procuramos ressaltar nesse trabalho, mesmo parcialmente, a relação da atividade experimental de caráter investigativo com a ciência, tecnologia e sociedade integrada a questão ambiental discutida no item seguinte.

2.1 Enfoque das atividades experimentais investigativas como uma proposta didática diferenciada

Entende-se por atividades experimentais investigativas àquelas que envolvem os estudantes na busca por respostas, na resolução de um problema ou exploração de um fenômeno, ou seja, caracterizam por combinar processos, conceitos e procedimentos na resolução de um problema- e que são orientados por um guia cujo formato permite certo grau de liberdade para sua realização (GURIDI; ISLAS, 1998)⁴.

De acordo com os procedimentos experimentais tradicionais, os alunos ao realizarem um experimento o fazem seguindo-se uma “receita de bolo” que forneçam poucas possibilidades de intervenção e/ou modificação por parte dos alunos ao longo as etapas do procedimento experimental. Já atividade de investigação possui uma característica mais aberta, e pode ser realizada na própria aula, envolvendo a participação do aluno na análise, coleta de dados, elaboração de argumentos e discussão. Para Suart e Marcondes (2008), sob essa perspectiva:

⁴ GURIDI, V. M.; ISLAS, S. M. Guías de laboratorio tradicionales y abiertas em Física elemental: propuesta para disenar guías abiertas y estudio comparativo entre el uso d este tipo de guías y guías tradicionales. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.3, n.3, p.203-220, set.1998.

[...] se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico. (SUART; MARCONDES, 2008, p.2)

Logo, atividade com ênfase na investigação, os alunos passam a ser o centro do processo ensino-aprendizagem, pois os mesmos são instigados a analisarem, refletirem e interagirem, na busca por respostas e soluções para os problemas apresentados.

Ao sugerir o envolvimento dos alunos numa atividade investigativa, o professor torna possível que os alunos passem da condição de espectadores apenas para investigadores, ou seja, se tornam sujeitos ativos do processo pedagógico, e, portanto, atuando de forma direta na construção do saber. E também, o papel do professor é alterado nesse tipo de atividade, passando da função de “transmissor do saber” para orientador da atividade, atuando no papel de incitar a investigação e mediar às interações decorrentes do ambiente escolar em que acontece a pesquisa.

Para que haja a efetivação da atividade experimental investigativa como uma proposta didática diferenciada é necessária que a mesma apresente um nível de entendimento adequado para o aluno sustentado por uma base teórica compreendida por eles ao longo de todo o processo da investigação do conteúdo em estudo. Nesse sentido, entendemos que àquela atividade deve conduzir a uma aprendizagem compreensível, de modo que a mesma não se converta em fonte de desânimo e de impossibilidade de resolução (Cachapuz *et al.*, 2005).

Uma aula prática nessa perspectiva, valoriza a análise, a reflexão, a interação dos alunos, proposição de problemas e possíveis soluções, levantamento de hipóteses, debate de ideias e argumentos, desenvolvendo o senso crítico e a capacidade de tomada de decisão que relacionam com os princípios da CTSA. Segundo Hodson⁵, há uma tríade no processo ensino-aprendizagem de ciências: no aprender, aprender sobre e fazê-la, detalhada na seguinte citação:

⁵ Hodson, D, The place of Practical Work in Science Education. In: **Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências**. Braga: Universidade do Minho, 2000.

- (I) *aprender ciências*- adquirir e desenvolver conhecimento conceitual e teórico;
- (II) *aprender a cerca da ciência*- desenvolver uma compreensão sobre a natureza e método da ciência e uma percepção das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente;
- (III) *fazer ciências*- empenhar-se e desenvolver competências em investigação científica e resolução de problemas.

Logo, o aprendizado de ciências está interligado com os conceitos científicos, direcionado na compreensão das relações em CTSA e no desenvolvimento de encontrar competências a partir de uma investigação prática experimental direcionada em encontrar uma melhor solução para um determinado problema ou situação.

2.2 Breve panorama das Atividades Experimentais de Química em CTSA

A partir de um levantamento de teses e dissertações produzidas no Brasil pudemos notar que, a linha de estudo em CTSA é recente, iniciando a abordagem nesse tipo de trabalho científico há sete anos. A partir da ênfase concedida pela legislação educacional no âmbito das competências quanto à contextualização e interdisciplinaridade vem aumentando a pesquisa na ótica em CTSA. Por enquanto, limita-se a um número reduzido de pesquisadores.

Segundo Noela Invernizzi e Lais Fraga (2007), entre os autores nacionais, destaca-se a influência do grupo de estudos da Universidade Federal de Santa Catarina, tanto dos seus docentes (A. Bazzo, Irlan von Linsingen, Luis Pereira e Demétrio Delizoicov) como também de discentes que também fizeram seus doutorados. Dentre esses últimos, os trabalhos de Décio Auler, atualmente professor da Universidade Federal de Santa Maria, individual ou em co-autorias, encontram-se entre os mais referenciados, junto com os de Wildson Santos (e co-autores), da Universidade de Brasília.

Ainda de acordo com as autoras, no quadro internacional, há notória influência do grupo de autores vinculados à Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), e outros autores estrangeiros que têm bastante influência na produção nacional sobre o tema são o canadense Glenn Aikenhead e os portugueses Pedro Reis e Cecília Galvão.

Apesar desse crescimento da pesquisa em educação CTSA, pouco se tem pesquisado sobre articulação da mesma com experimentos químicos. Os temas mais citados relacionam essa vertente com formação do professor, práticas pedagógicas, questões ambientais, química, cidadania, materiais didáticos, história da ciência, Ensino Médio e livro didático.

Quando ocorre uma abordagem das atividades experimentais e CTSA, faz-se o estudo da ciência no processo ensino-aprendizagem de forma contextualizada com as transformações que ocorrem na sociedade, com o desenvolvimento tecnológico, as descobertas da ciência, e os consequentes impactos ao meio ambiente que tudo isso venha acarretar (SANTOS e MORTIMER, 2002).

E o meio vinculador desses termos com CTSA ocorre a partir de uma questão problematizadora, como poluição, o lixo, questões climáticas, água, efeito estufa, aumento do buraco da camada de ozônio, inseridos no desenvolvimento da ciência-tecnologia (Freire, 2005).

Segundo esse autor, a problematização tem a realidade como a base para a construção de conhecimentos científicos que sejam relevantes no contexto em que os sujeitos estão inseridos, na qual o indivíduo constrói os signos⁶. Nesse sentido, torna-se importante a abordagem de conteúdos por meio de temas inseridos na vida do homem. Aulas temáticas proporcionam a inserção de assuntos do cotidiano do aluno, contribuindo para a construção de interações dialógicas em sala de aula. As discussões no contexto do ensino-aprendizagem de Ciências possibilitam o estabelecimento de relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente (Santos; Mortimer, 2002).

Nesse contexto para definir bem o problema é imprescindível a revisão da literatura, conhecido também como “estado da arte”, definida como a pesquisa dos tipos de trabalhos já publicados, como teses, artigos, dissertações, livros, sobre um determinado assunto num determinado período temporal. Atua também como agente facilitador na busca sobre a ideia concreta do estado atual das pesquisas e a contribuição da investigação para o desenvolvimento do conhecimento. Como nos informam Cardoso *et al.*, (2010) “cada investigador analisa minuciosamente os trabalhos dos investigadores que o precederam e, só então, compreendido o testemunho que lhe foi confiado, parte equipado para a sua própria aventura” (p. 7). Portanto, os resultados da busca bibliográfica permitem uma análise acerca das produções científicas sobre o objeto de pesquisa num determinado marco temporal.

Após o término de coleta das publicações, foi realizada a leitura dos resumos das dissertações e teses para verificarmos como cada trabalho discutiu conceitualmente as questões CTSA e experimento. A análise de conteúdo (MINAYO,

⁶ Esse termo é utilizado por Vigotski para representar o desenvolvimento de funções mentais superiores. Classificam-se em três tipos: indicadores (causa e efeito), icônicos (imagens ou desenhos) e simbólicos (relação abstrata)

1992) foi uma técnica aqui utilizada para nos ajudar a identificar e caracterizar no nosso *corpus* de pesquisa elementos que nos indicassem padrões que permitissem (a) identificar e classificar unidades para análise; (b) estabelecer critérios para encontrar semelhanças e diferenças entre aspectos presentes nos artigos analisados; (c) classificar estas unidades visando ao estabelecimento de núcleos de sentido.

Foram encontradas dissertações e teses nos últimos 11 anos, no período correspondente de 2002-2013. Dentre todas as publicações científicas pertencentes a esse nível de ensino encontramos os seguintes trabalhos científicos que mais se aproximaram com CTSA e Experimentos de Química, a saber:

1. O Livro Didático na educação científica CTSA voltada para o exercício da cidadania (dissertação): este trabalho analisou as perspectivas de ensino implícitas em uma amostra de seis livros didáticos de Ciências em nível fundamental de ensino (3ª e 4ª séries). Os livros analisados apresentam um conhecimento em didática da ciência pouco embasado nos atuais preceitos da Didática e da formação humana, incoerências que podem ser decorrentes da falta de um consenso mais fundamentado numa nova filosofia de ciência, do que venha a ser ciência, ensino/aprendizagem e formação científica na sociedade atual.

2. A contextualização do conhecimento químico na obra *Química Cidadã* dirigida ao ensino médio (dissertação): esta pesquisa constituiu a análise dos três volumes que compõem a obra “QUÍMICA CIDADÃ”. Os resultados da pesquisa forneceram dados sobre a constituição da obra analisada e se atende a perspectiva CTSA de ensino a partir da contextualização de Química no Ensino Médio com a adoção de temas sociocientíficos para a formação do aluno com a articulação de temas CTSA, pois a construção de conhecimentos em Ciência e Tecnologia integrados ao contexto social.

3. Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências (tese): este trabalho centralizou-se na necessidade de associar, ao ensino de conceitos científicos, a partir dos seguintes itens: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico, considerados como mitos. Como resultado foi detectado um avanço científico-tecnológico, próximo do determinismo tecnológico e significativa rejeição ao mito da perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia. Identificou-se, também, a presença significativa de contradições no pensar individual dos professores, aspecto atribuído, dentre outros fatores, a uma compreensão confusa, ambígua sobre a não neutralidade da Ciência-Tecnologia.

4. Uma análise de materiais instrucionais com enfoque em CTSA produzidos por professores em um curso de formação continuada (dissertação): este trabalho teve como meta a análise de produções didáticas em CTSA por professores de Química voltada para a contextualização do conhecimento químico. Para tanto, foram analisadas cinco unidades didáticas com o tema *Combustíveis-Produção, eficiência e impactos ambientais*. Todos os materiais mostraram um avanço quanto a descrição científica, e um detrimento de discussões referentes aos aspectos sociais e ambientais, necessitando, portanto, de uma visão mais crítica e reflexiva da ciência em estudo.

Assim, o estado da arte sobre o tema desta dissertação apresenta poucos trabalhos pesquisados relacionados com CTSA com ênfase em contextualizar o processo ensino-aprendizagem de Química, dos quais centralizam no eixo *formação do professor* (1 dissertação) e *análise de livro didático* (1 tese e 2 dissertações), embora o enfoque socioambiental foi considerado precursor do movimento CTS desde meados dos anos 1960-1970.

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

3.1. O contexto da elaboração das atividades

Na elaboração da proposta da pesquisa de caráter qualitativo-quantitativo com atividades investigativas buscou-se englobar os conceitos químicos de forma clara, objetiva e motivadora para os alunos no contexto CTSA de modo que os mesmos compreendessem melhor o conteúdo químico a ser estudado. A direção qualitativa de análise, inspirando-nos em André (2001), tratamos o objeto de estudo holisticamente, considerando todas as variáveis que o constitui, e utilizamos de instrumentos de cunho quantitativo para organização estatística dos dados coletados, e enfim, a utilização de tais ferramentas poderá contribuir para uma leitura mais enfática do fenômeno em estudo.

Este trabalho foi desenvolvido em duas classes do segundo ano do Ensino Médio no turno matutino em escolas distintas da rede pública de ensino de Aracaju/SE, com a participação de 25 alunos na primeira escola e 30 alunos na segunda escola, com idade média de dezesseis anos. A escolha da série do 2º ano deu-se por dois motivos: era a única série que possuía duas aulas seguidas semanais; e após realizarmos contato, pessoalmente, com as professoras das duas escolas obtivemos informações necessárias para definição da atividade experimental de condutividade eletrolítica que compõe o conteúdo programático do segundo ano.

Quando citamos o motivo de escolha da série pesquisada referente ao estudo da teoria pelos alunos, direcionamos a importância da atividade experimental quanto à aproximação de conceitos à prática, independente do tipo de abordagem de atividade experimental. Além de que, realizamos uma pesquisa voltada para a investigação, na qual um sólido conhecimento do conteúdo pelo aluno previamente torna-se um tópico importante, e assim, aplicamos a proposta em classes que o conteúdo de eletroquímica fora estudado.

Todo o desenvolvimento teórico e prático teve que ocorrer em duas aulas consecutivas em semanas distintas com duração de cinquenta minutos cada, totalizando quatro aulas na execução da pesquisa. Este foi o primeiro desafio: como trabalhar o método investigativo em aula de Química em intervalos de tão pouco tempo?

Escolhemos fazer a referida pesquisa em escolas distintas a fim de verificar se alcançaríamos os objetivos pretendidos, mediante as intervenções pedagógicas, tendo em vista a metodologia de ensino de ambos os estabelecimentos, bem como outras variantes (como a estrutura física diferenciada de cada escola e recursos didáticos).

A primeira escola (denominada neste trabalho como escola A) fica localizada na periferia de Aracaju, construída na década de 1980. Oferta somente o Ensino Médio com um maior número de alunos no turno da manhã onde há sete turmas de primeiro ano, três turmas de segundo ano e duas turmas de terceiro ano. Suas salas são muito quentes e a acústica, tende a prejudicar o desenvolvimento de uma boa aula. Conta com dois laboratórios, um de informática e outro de ciências. Porém, este último só há a estrutura e não conta com equipamentos didáticos para a realização de práticas experimentais.

Portanto a maior parte da pesquisa foi desenvolvida em sala de aula. O laboratório de informática contém cerca de 20 computadores, mas muitos deles danificados. Há também uma quadra que está passando por uma reforma há mais de três anos, e por isso não ocorrem aulas de educação física na prática; uma biblioteca com poucas condições de atender aos jovens pela estrutura precária do acervo, das cadeiras e iluminação e dois auditórios.

E surge outro desafio: será que conseguiríamos desenvolver a pesquisa nesta escola diante das precárias condições estruturais, de modo que houvesse interesse e compromisso dos alunos com as atividades sugeridas. O compromisso dos alunos, neste trabalho, torna-se um item relevante, pois as aulas eram sequenciais visto que almejávamos obter resultados condizentes com o objetivo desta pesquisa, e o distanciamento de uma aula e outra poderíamos obter dados incompletos, e para tanto necessitávamos da dedicação e participação deles para um bom desempenho do trabalho.

Enquanto a outra escola (denominada neste trabalho como escola B), construída em 1870, localizada no centro de Aracaju. Atualmente oferta o Ensino Médio, e desde 2003 a escola vem trabalhando em regime semi-integral, com uma nova proposta curricular desenvolvendo atividades complementares. A partir de 2010, a escola mudou a proposta pedagógica com a implementação do “Centro Experimental de Ensino Médio”, cuja função é acompanhar, apoiar e sistematizar as experiências

dos programas assegurando sua universalidade e gratuidade, com aperfeiçoamento e melhoria de qualidade. Quanto à estrutura física disponibiliza de: laboratórios de informática, biologia, física e química, quadra poliesportiva, refeitório (os alunos estudam em tempo integral), sala de artes cênicas e yoga, sala dos professores e biblioteca. É importante destacar alguns aspectos quanto o histórico dessa escola, como o primeiro estabelecimento de ensino de Sergipe construída em 1870 e ofertava dois cursos diferentes: o de humanidades e escola normal. Apesar das muitas dificuldades para manutenção das escolas públicas, estudaram na mesma, grandes nomes da sociedade sergipana, como Laudelino Freire.

3.2. Apresentação das atividades

Lüdke e André (2003) sugerem que os pesquisadores, ao iniciarem a coleta de dados, mantenham sempre uma perspectiva de totalidade, indicando que no registro do conteúdo das observações devem contemplar uma parte descritiva e uma parte reflexiva. Na parte descritiva, o registro deve conter a descrição dos sujeitos, reconstrução dos diálogos, descrição dos locais, descrição de eventos especiais, descrição das atividades e comportamentos do (a) observador (a). Na parte reflexiva, as anotações incluem as observações pessoais do pesquisador como: ideias, problemas, pré-concepções, dúvidas, incertezas, de possíveis decepções, de reflexões analíticas e metodológicas, mudanças de perspectiva do (a) observador (a) e esclarecimentos necessários. A utilização desses instrumentos e técnicas mencionados compôs o estudo e o desenvolvimento deste trabalho a partir das razões e das condições que descrevemos a seguir conforme a seguinte sequência didática:

A) Leitura do Texto

No primeiro momento optou-se como instrumentos de coleta de dados as observações sobre a compreensão da leitura e discussão de texto visando propiciar aos alunos um momento em que os mesmos pudessem analisar o tema social referente ao uso contínuo de pilhas, e expor suas opiniões. As discussões foram mediadas pela pesquisadora (falando e ouvindo) que durante o processo incentivou a participação dos alunos, oportunizando os mesmos a expor e confrontar suas ideias e ouvir a opinião dos colegas, respeitando os argumentos dos mesmos. Questionar, contextualizar e pesquisar tornou-se, segundo Moraes (2008),

[...] maneiras de envolver os sujeitos, alunos e professores, num processo de questionamento do discurso, das verdades implícitas e explícitas nas formações discursivas, propiciando a partir disso a construção de argumentos que levem a novas verdades (MORAES, 2008).

Esta atividade foi analisada a partir das falas dos alunos transcritas do diário de campo da pesquisadora, favorecendo o processo de construção do esboço de análise e interpretação do ambiente da pesquisa, além de conhecer a realidade em que os alunos estavam inseridos para então desenvolver a prática pedagógica.

Utilizou-se uma análise pessoal da pesquisadora de acordo com a percepção da mesma em relação aos dados coletados, em que a análise do conteúdo destaca o valor das informações dos depoimentos recolhidos, como: palavras, argumentos e ideias neles expressos, procurando identificar e descrever os resultados atingidos.

B) Avaliação Diagnóstica

E por que avaliação, e não atividade ou questionário? Optamos pelo processo avaliativo por contemplar qualitativamente os dados de forma contínua, prolongada e adquirida durante o percurso do ensinar e aprender. Para Libâneo (1991), avaliação é definida como:

uma componente do processo de ensino que visa, através da verificação e qualificação dos resultados obtidos, a determinar a correspondência destes com os objetivos propostos e, daí, orientar a tomada de decisões em relação às atividades didáticas seguintes (LIBÂNEO, 1991, p.196).

Assim, avaliação diagnóstica possibilita identificar as dificuldades do aluno e os conhecimentos prévios sobre o estudo da Química ao nosso cotidiano, a fim de enfatizar o foco da pesquisa nas atividades experimentais numa ótica CTSA, além de ajudar ao professor na constatação de falhas no seu trabalho e a decidir a passagem ou não para uma nova unidade temática. Também ajuda os alunos a ter hábitos de trabalho independente, além de contemplar aspectos conceituais e atitudinais na qual o conteúdo foi analisado visando, melhor compreensão da realidade, que segundo Moraes (1999, p. 9):

A análise de conteúdo constitui numa metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda a classe de documentos e textos. Essa análise, [...] ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum.

Analisado em categorias classificadas conforme as respostas comuns dos alunos, objetivando-se verificar o conhecimento dos alunos sobre pilhas (conceito, constituição, aplicações, impactos ao meio ambiente) e concepções sobre ciência, tecnologia e sociedade, e suas relações. Além disso, conforme a categorização de tais respostas possibilitou não apenas avaliar conceitos como também identificar e analisar posicionamentos dos alunos em situações envolvendo as interações da ciência com as transformações que ocorrem no mundo.

Os documentos escritos constituem, segundo Lüdke e André (2003, p. 39) “fonte poderosa de onde podem ser retiradas evidências que fundamentam afirmações e declarações do pesquisador. Representam, ainda, uma fonte ‘natural’ de informação”.

Nesse sentido, as anotações pessoais da pesquisadora, as avaliações, e o quadro da atividade experimental constituíram material de análise documental deste estudo, servindo como fonte de dados à medida que iam sendo lidos pela pesquisadora. A análise documental, além de ser uma técnica que permite apropriar-se da fonte rica de informações sobre o contexto e o comportamento dos seus usuários, permite igualmente às outras técnicas, desvelar aspectos novos do problema de investigação em apreço (LÜDKE e ANDRÉ, 2003).

C) Atividade Experimental

Realizou-se uma atividade experimental de condutividade eletrolítica, na qual dividimos a classe em grupos, analisada através dos dados obtidos dos experimentos dispostos em um quadro de modo que averiguássemos o conhecimento químico dos alunos sobre a condução eletrolítica nas diferentes soluções apresentadas a partir de materiais simples inseridos no cotidiano do aluno como vasilha plástica, pilhas, sal, açúcar e água.

Tal mecanismo constitui-se como uma estratégia de vincular o experimento no contexto CTSA por utilizar material que não agride a natureza e de fácil aquisição. Nesse contexto, uma metodologia da prática científica envolta na CTSA, proporciona aos alunos uma oportunidade para explanarem suas ideias, desenvolverem competências a partir da investigação experimental e resolverem problemas.

D) Avaliação de Aprendizado

A avaliação final foi analisada a partir das respostas comuns dos alunos organizadas em categorias a fim de verificar o conhecimento dos alunos sobre o conteúdo químico do experimento de condutividade eletrolítica realizado com materiais simples conforme uma proposta pedagógica CTSA.

Conforme as orientações de Lüdke e André (2003), a análise de dados neste trabalho seguiu os seguintes passos:

- Leitura do material coletado, até o ponto de atingir uma certa familiaridade com ele. Nestes materiais, estão inclusas observações de sala de aula, conversas informais em pequenas notas, falas e informações escritas dos alunos. Esta leitura se orienta pela necessidade de extrair questões interessantes ou modelos que podem contribuir com a formação de conceitos e de categorias analíticas;
- Definição de categorias analíticas, a partir da organização dos dados, as quais foram fundamentais para a própria análise, tendo em vista esclarecer sua significação e estabelecer as relações com outras categorias, quando necessário. Nesse processo, aparecem novas categorias ou subcategorias e, também, um volume considerável de ressignificações de dados entre as categorias;
- Refinamento dos dados, conforme as categorias de análise que foram progressivamente, clarificando-se uma em relação às outras; os dados de campo foram ser organizados de forma específica a ponto de ilustrar as categorias tornando-as capazes de interpretação;
- Construção de indicadores para ilustração das categorias, buscando compreender e estabelecer a relação entre os dados das diferentes fontes (falas, observações, documentos) o que denominamos de “triangulação” dos dados em análise. Esse processo possui um delineamento na tentativa de estabelecer uma relação do objeto de estudo com as respostas mais amplas, evidenciando suas relações e contradições.

É importante salientar que durante o convite para participação na pesquisa, foram explicados aos alunos os objetivos do trabalho, e possíveis contribuições de sua participação, o que seria feito com suas opiniões e a utilização de códigos para preservação de suas identidades. Após o aceite dos discentes para participarem da pesquisa, eles foram convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo I). O termo foi construído a partir do modelo disponibilizado pelo

Comitê de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde. Nesse formulário encontram-se algumas informações gerais sobre o trabalho e autorização para publicação dos dados coletados através das entrevistas, fornecendo garantias para manutenção do anonimato e preservação dos dados. Ele deixa claro que a qualquer momento os nossos colaboradores poderiam desistir de participar da pesquisa sem que isso os comprometesse ou os prejudicasse de alguma forma.

Os dados obtidos nas avaliações diagnósticas e de aprendizado foram sistematizados em gráficos, indicando o percentual de respostas dos alunos em relação a cada uma das alternativas propostas nas questões formuladas.

3.3 Etapas da coleta de dados

O projeto proposto aos alunos contemplou as seguintes etapas:

Primeiro Momento:

Etapa 1- Aula introdutória de cinquenta minutos com apresentação do trabalho proposto salientando a importância do conteúdo científico, bem como da leitura e discussão de um texto (Ver Anexo II) que contemplou o assunto norteador da pesquisa que consistia sobre o correto descarte de materiais tóxicos;

Etapa 2- Aplicação de uma avaliação diagnóstica (Ver Anexo III) para verificar o entendimento dos alunos sobre o assunto a ser estudado no decorrer das quatro aulas.

Segundo Momento:

Etapa 3- Atividade prática experimental de “Condutividade eletrolítica” e posterior aplicação de um quadro (Ver Anexo IV) sobre o experimento (conforme Anexo V);

Etapa 4- Aplicação de avaliação de aprendizado (Ver Anexo VI) a fim de averiguar o grau de compreensão dos alunos sobre a atividade experimental proposta e a relação com CTSA.

3.3.1 PRIMEIRO MOMENTO – ETAPA 1

O primeiro momento, conforme o Plano de Aula I (Anexo VII) consistiu na apresentação de todo o trabalho que desenvolveríamos nas duas Escolas com: introdução, definição de CTSA, objetivos, conteúdo químico, procedimento da parte experimental, enfim, um roteiro da nossa “estadia” na escola.

Posteriormente, passamos para a leitura de um texto cujo tema foi “Pilhas e Baterias”, de forma que contextualizasse com o foco da nossa pesquisa que é interligar a atividade experimental de Condutividade eletrolítica, abordando-se conteúdos de pilhas, inserido com o descarte de pilhas e suas consequências para o homem de modo que propiciasse um questionamento, conscientização, aprendizado conceitual e atitudinal baseado numa proposta CTSA.

Para tanto, organizamos tal atividade através de uma leitura compartilhada de um texto composta por três alunos voluntários e os demais acompanhando. Além de dividirmos a turma em grupos de no máximo quatro alunos para não haver dispersão com a leitura, e posteriormente houve uma discussão sobre o mesmo, onde alguns alunos questionaram a pesquisadora sobre os assuntos envolvidos com o tema do texto.

3.3.2 PRIMEIRO MOMENTO – ETAPA 2

Finalizamos este primeiro momento da aula, seguindo-se o Plano de Aula II (Anexo VIII) com a aplicação de uma avaliação diagnóstica, composto por nove questões divididas em seis objetivas e quatro subjetivas a fim de averiguar o nível de conhecimento dos alunos sobre o tema social em estudo contextualizado com o conteúdo químico na busca de uma construção de uma aprendizagem crítica, interpretativa e determinante na formação da cidadania.

Aplicamos uma avaliação diagnóstica cujo conteúdo foi analisado visando, melhor compreensão da realidade, que segundo Moraes (1999, p. 9):

A análise de conteúdo constitui numa metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda a classe de documentos e textos. Essa análise, [...] ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum.

Assim, a análise escrita torna-se um valioso meio de coletar dados uma vez que podemos utilizá-la para uma melhor interpretação das respostas dos alunos nos documentos escritos, a fim de obter as informações necessárias que se interligam com a meta investigativa do pesquisador.

3.3.3 SEGUNDO MOMENTO- ETAPA 3

Seguindo-se o progresso metodológico proposto, desenvolvemos nesta aula, uma atividade experimental, utilizando-se o emprego de materiais e soluções de baixo custo e fácil aquisição próxima do cotidiano dos alunos (água, sal de cozinha, açúcar, fio de cobre, pilhas e/ou baterias, adaptador de pilhas), conforme o Plano de Aula III (Ver Anexo IX), inserida nas características da CTSA. Na aula seguinte, de forma conjugada, aplicamos uma avaliação de aprendizado, almejando-se obter resultados condizentes com o objetivo desta pesquisa, e o distanciamento de uma aula e outra poderíamos coletar dados insatisfatórios.

3.3.4 SEGUNDO MOMENTO- ETAPA 4

Finalizando-se este momento correspondente a quarta e última aula com aplicação de uma avaliação de aprendizado, conforme o Plano de Aula IV (Anexo X). A efetivação desta aula em ambas as escolas ocorreu em espaços escolares distintos, visto na Escola A ocorreu na própria sala de aula, pois o laboratório estava impróprio para uso, e enfatizando os moldes do CTSA em tratar de um experimento cujos materiais e soluções encontram-se facilmente (como o sal, açúcar) e não acarreta em malefícios tanto para o homem quanto à natureza, destacando-se assim, como um meio didático alternativo aos reagentes e vidrarias presentes em laboratórios de Química.

Enquanto na segunda Escola B, essa aula se efetivou no laboratório por possuir condições adequadas, além das normas da escola não permitir a execução de atividades experimentais em outro ambiente escolar. Demonstrando que este “tipo de pesquisa oferece elementos preciosos para uma melhor compreensão do papel da escola” (ANDRÉ; LUDQUE, 1986, p.23).

CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor interpretação dos resultados, os dados foram sumarizados em gráficos nas seguintes atividades desenvolvidas com os alunos: a) avaliação diagnóstica; b) experimentação sobre condutividade eletrolítica c) avaliação de aprendizado. De tal forma que a disposição das respostas dos alunos nos quadros ocorreu com a categorização das mesmas conforme a similaridade permitida numa pesquisa qualitativa. Refletindo-se com André e Ludke (1986), consideramos:

“[...] na análise dos dados as categorias relacionadas são agrupadas para formar conceitos mais abrangentes ou ideias muito amplas são subdivididas em componentes menores para facilitar a composição e a apresentação dos dados”.

Desta forma, fizemos a análise dos resultados conforme os itens que seguem:

4.1 - Análise das observações sobre a Leitura do Texto- Aula 1

Este item discorre sobre a análise da intervenção pedagógica da leitura e discussão de um texto nas escolas participantes da pesquisa no qual proporcionou um diálogo da turma participante com a pesquisadora.

Assim, neste primeiro momento de contato com os alunos após a apresentação do projeto da referida avançamos com a leitura e interpretação do texto, no intuito de investigar se os alunos tinham ideia da quantidade de pilhas e baterias que o homem usa, e suas implicações com o meio ambiente, através do diálogo, apresentação de argumentos, dúvidas e hipóteses para um melhor esclarecimento e solução do problema proposto, com a mediação da pesquisadora.

Realizamos um levantamento desta aula a partir das transcrições das falas gravadas pela pesquisadora dos alunos durante a discussão da questão temática abordada para exemplificar a referida questão e discuti-la a partir das mesmas.

A seguir citamos algumas transcrições das falas de três alunos pertencentes da escola B durante esse primeiro momento sobre o debate do texto cujo objetivo era verificar conhecimento sobre pilhas (quanto ao quantitativo consumido e importância para o homem, o descarte correto e danos ao meio ambiente). Então após essa leitura do texto, a pesquisadora discutiu com os alunos os assuntos pertinentes sobre as pilhas e baterias resultando nas seguintes citações:

A02: *Nunca pensei que alguns tipos de câncer fossem causados pelas pilhas.*

A03: *Não sabia direito para onde ia esse tipo de lixo, mas deve ser muito ruim para os rios, e para o solo no nosso dia-a-dia?*

A01: *Sempre tive dúvidas em que tipo de doença os metais que estão dentro das pilhas podem causar ao homem, e até os animais.*

Percebemos a partir das afirmações dos alunos citadas anteriormente, que os mesmos enfatizam sobre as consequências do descarte de materiais tóxicos para a saúde do homem como a seguinte fala: *“Nunca pensei que alguns tipos de câncer fossem causados pelas pilhas”*. E dois alunos demonstraram certa preocupação com as questões ambientais,

nas quais acarretam consequências diretas para os seres humanos, conforme: *“Não sabia direito para onde ia esse tipo de lixo, mas deve ser muito ruim para os rios, e para o solo no nosso dia-a-dia”*.

A partir da análise de tais citações, convém ressaltar que houve uma resposta direcionando a causa do câncer diretamente nas pilhas e baterias, porém são os metais pesados contidos no interior das pilhas quando descartados de forma inadequada que podem acarretar em sérias consequências para o homem e a natureza, como por exemplo, a contaminação de materiais tóxicos na água e o contato com os tecidos de animais e vegetais.

Podemos citar, por exemplo, o zinco responsabilizado pelo surgimento de câncer nos testículos⁷. Além de outros metais pesados que são altamente prejudiciais à saúde, a exemplo do chumbo, mercúrio, cádmio, cromo e arsênio. Embora, o cromo seja exceção, por integrar-se como uma das substâncias que compõem a insulina.

Nessa visão, os professores precisam articular os conteúdos específicos da disciplina com outros assuntos relacionados com a temática socioambiental uma vez que as informações científicas “vinculam-se diretamente aos problemas sociais que afetam o cidadão, os quais exigem um posicionamento quanto ao encaminhamento de soluções” (SANTOS E SCHNETZLER, 2003, p.47).

Percebemos através das análises nas escolas que obtivemos pouco êxito porque os alunos discutiram e debateram pouco sobre a interpretação do texto, ainda que estimulados pela pesquisadora mediante perguntas que destacavam informações contidas no texto e inseridas no cotidiano dos alunos conforme a abordagem do texto

⁷ Divisão de Saúde do Trabalhador da Secretaria de Saúde do RS. Riscos dos metais. **Proteção**, v. 6, n. 30, p. 178-186, jun. 1994.

como o descarte de pilhas e suas consequências, relacionando, com doenças possíveis que esses materiais pudessem causar e demonstraram também certa preocupação quanto a contaminação do meio ambiente.

Os mesmos mostraram-se tímidos para falar e silenciaram-se. Podemos justificar a referida posição dos discentes pelo fato da pesquisadora não ser a professora do grupo, somando-se o fato de que as pessoas apresentam dificuldade para falar em público, e si tratando de jovens, prevalece ainda mais.

Vale ressaltar que a intenção da pesquisadora foi estabelecer uma relação de diálogo com os discentes no desenvolvimento da prática pedagógica, com objetivo de avançar nas avaliações pedagógicas. Isso quer dizer uma reflexão crítica ocorrida previamente sobre de que forma contextualizar o saber, transformando-o em saber escolar, considerando-se que os “desafios de ensinar são sociais e culturais associados ao currículo como um todo” (LOPES, 2007, p.202).

Isso significa que a compreensão do saber vincula-se a uma questão de ordem social, cultural, econômica e não construído de forma isolada ou neutra, pois o conhecimento se torna algo interessante e motivador quando utilizado para resolver e entender questões do nosso dia-a-dia.

Logo, para o professor não basta à limitação prévia do saber ensinado visando a construção do conhecimento científico, mas de atentar-se na fala dos alunos durante as intervenções na sua prática docente. A importância do diálogo que antecede aos questionamentos que englobam temas sociais, ambientais e socioculturais assume um papel ímpar no processo ensino-aprendizagem aos moldes de uma educação em CTSA.

Desenvolver um ensino que enfatize essa linha metodológica reflete o interesse, participação e autonomia do aluno que se constituem como um recurso inerente à existência da interação professor/aluno, que muitas vezes é ineficaz. Nesse sentido, a análise profissional do educador no que tange a seus planejamentos, metodologias, discurso oral em sala e aula torna-se um ponto relevante na busca de uma educação de qualidade. Cita-se Freire o educador nessa perspectiva:

Tão importante quanto o ensino dos conteúdos é a minha coerência na classe. A coerência entre o que digo o que escrevo e o que faço. É importante que os alunos percebam o esforço que faz o professor ou pesquisadora procurando sua coerência. É preciso também que este esforço seja de vez em quando discutido na classe (FREIRE, 2002, p. 116).

Advém deste trecho a importância do trabalho docente, a atuação do professor em sala de aula de maneira que provoque uma relação mútua no aprendiz e educador constituintes partes integrantes do processo educativo. Nesse sentido, é dada a devida importância ao diálogo, visto que dos 25 alunos participantes, ocorreu envolvimento de apenas cinco alunos, que questionaram, enfim, interagiram com a pesquisadora sobre a discussão do texto. Porém, vale ressaltar que todos foram instigados a participarem do debate. A função do mestre consiste, portanto, em comunicar sem imposições dogmáticas (LOPES, 2007, p. 62).

Prosseguindo-se com a discussão após essa análise das respostas “tímidas” dos alunos, porém não pouco importantes, a pesquisadora tentou instigá-los questionando-os sobre assuntos relativos ao texto em estudo uma vez que é importante no processo educativo estabelecer uma constante comunicação entre os indivíduos, mas o silêncio predominava, e refletindo com Marques (2002):

Necessita a sala de aula ser entendida como um lugar de encontro para as relações educativas do face a face e, sobretudo, do ouvido a ouvido, e como tempo de trabalho de uma turma de alunos e uma equipe de professores que efetivamente a constituam numa unidade em que se supere a fragmentação das disciplinas e das responsabilidades, em práticas orientadas por e para linhas e eixos temáticos e conceituais intercomplementares, não apenas uma justaposição de disciplinas enclausuradas, mas que impliquem as demais regiões do saber (MARQUES, 2002, p. 92).

Ou seja, no processo ensino-aprendizagem, podemos tentar modificar a prática educativa no sentido de estudar coletivamente as disciplinas, orientando os saberes a outros contextos no sentido de complementar o conhecimento científico que estamos ministrando na sala de aula. Conforme fizemos a partir do texto “Pilhas e baterias” em que abordamos sobre o descarte incorreto desses materiais e dialogando com a biologia quanto às consequências para a saúde do homem, e geografia quanto o local correto de jogarmos esses materiais que não servem e possuem contaminantes que prejudicam o solo e a água.

Quanto maior a interação entre as pessoas ocorrerá também maior possibilidade de conhecimento, pois “conhecer é parte indissociável de um processo de saber, onde se combinam o sentir, pensar, agir, de sujeitos situados concretamente no tempo e no espaço uns com os outros e com os objetos do seu mundo” (MARQUES, 1988, p.137). Assim, no processo educativo durante o percurso da aquisição de conhecimento é relevante o diálogo entre o professor e aluno e ambos com a sociedade, uma vez que a escola é parte integrante das relações sociais.

4.2- Análise da Avaliação Diagnóstica - Aula 2

Antes de aplicarmos a avaliação diagnóstica, foi realizado um questionário de validação da mesma na escola A composto somente por questões subjetivas visando verificar se àquelas questões favorecia os objetivos da proposta didática da atividade experimental integrada na educação CTSA. Obtivemos então dados imprecisos do questionário citado visto que a maioria dos alunos respondeu aleatoriamente o mesmo, e assim alteramos as questões alternando-as em subjetivas e objetivas.

E então, após o primeiro contato com os alunos, desenvolvemos a segunda aula com a aplicação de uma avaliação diagnóstica composta por nove questões (quatro questões subjetivas e cinco questões objetivas).

As informações obtidas em ambos os estabelecimentos de ensino foram discutidas a partir da análise das respostas dos alunos e categorizadas para um melhor entendimento do nosso objeto de estudo.

Questão 1: “É importante conhecer sobre o avanço da ciência no que diz respeito à saúde, à educação, e também do avanço tecnológico que traz consequências tanto para o homem quanto para natureza? Justifique a resposta.”

Resposta prevista: Sim, pois com o desenvolvimento acelerado da ciência, com certeza acarretará benefícios para todos, mas também temos que equilibrar todo esse processo com o meio ambiente. Lembrando-se que meio ambiente não é somente a natureza em si, porém a inter-relação com os aspectos social, cultural e econômico.

Após análise das repostas obtivemos três categorias (Figura 3):

- I) Importância do conhecimento quanto à conscientização das atitudes, futuro e meio ambiente;
- II) Prevenção de doenças e proteção do meio ambiente;
- III) Sem resposta.

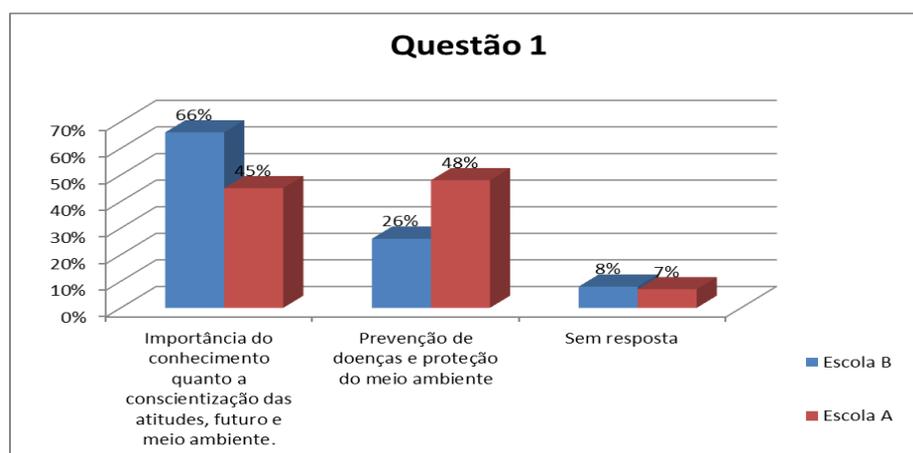


Figura 3: Resultados sobre ciência e tecnologia e suas implicações na natureza.
Fonte: Próprio autor.

Conforme nos mostra a Figura 3 tanto a escola A quanto a escola B justificaram a maioria das respostas relacionando-as com o meio ambiente; a escola A respondeu sobre “Prevenção de doenças e proteção do meio ambiente” (48%), enquanto a outra escola respondeu sobre “Importância do conhecimento quanto a conscientização das atitudes, futuro e meio ambiente” (66%). Apenas 8% na escola A e 7% na escola B não souberam opinar a respeito da referida pergunta.

Citamos a seguir algumas respostas dos alunos colocações da escola A referentes à categoria com maior número de respostas (48%):

A03: Sim. Porque poderíamos saber o que está acontecendo ao nosso redor, e as consequências que trazem para o futuro.

A04: Sim, porque assim é um modo de saber o que está acontecendo para tentar minimizar todas as consequências ruins que isso terá para todos.

A05: Sim, para sabermos como proteger o meio ambiente.

E para a escola B tivemos as seguintes respostas referentes à categoria mais citada (66%):

B01-Sim. Para termos conhecimento, e assim melhorarmos nossas ações e conceitos críticos. Já que nos afeta diretamente.

B02- Sim. A natureza vem sendo destruída e a saúde do homem prejudicada. Precisamos do conhecimento para ter consciência sobre quais atitudes devem ser tomadas.

B03: Sim, pois quanto mais descartamos esses objetos causamos prejuízos ao ecossistema.

B04: Sim, pois com isso podemos aprender a utilizar a tecnologia em formas de reaproveitamento de materiais.

B05: Sim. Pois temos que pesquisar sobre os efeitos das causas humanas no meio ambiente.

Apesar da complexidade da pergunta, as categorias (respostas dos alunos) indicam que os mesmos apresentam reflexões sobre os avanços da ciência e da tecnologia e suas implicações na natureza apesar de tratar-se de um público jovem. Como por exemplo, na categoria “importância do conhecimento para o futuro e meio ambiente”, em que eles não explicitam o tipo de conhecimento nas respostas, contudo as classes participantes mostraram sensatez quanto à relevância da ciência e tecnologia inserida no contexto social-econômico.

Convém destacar que a escola B apresentou respostas melhor formuladas, porque a referida escola desenvolve uma metodologia de ensino de forma diferenciada na qual os alunos aprendem o conhecimento científico não somente na sala de aula, como também em oficinas pedagógicas no horário inverso em que estudam o Ensino Médio.

Além disso, os resultados coletados condizem com o enfoque metodológico para o Ensino de Química inserido nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, o conteúdo científico deve articular-se com questões sociais contidas na realidade do aluno, uma vez que “deverão ser problematizados mediante argumentos coletivamente construídos, com encaminhamentos de possíveis respostas a problemas sociais relativos à Ciência e à Tecnologia” (BRASIL, 2006).

Questão 2: “Qual das alternativas melhor explica a importância dos metais para a eletricidade?”

Resposta prevista: Letra “C” (condutividade), os metais possuem altas condutividades elétricas; a corrente elétrica flui facilmente por eles devido o fluxo de elétrons no metal.

Obtivemos um grande número de acertos nas duas escolas, 56% dos alunos na escola A e 83% na escola B assinalaram a alternativa “C”, e apenas 16% e 7% dos discentes não responderam nenhuma das alternativas respectivamente nas escolas A e B. Segue o Quadro1 com os dados da referida questão.

Quadro 1: Resultados sobre a importância dos metais.

Alternativas da pergunta	Respostas dos alunos da escola A	Respostas dos alunos da escola B
Condutividade	56%	83%
Baixo ponto de fusão	8%	10%
Ductilidade	20%	—
Não responderam	16%	7%

Fonte: Próprio autor.

Dos dados acima depreende-se que os alunos apresentam certo conhecimento sobre as propriedades dos metais, possibilitando assim que os mesmos pudessem levantar hipótese, dúvidas para encontrar solução de um problema, por meio de uma participação, discussão e reflexão sobre a atividade experimental que caracterizam um estudo em CTSA.

Questão 3: “Para você, o que é uma pilha?”

Resposta prevista: A pilha é um dispositivo que fornece energia através da transformação da energia química em energia elétrica por intermédio de uma reação espontânea de oxidação e redução. O funcionamento da pilha consiste na imersão de um fio de zinco a uma solução aquosa de sulfato de zinco, e um fio de cobre em solução aquosa de sulfato de cobre (II), mantendo os dois metais interligados eletricamente por um fio.

Após análise das repostas obtivemos quatro categorias (Figura 4):

- I) Fonte de energia;
- II) Objeto ou bateria com polos;
- III) Aparelho ou instrumento que contém metais;
- IV) Sem resposta.

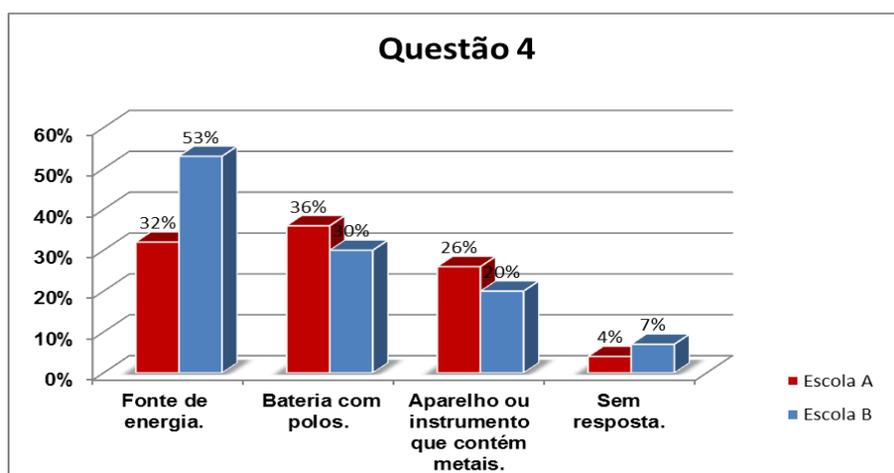


Figura 4: Resultados sobre conceito de pilhas.

Fonte: Próprio autor.

A partir dos dados da Figura 4, observamos que a categoria “Bateria com polos” representou a maior porcentagem das respostas (36%) na escola A, enquanto que na escola B a categoria “Fonte de energia” representou o maior número de respostas (53%). Citamos abaixo alguns exemplos das falas dos alunos pesquisados referentes à escola A:

A01: Uma bateria com polo positivo e outro negativo, e uma fonte de energia.

A02: Uma bateria que serve para funcionamento de elétrons.

A03: É um instrumento que utilizamos muito, mas também possui alguns metais pesados.

A04: Um aparelho que pode ser recarregável ou não.

A05: É um objeto importante porque nos ajudam em várias coisas, como em um instrumento para funcionamento de controle remoto, relógio, e várias outras mais.

Citamos a seguir alguns exemplos da escola B referentes a categoria citada anteriormente que foi mais enfatizada:

B01: É algo prático que nos transmite energia.

B02: Auxilia na condução e fornece energia para determinados objetos.

B03: Uma fonte de energia que tem sua composição metais pesados.

B04: Uma fonte de energia finita.

B05: Uma cápsula com íons e elétrons que faz com que o aparelho funcione através de sua energia.

Diante das respostas coletadas sobre o conceito de pilhas notamos que é necessária uma intervenção/acompanhamento do professor para um melhor aprimoramento das respostas, no sentido de obter elaborações conceituais na evolução e construção do conhecimento científico uma vez que os alunos apresentaram opiniões de forma generalizada. É importante a contribuição de Mortimer (2000⁸) ao propor uma aprendizagem no sentido de construir e evoluir a partir das concepções prévias

⁸ MORTIMER, Eduardo Fleury. Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

dos alunos, pois “os conceitos elaborados pelos mesmos no início do processo educativo não devem ser substituídos por outros, mas apropriando-se da sua convivência”, o autor enfatiza que:

“A aprendizagem de que Ciência em sala de aula pode ser descrita como uma mudança do perfil conceitual do estudante, cujo novo perfil inclui também, mas não exclusivamente as novas ideias científicas. (...) Essas ideias podem conviver em uma mesma pessoa, sendo usadas em contextos independentes e não relacionados. (...) Aprender ciências está muito mais relacionado a se entrar num mundo que é ontológica e epistemologicamente diferente do mundo cotidiano.” (MORTIMER 2000⁸, p. 27 e 65)

Assim, a aprendizagem do conceito de pilhas pode ser comparada à dimensão do saber conceitual na constante busca do conhecimento pelo aluno dentro e fora do ambiente da sala de aula, uma vez que é na forma diferenciada como ele vê e interpreta os fenômenos e fatos, que acarretará a construção concreta de conteúdos científico mediado pelo professor.

Questão 4: Quais elementos químicos compõem as pilhas usadas em rádio, lanternas e relógios?

Respostas prevista: Letra “B”(zinco, manganês e grafite), as pilhas secas possuem uma quantidade significativa de zinco, manganês e grafite.

Dando continuidade ao conhecimento sobre pilhas enfatizamos na questão sobre a composição química encontrada na maioria das pilhas que utilizamos no dia-a-dia, na qual 12% dos alunos participantes marcaram a alternativa correta (zinco, manganês e grafite) na escola A e 36% nenhuma das alternativas. Enquanto na escola B 27% foram condizentes com a resposta esperada, e 33% nenhuma das alternativas. Identificamos esses dados no quadro abaixo:

Quadro 2: Resultados sobre quais elementos químicos constituintes das pilhas secas.

Alternativas da pergunta	Respostas dos alunos	
	da escola A	da escola B
Berílio e manganês	32%	7 %
Zinco, manganês e grafite	12%	27 %
Cobre e zinco	20%	33%
Nenhuma das alternativas.	36%	33%

Fonte: Próprio autor.

A partir desses dados é notório o baixo entendimento de conhecimento químico sobre os metais contidos nas pilhas nas classes pesquisadas, pois 36% representam a

porcentagem de alunos que não marcaram nenhuma das alternativas na escola A, e 33% na escola B. Com o propósito de alcançar a meta deste estudo, por intermédio da prática experimental, o pouco conhecimento dos alunos sobre a composição dos metais nas pilhas contribui para que os alunos reflitam, investiguem e discutam com a pesquisadora visando uma aprendizagem mais significativa do conteúdo em questão.

Conforme esses dados e na fundamentação da atividade experimental salientada nos parágrafos anteriores, a pesquisa em sala de aula deve ser considerada uma base educativa, executada e entendida como "instrumento metodológico para construir conhecimento", e como "um movimento para a teorização e para inovação" (Demo, 1997, p.33). Para que essa metodologia torne-se realidade é necessário vencer reducionismos e paradigmas sobre seus objetivos, sobre a definição de ciência, ainda muito presente nas concepções de professores em exercício e em formação.

O processo de elaboração e entendimento de um aprendizado científico precisa contemplar os argumentos dos alunos e professores, sem haver distinção de papel profissional, ou seja, o professor é o sujeito quem sempre ensina, e o aluno quem sempre aprende ou recebe informações. Ambas as partes precisam contrastar no âmbito da pesquisa com seus erros, tropeços, acertos, dúvidas, objetivando-se aprender ciência de fato mediante momentos de debates e opiniões críticas e inovadoras. Conforme diz Gil-Pérez et al (2007):

Se quisermos mudar o que professores e alunos fazemos nas aulas de ciências, é preciso previamente modificar a epistemologia dos professores e sair em busca, em particular, de visões deformadas sobre o trabalho científico que atuam como verdadeiros obstáculos.

Logo, o processo de construção do conhecimento científico atrela-se no âmbito de acertos e erros, na discussão e diálogos do professor e aluno, objetivando-se aprimorar o processo de ensino de ciências.

Questão 5: Pilhas e baterias podem ser descartadas em lixo doméstico? Por quê?

Resposta prevista: Não, porque possuem em sua constituição metais pesados que ao entrarem em contato com o solo, lençóis freáticos são contaminados e conseqüentemente poderá acarretar em doenças ao homem e as espécies de vida ao fazer uso desses recursos quando poluídos. Além disso, evitando-se jogar as pilhas e baterias em lixo doméstico, poderá também fazer-se a reciclagem desses materiais

reaproveitando àquelas já utilizadas e diminuindo gradativamente a produção nas indústrias.

Após análise das repostas obtivemos três categorias (Figura 5):

- I) Contaminação do meio ambiente por metais pesados;
- II) Doenças aos seres humanos;
- III) Sem resposta.

Assim, com a introdução do conceito de pilhas e composição química das mesmas, questionamos se esses materiais e baterias poderiam ser descartados em lixo doméstico com o intuito de identificar a atitude dos alunos diante de uma situação relativamente simples, porém susceptível de dúvidas e hipóteses.

Encontramos uma diversidade de respostas, divididas em 3 categorias, cuja a mais enfática em ambas escolas correspondeu a categoria “Contaminação do meio ambiente por metais pesados”. Na escola A obtivemos 48% das opiniões dos alunos (Figura 5), como por exemplo, “Não, porque quando é jogada em lixo doméstico ela acabará poluindo os córregos de rios, o solo e os lençóis d’água, é necessário que joguemos elas em lugares apropriados”. Seguem-se abaixo algumas citações:

A01: Não porque nessa bolsa onde jogamos várias vezes rasga e acaba indo para o solo e acabam sendo poluído, causando problema para os animais e seres humanos.

A02: Não, porque quando é jogada em lixo doméstico ela acabará poluindo os córregos de rios, o solo e os lençóis d’água, é necessário que joguemos elas em lugares apropriados.

A03: Não, porque às vezes pode ter algum animal que mexe no lixo e contaminam.

A04: Não, porque pode contaminar o solo atraindo doenças graves.

A05: Não, pois contém metais tóxicos que são prejudiciais a saúde humana.

Ao passo que na outra escola, identificamos uma porcentagem de 70% das repostas relacionadas à mesma “Contaminação do meio ambiente por metais pesados” exemplificados a seguir:

A01: Não, pois as pilhas e baterias se rompem e liberam metais pesados, prejudiciais ao meio ambiente e ao ser humano.

A02: Não, porque produz produtos tóxicos que prejudicam e poluem o meio ambiente.

A03: Não, pois elas possuem substâncias tóxicas para o ambiente.

A04: Não, porque os agentes poluidores que quando descartados incorretamente acaba poluindo o ambiente e trazendo futuras doenças ao homem.

A05: Não, pois contém metais pesados o que contamina os lençóis d’água.

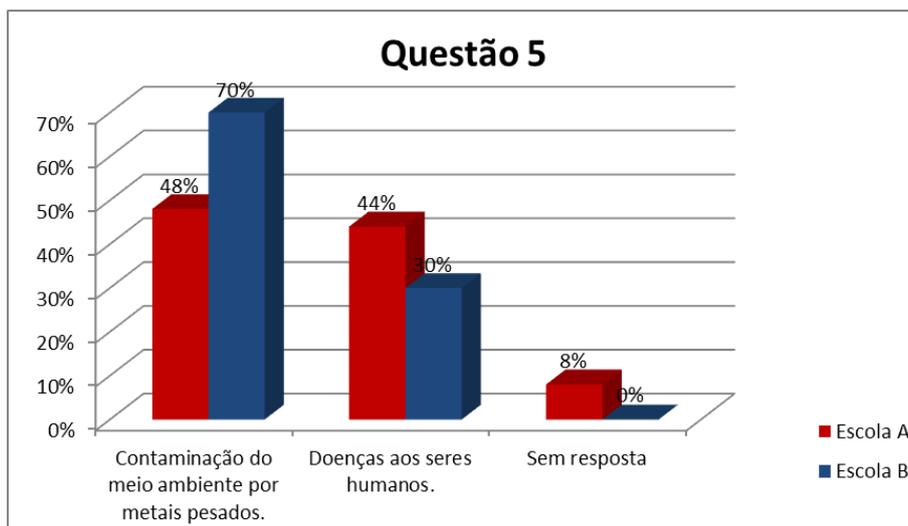


Figura 5: Resultados sobre descarte de pilhas e baterias.

Fonte: Do próprio autor.

As transcrições de ambos os estabelecimentos de ensino refletem certa preocupação dos alunos com o ser humano, os animais, o solo, os rios, enfim, o ambiente em geral. Vinculado a essas respostas, nota-se a importância do exercício da cidadania nas transformações diversas e contínuas que o mundo vem passando sem ao menos termos tempo para refletirmos sobre nossa conduta.

Nessa perspectiva, o ensino de ciências deve fornecer as bases para aprendizagem de conceitos relevantes de maneira que prepare o aluno para atuar em sociedade e formação de um pensamento crítico diante de situações reais e simuladas, objetivos de uma educação científica (CACHAPUZ *et al.*, 2005; SANTOS e SCHNETZLER, 2003). E o estudo de Eletroquímica permite a interação direta do aluno com suas ações de mundo, porque requer tomada de decisões como na situação que trata essa questão da atividade.

Então, a partir desse último questionamento, enfatizamos a respeito das consequências que o descarte indevido de pilhas e baterias pode causar ao meio ambiente, na intenção de instigá-los a conscientização dessa ação imprópria, que muitas vezes a praticamos sem intenção de contaminar os recursos naturais. Logo, quando ocorre o envolvimento de situações cotidianas do aluno com o ambiente escolar há uma tendência de um pensamento crítico e reflexivo.

Mas então, o que pode ser melhorado para que as pessoas possam ter o hábito de descarte consciente? Devemos exigir nossos direitos e cumprir nossos deveres nos lugares que frequentamos, como no papel de: aluno, dialogando com o professor para entender melhor sobre o assunto e solicitando uso de lixeiras seletivas para evitar a mistura de materiais sólidos e orgânicos; de cidadão ativo na sociedade, evitando

jogar pilhas no lixo doméstico mas em postos de coleta, e verificar, estar a par de que as autoridades legais fazem fiscalização nas empresas que manipulam esse tipos de produtos.

Questão 6: “Em sua opinião, qual item melhor cita os prejuízos ao ecossistema causados pelo descarte incorreto de materiais tóxicos?”

Resposta prevista: Letra “A” (doenças para o homem e contaminação do solo e água), pois o descarte incorreto de materiais tóxicos nos ecossistemas tem ação direta no homem e contaminação do solo e água.

Verifica-se através do Quadro 3 que os alunos de ambas as escolas opinaram sobre as questões relativas às “doenças para o homem e contaminação do solo e água”, no qual 68% das respostas na escola A, e 73% das respostas na escola B.

Quadro 3: Resultados sobre as consequências para natureza do descarte de materiais tóxicos.

Alternativas da pergunta	Respostas dos alunos para Escola A	Respostas dos alunos para Escola B
Doenças para o homem e destruição do solo e água.	68%	73%
Aumento do buraco da camada de ozônio	28%	13%
Efeito estufa	4%	14%

Fonte: Próprio autor.

Esses resultados condizem com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio para a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2002), pois o mesmo destaca que o ensino de Ciências pode ser direcionado num aprendizado importante para a vida futura do indivíduo. Neste documento, a química é colocada como um meio integrador e participante do “desenvolvimento científico-tecnológico com importantes contribuições específicas, cujas decorrências têm alcance econômico, social e político” (p.30).

Questão 7: “Assinale o item que contém o órgão que fiscaliza o descarte de pilhas e baterias:”

Resposta prevista: O órgão responsável pelos aspectos relativos ao meio ambiente, fiscalização de áreas ambientais, taxa de poluentes que podem ser lançadas em rios, solo, dentre outras atribuições denominado CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

Nas respostas dos alunos, conforme aparece no Quadro 4, a maioria dos alunos (32% alunos) optou pela letra “A” correspondente ao “CONAMA”, nessa questão, e apenas 20% deles não souberam responder. Em contra partida na escola B, 40% assinalaram também a opção “A”, ao passo que 50% não responderam.

Quadro 4: Resultados sobre o conhecimento do órgão fiscalizador de descarte de pilhas e baterias.

Alternativas da pergunta	Respostas dos alunos para Escola A	Respostas dos alunos para Escola B
CONAMA	32%	40%
INMETRO	48%	10%
Nenhuma das anteriores.	20%	50%

Fonte: Próprio autor.

Percebe-se na a escola B apresentou maior compatibilidade com a resposta esperada em relação a escola A, embora 50% deles não souberam responder. Então, com tais dados obtidos, não nos surpreendemos com o número relativamente pequeno de alunos que conhecem sobre o “CONAMA⁹”, pois no momento da primeira aula de discussão do texto foram realizados questionamentos sobre a existência de um órgão

⁹ O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), segundo o Ministério do Meio Ambiente faz parte do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e foi instituído em 1981 pela Política Nacional de Meio Ambiente.

Desde janeiro de 2001, que o citado órgão estabelece que a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias devem atender os seguintes limites:

I - com até 0,010% em peso de mercúrio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;

II - com até 0,015% em peso de cádmio, quando forem dos tipos alcalina-manganês e zinco-manganês;

III - com até 0,200% em peso de chumbo, quando forem dos tipos alcalino-manganês e zinco-manganês.

Caso exista essa adequação, estes materiais poderão ser descartados ao lixo doméstico, se posteriormente forem depositados em aterros sanitários licenciados. Porém este método não se adapta a realidade brasileira, já que a maioria dos resíduos é depositada a céu aberto sem qualquer tipo de controle. Segundo a resolução é proibida as seguintes formas de destinação final de pilhas/baterias:

I - lançamento a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais;

II - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações ou equipamentos não adequados, conforme legislação vigente;

III - lançamento em corpos d'água, praias, manguezais, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, em redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação.

fiscalizador e explicação da pesquisadora sobre o mesmo, e mais da metade da turma não se manifestou.

Refletindo-se com Marques (1992), ao considerar que a aprendizagem é construção de uma dinâmica ampla da sociedade que se edifica nas aprendizagens individuais e grupais, temos uma visão de educação com postura não linear. Essa identificação da mesma provém de relações mútuas do aluno e professor nas definições científicas, sujeitas, porém, a mudanças que ocorrem no mundo em que vivem, logo:

[...] o processo de construção do conhecimento é o processo básico da sistematização do saber escolar, em que nada se começa da estaca zero, mas tudo se liga a aquisições anteriores e se projeta na dinamização de novos avanços, ou na construção de conceitos mais articulados com interdependência com outros conceitos em conexão viva no seio das teorias (MARQUES, 1992, p.85).

Baseando-se no diálogo como agentes mediadores no ambiente escolar em sala de aula, os alunos, algumas vezes, apresentam-se resistentes em discutir, criticar, interagir com os colegas, e mais ainda com o professor.

Questão 8: “Quais destas ações podem ser tomadas para reduzir a contaminação de metais?”

Resposta prevista: Uma maneira simples e correta de evitar a contaminação por metais no ecossistema são “descartar pilhas e baterias em pontos de coleta”, e, portanto, a resposta correta corresponde a letra “A”.

É perceptível a unanimidade das respostas dos alunos nas duas escolas participantes ao optarem pelo item “Descartar pilhas e baterias em pontos de coleta”, em que obtivemos na escola A 96% e 93% na escola B, e somente 4% da primeira escola e 7% da segunda escola, assinalou a alternativa “Nenhuma das anteriores” (Quadro 5). Logo, compreende-se que os alunos têm discernimento sobre os prejuízos que os produtos contendo substâncias tóxicas devem ser desprezados em locais apropriados.

Quadro 5: Resultados sobre meios de reduzir a contaminação por metais.

Alternativas da pergunta	Respostas dos alunos da Escola A	Respostas dos alunos da Escola B
Descartar pilhas e baterias em pontos de coleta	96%	93%
Nenhuma das anteriores.	4%	7%

Fonte: Próprio autor.

Entendemos a partir desses resultados que a maioria das respostas apresentou conhecimento sobre o assunto uma vez que se mostraram coerentes com o resultado esperado quanto ao descarte de substâncias tóxicas. E assim, os alunos buscarão investigar, analisar, os resultados das atividades experimentais a fim de que utilizemos materiais e reagentes inseridos no cotidiano do aluno.

Questão 9: *“Partindo-se do princípio de que cidadania é o conjunto de direitos e deveres ao qual um indivíduo está sujeito em relação à sociedade em que vive, quais as ações que você poderia realizar para ser considerado um cidadão participativo na sociedade?”*

Resposta prevista: Podemos ter duas proposições: sim, desde que eu cumpra corretamente meus deveres e exija meus direitos na sociedade na busca de um mundo mais justo e melhor qualidade de vida a todos; ou não, caso eu não exerça as ações colocadas anteriormente.

Após análise das repostas obtivemos quatro categorias (Figura 6):

- (I) Preservação do meio ambiente;
- (II) Coleta seletiva;
- (III) Direitos e deveres;
- (IV) Ações em sociedade.

Os resultados indicam que em ambas as instituições de ensino os alunos entendem de forma equivalentes sobre a relação da cidadania quando relacionada à “preservação do meio ambiente”. Embora, na escola B houve uma porcentagem maior (30%) em relação à outra escola (24%) na categoria sobre o exercício da cidadania e direitos e deveres. E respectivamente 16% e 10% dos alunos nas escolas A e B responderam “sim” apenas, sem justificarem suas respostas.

Podemos associar essas respostas pelo fato da referida escola vivenciar a metodologia de ensino diferenciada (os alunos tem aulas em oficinas pedagógicas), enquanto a outra escola não. Citamos alguns exemplos de respostas da categoria “direitos e deveres” na escola B:

B08: Sim, pois cumpro meus deveres e estou ciente dos meus direitos.

B11: Sim, pois participo da sociedade exigindo meus direitos e cumprindo meus deveres.

B23: Sim, porque eu faço as minhas devidas obrigações.

B06: Sim, já que cumpro todos os deveres que um cidadão responsável deve cumprir.

B01: Sim, porque cumpro meus deveres.

B24: Sim. Procuro cumprir os meus deveres e cobro os meus direitos e faço o que posso para que as pessoas sejam conscientes em seus atos

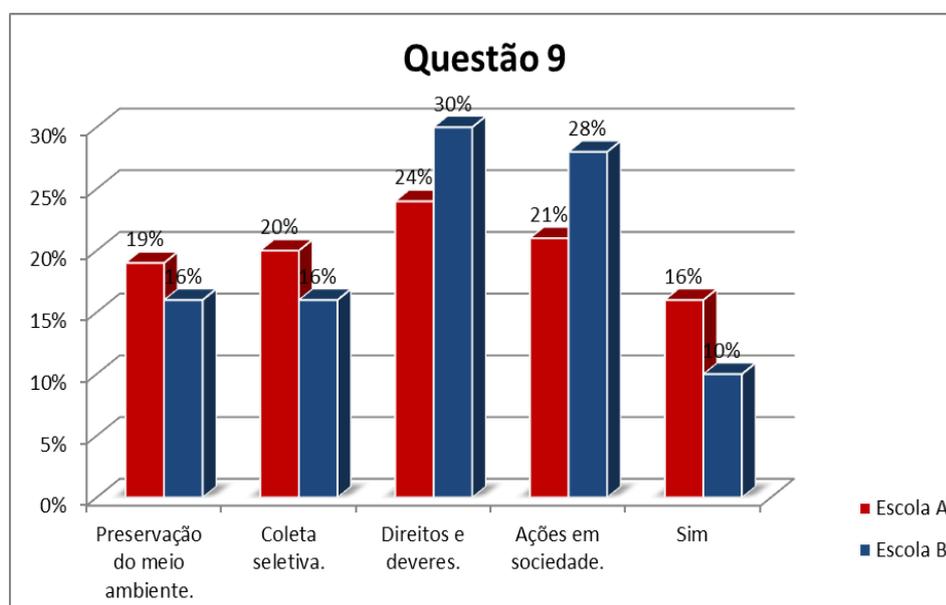


Figura 6: Resultados sobre a prática da cidadania.

Fonte: Do próprio autor.

Assim como nas escolas A e B, os alunos tiveram suas respostas relacionadas na categoria “ações em sociedade”, com resultados 21% e 28% respectivamente. Citamos abaixo algumas transcrições das opiniões dos alunos na escola A relativas à categoria mais citada:

A25: Claro, porque em casa eu contribuo a diminuir a poluição do meio ambiente como, por exemplo, eu sempre jogo papel de bala no lixo, e não no chão, então é um exemplo de cidadania.

A05: Sim. Porque faço minha parte jogando lixo doméstico separado de metais e etc.

A04: Não, pois eu não separo lixo, eu abro vários refrigerantes e tem vezes que jogo o lixo na rua.

A02: Sim. A melhor coisa é ajudar ao próximo, eu queria que a sociedade fosse unida, não tivesse desigualdades sociais, ajudo sim e é uma coisa que eu gosto.

A seguir algumas citações das repostas na escola B referentes à categoria “ações em sociedade”:

B28: Sim, pois evito o máximo o desperdício de lixo nas ruas.

B29: Sim, pois faço coleta seletiva, ajudo ONGs...

B30: Sim, porque cumpro minhas obrigações como cidadã.

B21: Sim, mas deveria agir mais, porque fico “relaxada” algumas vezes.

B23: Sim, porque eu faço as minhas devidas obrigações.

Compreende-se a partir desses resultados, a relevância de um ensino relacionado com outras áreas do saber, ou seja, “transpor” a realidade de mundo para sala de aula e a partir daí desenvolver uma prática pedagógica contextualizada, integralizada, participativa e crítica, conforme as inter-relações em aulas de CTSA. Visto tamanha complexidade para o entendimento de um processo educativo que emana dos dias atuais para dentro da sala de aula, desde os mais complexos até os mais singulares é pertinente refletir com o que diz Morin:

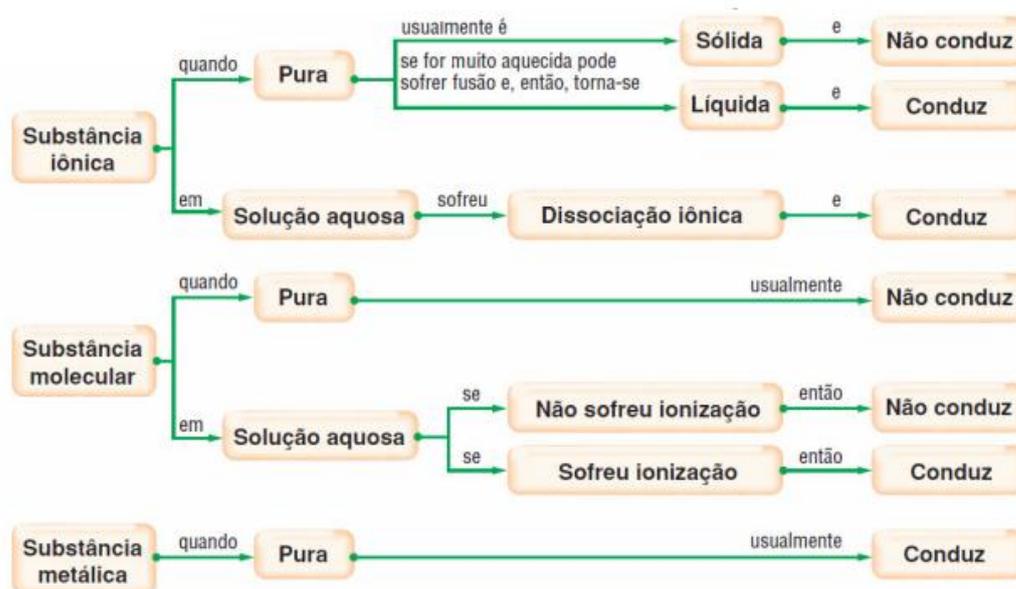
Se quisermos um conhecimento segmentário, encerrado a um único objeto, com a finalidade única de manipulá-lo, podemos então eliminar a preocupação de reunir, contextualizar, globalizar. Mas, se quisermos um conhecimento pertinente, precisamos reunir, contextualizar, globalizar nossas informações e nossos saberes, buscar, portanto, um conhecimento complexo (2002, p.566).

Interpretamos esse fragmento na forma didática do trabalho docente de vincular, modificar, justapor, as informações, os saberes comuns do aprendiz aos conteúdos científicos. O papel do professor na evolução educacional abrange, portanto, o incerto, o imprevisto, de tal forma que a “complexidade é um problema, é um desafio e não uma resposta” (MORIN, 2002, p. 559).

4.3 Análise da atividade experimental – Aula 3

Prosseguindo-se com a pesquisa, nesta aula oportunizamos a realização da atividade experimental do tipo investigativa de condutividade elétrica, conforme consta no Quadro 6, as condições em que ocorrem condução da corrente elétrica nas soluções iônicas, molecular e metálica.

Quadro 6: Esquema geral de condutividade elétrica a pressão ambiente.



Fonte: gpquae.iqm.unicamp.br

Na Escola A, 25 alunos foram divididos em 3 grupos de 6 componentes e 1 grupo de 7 componentes, no qual todos executaram o experimento mediados pela pesquisadora. Mediar conhecimento significa inter-relacionar os conteúdos de Química com aqueles observáveis no experimento, possibilitando que o aluno interprete e relacione a prática com o tema em estudo.

Para coleta de dados da atividade, os discentes preencheram um quadro mediante a observação, investigação e discussão sobre como ocorria o circuito eletrolítico montado com diferentes soluções (água deionizada pura, água deionizada + açúcar, água deionizada + sal, água destilada pura, água da torneira pura).

Seguimos essa ordem nas soluções para evitar algum possível erro que ocultasse os resultados condizentes com os objetivos desse trabalho, iniciando assim com a água deionizada pura, livre de substâncias dissolvidas, e finalizando com a água da torneira por conter algumas impurezas (Quadro 7).

Quadro 7: Resultados dos experimentos - Escola A.

Grupos	Água deionizada pura	Água deionizada + açúcar	Água deionizada + sal	Água destilada pura	Água da torneira pura
1	Não acendeu.	Acendeu, porque não é formada apenas pelos átomos de oxigênio e hidrogênio.	Acendeu mais forte que a anterior, pois o sal contém íons.	Acendeu pois tem algum tipo de impureza que faz o led acender.	Acendeu porque tem maior tipo de impurezas.
2	O led não acendeu.	Acendeu normalmente.	A luz ficou mais forte.	Acendeu por alguma substância.	Acendeu devido a componentes como o cloro.
3	A luz não acendeu porque não passa corrente de íons.	Isso ocorre porque o açúcar possui moléculas que em contato com a água transmite uma pequena corrente de íons.	Acendeu porque o sal é um condutor de íons.	A água deionizada não possui íons, mas a água destilada possui.	Ela acende devido às impurezas e as misturas.
4	Não acendeu porque a água só contém hidrogênio e oxigênio, sem impurezas.	Acendeu porque junto com a água tem as moléculas de açúcar.	Acendeu porque o sal se dissolveu.	Acendeu fraco.	Acendeu mais forte que a destilada porque tem impurezas.
Resultados Esperados	Não acende porque na água deionizada todos os íons presentes na água são removidos através de resina catiônicas e aniônicas.	Não, porque o açúcar quando dissolvido não há formação de íons, partículas carregadas em solução.	Acende forte por conter íons dissociados na solução.	Acende fraco porque não possui íons livres em solução, purificada por destilação de modo a eliminar os sais nela dissolvidos e outros compostos¹⁰.	Acende porque possui vários íons em solução.

Fonte: Próprio autor.

¹⁰ A água destilada em equilíbrio com o dióxido de carbono do ar apresenta uma condutividade de cerca de $0,8 \times 10^{-6}$ siemens cm^{-1} a 18°C . Esta água, por vezes, é designada por água condutiva. A limitação na condutividade é devida à autoionização da água.

De maneira análoga que foi realizada a atividade experimental na Escola B, embora, dividimos a turma em 2 grupos de 8 e 2 grupos de 7 componentes, totalizando assim os 30 alunos participantes da pesquisa. Segue os resultados no Quadro 8¹¹.

Quadro 8: Resultados dos experimentos - Escola B.

Grupos	Água deionizada pura	Água deionizada + açúcar	Água deionizada + sal	Água destilada pura	Água da torneira pura
1	Não acendeu devido a falta de sais minerais para ocorrer a condução e elétrons, ou seja, a água é pura.	Acendeu com pouca intensidade ou nenhuma, pois o açúcar é menos condutor de energia e assim a água está pura.	Acendeu com muita intensidade pois o sal é um alto condutor de energia (pois é formado por composto iônico).	Acendeu com pouca intensidade pois a água contém apenas algumas impurezas.	Acendeu com mínima intensidade devido a poucas impurezas.
2	Porque não tem corrente elétrica.	Com o açúcar cria uma corrente elétrica bem fraca.	Com o sal cria uma corrente elétrica bem forte.	Acendeu bem fraca.	Acendeu mais fraca que a destilada pura.
3	Não acendeu porque a água não contém sais minerais e por não passar condutividade.	Não porque o açúcar não possibilita a passagem da corrente elétrica.	Acendeu com maior intensidade que a solução anterior, porque o sal possui mais elétrons na sua última camada.	Acendeu com baixa intensidade comparada às soluções anteriores.	Acendeu com baixa intensidade.
4	Não acendeu pois não apresenta corrente elétrica.	Acende fraco, pois a corrente elétrica é fraca.	Acendeu pois a corrente elétrica é forte na presença do sal, que é um bom condutor.	Não acende porque não apresenta corrente elétrica.	Acendeu fraco.
Resultados Esperados	Não acende porque na água deionizada todos os íons presentes na água são removidos através de resina catiônicos e aniônicos.	Não, porque o açúcar quando dissolvido não há formação de íons, partículas carregadas em solução.	Acende forte por conter íons dissociados na solução.	Acende fraco porque não possui íons livres em solução, e sais dissolvidos e outros compostos.	Acende porque possui vários íons em solução.

Fonte: Próprio autor.

¹¹ As transcrições dos resultados manteve-se inalteradas, assim como as avaliações.

Compreende-se a partir dos dados dos quadros acima que os grupos em ambos estabelecimento de ensino entenderam coerentemente os sistemas eletrolíticos nas soluções apresentadas, porém na solução “água deionizada +açúcar” apenas o “Grupo 3 da Escola B” respondeu de acordo com o resultado esperado, pois na referida solução não há condução de eletricidade e o LED não acende porque a o açúcar não é um composto iônico e portanto em meio aquoso não ocorre a dissociação iônica.

Entretanto os outros grupos das Escolas A e B responderam que o LED acendeu pelo fato da possível contaminação da espátula do açúcar e assim, houve uma fraca condução eletrolítica nos sistemas analisados.

Podemos atribuir a não condução da corrente elétrica por intermédio da solução de água deionizada com açúcar porque na mesma não há presença de íons dissociados no sistema condicionante da passagem da corrente elétrica em solução eletrolítica.

Além disso, compreende-se a partir dos dados dos quadros acima que os seguintes grupos observaram e responderam adequadamente os sistemas eletrolíticos nas seguintes soluções, conforme algumas respostas:

- ✓ **Quanto a água deionizada pura** os grupos 3 e 4 da escola B citaram que “Não acendeu porque a água não contém sais minerais e por não passar condutividade” e “Não acendeu pois não apresenta corrente elétrica”, respectivamente.
- ✓ **Quanto a água deionizada com sal** os grupos 1 e 4 da escola B destacaram-se dos demais ao justificarem respectivamente que o led acendeu porque o sal “Acendeu com muita intensidade pois o sal é um alto condutor de energia (pois é formado por composto iônico)” e “Acendeu pois a corrente elétrica é forte na presença do sal, que é um bom condutor ” respectivamente nos grupos citados.
- ✓ **Quanto a água destilada pura** os grupos 1 e 3 da escola A citaram que o led “Acendeu porque tem algum tipo de impureza” e “Água deionizada não possui corrente de íons mas a água destilada possui”, respectivamente nos dois grupos.
- ✓ **Quanto a água da torneira**, os grupos 2 e 3 da escola A expressaram-se respectivamente respostas melhores formuladas ao citarem que o led “Acendeu devido a componentes como o cloro” e “Ela acende devido às impurezas e as misturas”.

E apenas um grupo respondeu incoerente com o resultado esperado, conforme:

- ✓ **Quanto a água deionizada com açúcar** os grupos 4 da escola B responderam “Acende fraco, pois a corrente elétrica é fraca”.

A possível explicação para tal fato neste último grupo citado é que pode ter ocorrido uma contaminação no manuseio dos materiais envolvidos durante a prática, e assim acarretou a passagem da corrente elétrica.

Esses resultados permite o entendimento que no processo de adquirir conhecimento científico permeado pela metodologia da atividade experimental investigativa de analisar se o led acendia nas diferentes soluções, na qual há uma certa exigência para que os alunos exerçam um dinamismo em sala no sentido do fazer, pensar e falar. Conforme Praia *et al.*, (2002), o aluno deve ser além de criativo, possuir um nível elevado de entendimento teórico e espírito crítico, desde que essa formação teórica advém dos ensinamentos do professor:

Se é certo que o professor tem que providenciar essa excelente formação teórica, incitar a diferença e o pensamento divergente, para levar a descobrir o que não é esperado, não é menos certo que a exigência conceptual a par de processos científicos de elevada complexidade tornam as situações de aula algo difícil. (PRAIA *et al.*, 2002)

Trata-se de uma aproximação na aprendizagem dos conteúdos químicos com o cotidiano dos alunos mediante a utilização de substâncias, materiais e equipamentos bastante próximos deles, conforme fora utilizado no experimento. Ou seja, “as pessoas pensam e lidam de forma mais eficiente com problemas cujo contexto e conteúdo conhecem melhor e lhe são particularmente familiares” (PRAIA *et al.*, 2007).

Então, concluímos que os dados coletados sobre o experimento permitiu uma interpretação significativa do objeto de estudo, aproximando o conhecimento teórico (condução elétrica em soluções eletrolítica e não eletrolítica, e dissociação iônica, compostos iônicos e soluções iônicas, conceitos de água destilada e deionizada), do prático a partir de situações relacionadas com o cotidiano dos alunos.

4.4 Análise da Avaliação de Aprendizado Final – Aula 4

Imediatamente após a aula prática experimental, aplicamos uma avaliação diagnóstica e de aprendizagem em ambas as escolas pesquisadas composto por 9 questões.

Questão 1: “De acordo com o experimento realizado, podemos substituir materiais e soluções específicos de laboratórios de Química por outros utilizados em nosso cotidiano, como por exemplo, a solução eletrolítica formada por água e sal utilizada no experimento. Explique.”

Resposta prevista: Sim, desde que os materiais e soluções atinjam o objetivo do experimento, além disso, são produtos de baixo custo e fácil acesso que não prejudicam o meio ambiente.

➤ **Escola A**

Após análise das repostas obtivemos quatro categorias (Figura 7):

- I) Íons;
- II) Química é tudo;
- III) Materiais e elementos úteis e práticos;
- IV) Água da torneira possui impurezas.

Aferimos com os resultados da Figura 7 que 48% dos alunos, entendem que podemos substituir soluções utilizadas somente em laboratórios por outras mais simples, como a salmoura, desde que “Íons” estejam presentes na solução.

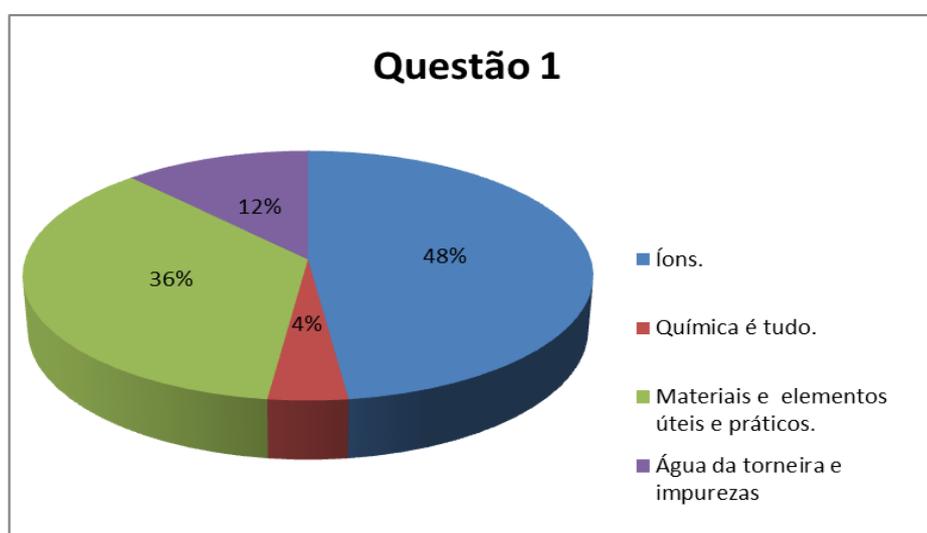


Figura 7: Resultados sobre o experimento e materiais alternativos- escola A.
Fonte: Do próprio autor.

Citamos a seguir alguns exemplos das respostas relativas a categoria de “Íons”:

A03: Sim, porque eles passam íons.

A08: Sim, se ele estiver íons.

A09: Sim, porque eles possuem íons.

Por outro lado, outra parcela de alunos (36% correspondente ao grupo de “Materiais e elementos úteis e práticos”), atribui que podemos fazer a substituição de materiais e substâncias complexas por outros mais simples segundo:

A16: Sim, pois esses elementos acabam sendo mais uteis e práticos para nós mesmos.

A20: Sim, porque a química não está nos materiais e sim nos elementos.

A25: Sim, essa experiência mostra que a química está presente em tudo.

A04: Sim, pois mesmo com água da torneira o led acendeu, pois a mesma tinha vários tipos de impurezas.

➤ **Escola B**

Ao passo que na escola B, após análise das repostas obtivemos cinco categorias (Figura 8):

- I) Sal;
- II) Substância, efeito;
- III) Condutores de eletricidade, impurezas;
- IV) Íons;
- V) Não respondeu.

A Figura 8 apresenta os resultados das categorias, nos quais 47% alunos citaram com maior ênfase “substância e efeito”, seguindo-se de 25% que colocaram “condutores de eletricidade, impurezas”. E apenas 15% não responderam a esta questão. Podemos verificar alguns exemplos nas seguintes citações:

B30: Sim. A solução conterà sal do mesmo efeito.

B31: Sim, porque irá causar o mesmo efeito.

B20: Sim, é só adicionar algumas substâncias que conduza eletricidade.

B16: Sim, porque água com sal é um alto condutor de eletricidade.

B03: Sim, pois utilizamos vários componentes do nosso dia-a-dia e teve resultados positivos.

B05: Sim, porque o sal também possui íons.

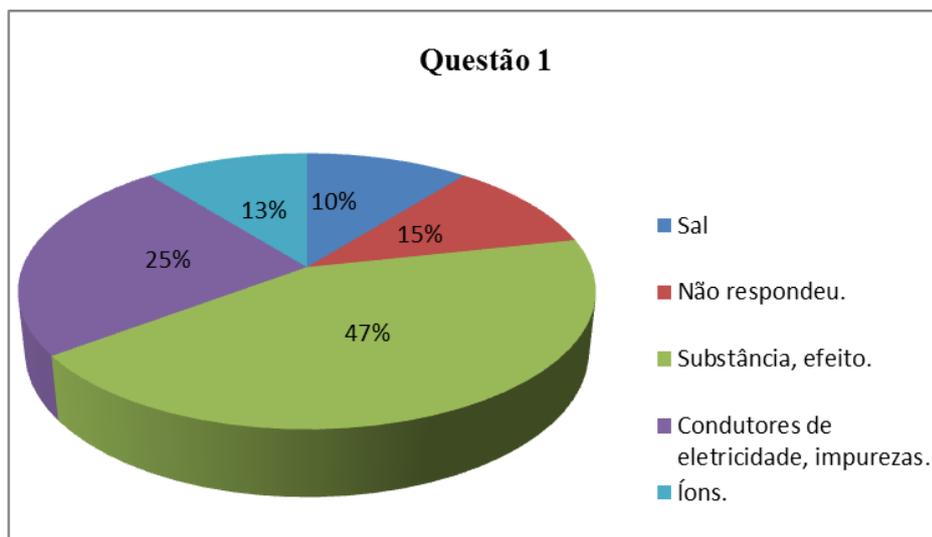


Figura 8: Resultados sobre o experimento e materiais alternativos- escola B.
Fonte: Do próprio autor.

Assim, diante de múltiplas respostas divergentes entre si, identificamos que os alunos se centralizaram conforme o que fora verificado no experimento. Contudo, é importante destacar os estudos de Praia *et al.*, (2002) em não evidenciar erros como evidentes, mas antes discuti-lo, questioná-lo com os alunos, na busca de soluções aos problemas expostos ou equacionados por eles.

Sendo assim, a partir das dúvidas, incertezas, e dificuldades teóricas ou práticas do aprendiz que o professor deve incentivá-los a pensar sobre o porquê de tantas interrogativas objetivando-se um aprendizado crítico, participativo, e reflexivo. É a participação dos alunos que forma um dos pilares que sustentam uma educação baseada nos princípios da CTSA.

Comparando-se com o experimento realizado, os alunos passam a se conscientizarem quanto às impurezas presentes na água da torneira, nas quais contribuem para gerar uma corrente mínima de eletricidade. Ou seja, uma aula prática experimental investigativa possibilita que os alunos entendam melhor a complexidade conceitual e aprendam mais acerca da natureza da ciência quando participam de investigação científica (HODSON, 1992).

Questão 2: “A partir do que foi analisado no experimento, percebemos que **NÃO** houve condução de eletricidade por meio da água **DEIONIZADA** por quais razões?”

Resposta prevista: A alternativa correta é a letra “C” (Porque este tipo de água é livre de quaisquer substâncias dissolvidas).

Observa-se a partir do Quadro 9 que houve resultados satisfatórios nas duas escolas participantes, bem como outros muito divergentes, porém com um número menos expressivo de respostas em ambos os casos.

Quadro 9: Resultados sobre a condução eletrolítica em água deionizada.

Alternativas da pergunta	Respostas dos alunos na Escola A	Respostas dos alunos na Escola B
Porque este tipo de água é livre de quaisquer substâncias dissolvidas.	76%	86%
Presença de íons.	24%	-----
Presença de moléculas na amostra.	-----	13%

Fonte: Próprio autor.

Com esse número elevado de acertos da turma (76% dos alunos na escola A e 86% na escola B), aferimos que a experimentação é significativa, por dialogar a teoria com as hipóteses, dúvidas, ideias sugeridas, para então obter uma conclusão final do objeto de estudo, pois:

A experimentação científica encerra múltiplos fatores, não apenas tecnológicos, mas histórico-culturais, ético-morais, políticos, religiosos... que condicionam e, em muitos casos na atualidade, (re) orientam e (re) centram a atividade de pesquisa como construção e produção social do conhecimento científico, como empreendimento humano que toma opções e tomadas de posição não neutras, mas carregadas de valores” (PRAIA *et al.*, 2002).

Assim, há uma ação recíproca da comunidade escolar no espaço escolar da sala de aula, em que os alunos participam com suas opiniões, falas, e o professor “modela”, os argumentos com o seu saber e experiência. Tais reflexões insere-se na epistemologia do trabalho experimental definida por Cachapuz¹² (1992) ao evidenciar a sala de aula não como um laboratório de investigação, mas um espaço harmonioso das dimensões filosófica e pedagógica.

¹² CACHAPUZ, A. F., Filosofia da Ciência e Ensino da Química: repensar o papel do trabalho experimental. Congresso *Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado, Actas...* Eds. Montero Mesa e Vaz Jeremias, Tomo II, v. 1, 357-363, Santiago de Compostela, 1992.

Questão 3: “A solução formada por água deionizada e açúcar conduz eletricidade? Por quê?”

Resposta prevista: Não, porque o açúcar quando dissolvido em água não ocorre a dissociação iônica (separação de íons existentes na solução) uma vez que os mesmos não são constituídos por íons condicionantes da passagem da corrente elétrica.

Para esta questão, obtivemos quatro categorias nas duas escolas pesquisadas, que relacionam com a prática da cidadania, a saber:

- I) Conduz fraco por ter íons;
- II) Conduz por ter íons;
- III) Conduz devido o açúcar;
- IV) Conduz fraco por conter impurezas e íons.

➤ **Escola A**

Examinando-se a Figura 9 nota-se que todos os alunos erraram esta questão, ao responderem que ocorre a passagem da corrente elétrica na solução de água deionizada e açúcar.

A14: Sim, porque o açúcar possui moléculas que em contato com a água deionizada transmite uma pequena corrente de íons.

A15: Sim, porque o açúcar contém moléculas que conduz eletricidade, mas é fraco.

A03: Conduz, mas é fraco porque possui menos impurezas e íons.

A05: Devido a presença de íons e moléculas contido no açúcar e água.

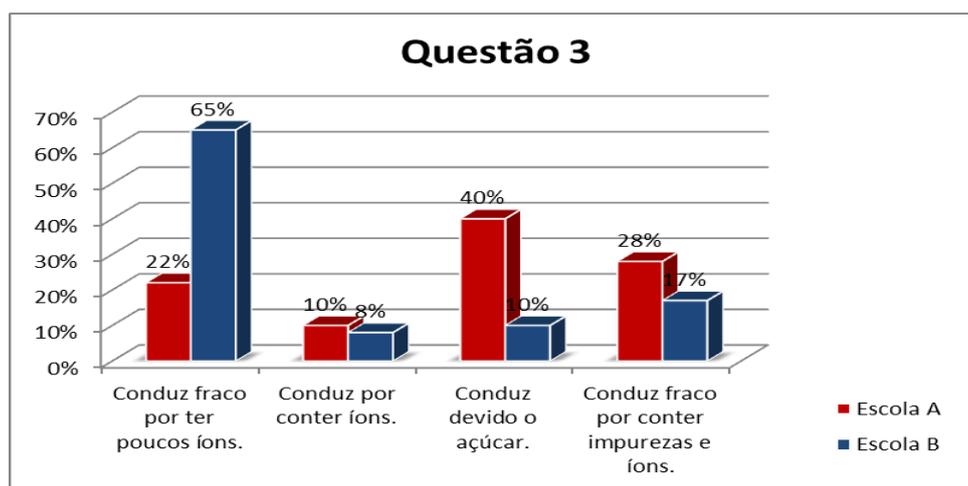


Figura 9: Resultados sobre condução eletrolítica na solução de água deionizada e açúcar.

Fonte: Do próprio autor.

➤ **Escola B**

Para esta escola, 65% dos alunos envolvidos com o presente trabalho, tiveram suas respostas relacionadas com a categoria “Água deionizada, açúcar, pouca condutividade”. E 16% responderam com na categoria “Impurezas” (Figura 9). Abaixo exemplificamos algumas citações:

B25: Sim. Porque o açúcar tem boa condutividade de energia.

B26: Sim, pouca, pois o açúcar não é muito bom condutor.

B08: Sim, porque existem elétrons no açúcar.

B06: Sim, mas pouca porque os íons presentes na água produz pouca condutividade.

B12: Sim, porque a água deionizada sozinha não ocorre a passagem de elétrons, enquanto com açúcar ocorre.

Podemos notar mediante a análise da Figura 9 que todos os alunos tiveram suas respostas antagônicas a resposta esperada ao “afirmarem que ocorre” a passagem da corrente na solução de água deionizada e açúcar. Uma possível explicação para tal fato recorre da aula prática anteriormente desenvolvida a esta, em que as respostas foram as mesmas para essa solução, com exceção de um grupo da escola e assim os alunos com exceção de um grupo que acertou.

Justificam-se tais resultados pelo fato dessa aula permitir que a maioria deles citasse a condução da eletricidade pela presença de moléculas, embora uma corrente com pouca intensidade, em discordância com o resultado esperado; é necessário também explicitar que o led acendeu fraco devido a algum tipo de impureza presente no sistema, no qual fora discutido em sala. Hodson (1992) considera que o trabalho experimental ainda tem uma concepção pobre, confusa e não produtiva em muitas escolas. Para ele, essa atividade praticada sem uma adequada reflexão, apenas soluciona os problemas de aprendizagem em ambiente laboratorial.

Todavia, a estratégia metodológica de realizar um experimento químico como proposto neste trabalho direciona a investigação e interações entre os alunos. Refletindo-se com Praia *et al.*, (2007), a crítica, a argumentação e o consenso constituem uma racionalidade científica que permite uma aprendizagem científica no exercício da cidadania.

Questão 4: “E a solução de água deionizada e sal conduzem? Justifique sua resposta.”

Resposta prevista: Sim, pois mesmo que a água seja do tipo deionizada haverá condução de eletricidade, pois o sal se dissociará na referida solução aquosa e assim, ocorrerá a passagem de corrente elétrica.

Ao passo que na escola B, após análise das repostas obtivemos quatro categorias (Figura 10):

- I) Presença de impurezas;
- II) Presença de sal e íons;
- III) Devido aos elétrons e corrente elétrica;
- IV) Não responderam;

Obtivemos quatro categorias de respostas, dentre que uma delas obtiveram 68% do consenso comum entre os alunos ao justificarem a condutividade eletrolítica na solução em estudo devido a presença de “sal, dissociação, íons” e 28% relacionaram as respostas com “impurezas”.

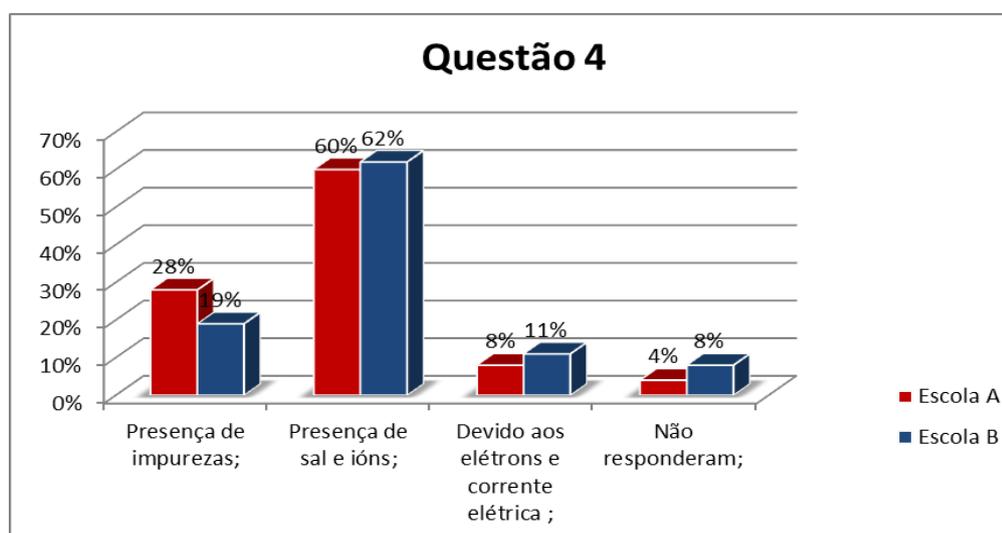


Figura 10: Resultados sobre condução elétrica na solução de água deionizada e sal.
Fonte: Do próprio autor.

Algumas transcrições das respostas da categoria “Presença de sal e íons” constam a seguir:

- A01: *Sim, porque os íons contidos no sal fazem com que o led acenda.*
- A03: *Conduz mais forte porque contém mais impurezas.*
- A17: *Conduz mais forte porque há mais impurezas.*
- A18: *Sim, o sal é um bom condutor de íons.*
- A21: *Sim, porque o sal se dissociou e quebrou a passagem dos íons.*

Os resultados mostraram-se conformidade com a resposta prevista conforme a Figura 10, uma vez que a maioria dos alunos (62%) entendem que há condução da água deionizada e sal devido a presença de sal, íons na solução cuja categoria é “presença de sal e íons”. Salienta-se também que 19% das respostas tiveram respostas relacionadas a “impurezas”, e 8% dos alunos não responderam a esta pergunta.

Logo, podem-se interpretar tais resultados de que a experimentação constitui uma prática inerente à aprendizagem científica porque não houve uma distinção do conhecimento teórico com a atividade realizada permeada com as opiniões e argumentos dos participantes. Do ponto de vista didático, ao evidenciarmos a experiência como um momento de questionamento estamos convidando os alunos a interpretarem seus resultados cognitivamente mediante um confronto de ideias entre seus pares (PRAIA *et al.*, 2002). Essa visão nos remete desenvolver uma tomada de decisão numa sociedade democrática na busca de uma solução que atenda ao interesse da maior parte da coletividade, conforme discutem Santos e Mortimer (1997).

De acordo com a meta desse trabalho que consiste em educar com vistas ao exercício da cidadania, as soluções para os problemas propostos não estariam prontas e acabadas, mas oriundas da decisão do indivíduo no coletivo. Segundo afirmam Santos e Schentzler (1997), a educação para a cidadania não se trata de fornecer a fórmula determinada, mas de apresentar critérios que permitam uma maior participação do indivíduo.

Logo o diálogo na relação conceito *versus* prática torna-se um fator decisivo no consenso de ideias, objetivos, decisões. Para Freire (2005), a educação é um processo baseado na transmissão de valores, na qual é inexistente fora da sociedade humana, onde se deve considerar o mundo em que homens e mulheres estão inseridos.

Questão 5: “Dentre as alternativas abaixo qual justifica a condução da eletricidade com diferenças na intensidade da luz na água da torneira e a solução de água deionizada com cloreto de sódio?”

Resposta prevista: Letra “B” (presença de íons), pois a maior ou menor intensidade da luz dependerá da concentração de íons presentes na solução de condução da eletricidade.

Houve um número relativamente grande de acertos (80% na escola A e 86% na escola B) por tratar-se de uma pergunta com relação direta ao levantamento

investigativo do experimento, e também das decorrentes das discussões e debates entre a professora e os alunos (Quadro 10).

Quadro 10: Resultados sobre a intensidade da luz na água da torneira e água deionizada.

Alternativas da pergunta	Respostas dos alunos na Escola A	Respostas dos alunos na Escola B
Presença de íons.	80%	86%
Presença de moléculas.	20%	14%

Fonte: Próprio autor.

Assim, o processo de ensino-aprendizagem almejado à luz da cidadania mediada por práticas experimentais, segundo Zanon (2012) “conduz as interlocuções dos sujeitos em aula, de modo que eles possam exercitar a curiosidade e comprometimento pelos estudos, com vistas a assimilar os conhecimentos produzidos”.

Esta questão objetiva explorar os conteúdos químicos envolvidos no experimento, porém com uma exigência maior quanto a compreensão conceitual. Essa observação relatada deve-se a demonstração de falta de conhecimento sobre o conhecimento das reações ocorridas no sistema eletrolítico, pois a pesquisadora teve que intervir e explicar sobre o conteúdo químico.

Isso também pode ser atribuído, devido a distância entre os conceitos escolares e a realidade cotidiana dos estudantes (FREIRE; SHOR, 1993), ainda vale ressaltar que segundo Lopes (2007), “a função do mestre consiste em comunicar, sem imposições dogmáticas”.

Questão 6: “Podemos assinalar que o caminho percorrido pelos elétrons no circuito é:”

Resposta prevista: A resposta correta é a letra ”B”, pois no sentido direto da passagem da corrente elétrica, do polo positivo em que há perda de elétron (oxidação) para o polo negativo que ganha elétron (redução).

Conforme se averigua no Quadro 11, uma grande parcela dos estudantes na Escola A pesquisada (84%) obtiveram resultados condizentes com a resposta esperada assinalando a alternativa “polo positivo para o polo negativo”. Em contrapartida, na Escola B apenas 40 % marcaram a opção correta.

Podemos justificar o resultado satisfatório, através da mediação que antecedeu a avaliação, uma vez que fora mediado pela pesquisadora sobre “Eletroquímica” a ser estudado na pesquisa, além de que os alunos participantes da pesquisa de ambas as escolas já tinham estudado sobre o referido conteúdo.

Quadro 11: Dados referentes ao sentido da passagem dos elétrons nos polos.

Itens da pergunta	Respostas dos alunos na Escola A	Respostas dos alunos na Escola B
Polo positivo para o polo negativo	84%	40%
Polo negativo para o polo positivo	16%	60%
Nenhuma das anteriores.	-----	-----

Fonte: Próprio autor.

Para esta questão, é importante frisar que a mesma foi alvo de perguntas em ambas as escolas e bastante discutida com a pesquisadora devido às dúvidas e questionamentos no momento da aplicação da atividade, e cujo objetivo era avaliar se os alunos tinham conhecimento sobre a produção da corrente elétrica quando o LED acendia, que por questões históricas tem o sentido contrário (do polo positivo para o polo negativo) do movimento dos elétrons (polo negativo para o polo positivo).

Conforme Zanon (2012), o professor pode e deve atuar como guia regulador por meio de estratégias avaliativas de ensino, sem abrir mão do diálogo entre as linguagens científica e diária, pois as linguagens são diferentes e é preciso dialogar.

Somando-se a isso, o papel do professor como agente mediador nas práticas precisa ser redobrado, uma vez que: “a racionalidade do conhecimento científico não é um refinamento da racionalidade do senso comum, mas ao contrário rompe com seus princípios, ao exigir uma nova razão que se constrói na medida em que são superados os obstáculos epistemológicos” (LOPES, 2007, p.58).

Questão 7: *“Após o uso prolongado de celulares, computadores, as baterias já não servem mais, e assim as pessoas trocam de celulares frequentemente. Então, onde fazer o descarte desse material que não se quer mais? Será que estamos cumprindo nosso papel de cidadão?”*

Resposta prevista: O local correto para fazer o descarte de pilhas e baterias é em pontos de coletas disponibilizados em alguns lugares, como supermercados e shoppings. Algumas pessoas agem corretamente, outras não, por alguns motivos como

falta de conhecimento sobre o assunto, bem como desconhece como descartar esse tipo de material.

➤ **Escola A- Primeira Interrogativa**

Após análise das repostas obtivemos três categorias (Figura 11):

I) Locais apropriados, aterros, lojas;

II) Postos de coleta, separação de materiais;

III) Não respondeu;

Obtivemos respostas pouco diferenciadas na referida questão, na qual identificamos três categorias, cuja a mais citada delas foi “locais apropriados, aterro, lojas” com 46% das respostas. Seguindo-se de 37% na categoria “postos de coleta, separação de materiais”, e 16% dos alunos não responderam. Verificamos a seguir algumas citações:

A16: Em pontos de despejo de lixo eletrônico apropriado.

A17: Em lugares apropriados para que não haja poluição no meio ambiente.

A24: É descartado no lixo específico.

A25: Devemos levar aos locais de coletas, ou ao fabricante para ser feita seu descarte correto.

A03: Fazer o descarte em pontos de coleta.

A04: Em pontos de coleta do material.

A05: Jogar num meio de coleta de aparelhos celulares.

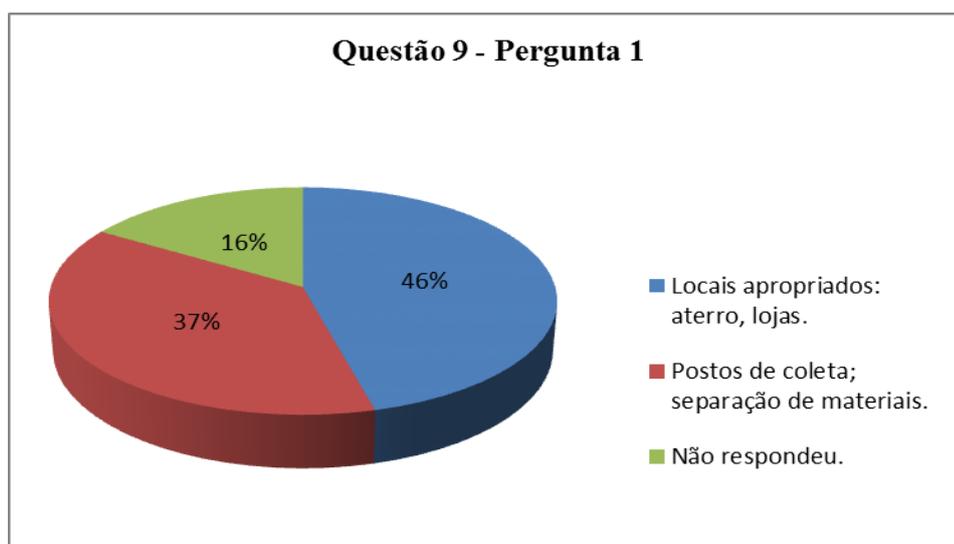


Figura 11: Resultados sobre o local correto de descarte de pilhas e baterias- Escola A.

Fonte: Do próprio autor.

➤ **Escola A- Segunda Interrogativa**

Após análise das repostas obtivemos quatro categorias (Figura 12):

- I) Não, porque não dava importância;
- II) Não, falta de informação;
- III) Não, sem justificativa;
- IV) Algumas vezes;

Na segunda pergunta, obtivemos 4 grupos de respostas, no qual a maioria dos alunos (45%) tiveram respostas relacionadas a “falta de informação”, e por isso não cumpre o papel de cidadão, enquanto 22% das respostas correspondiam a categoria “algumas vezes”. E apenas 18% deles responderam que “não” e nada justificaram, conforme podemos verificar nas seguintes respostas:

A20: Não, porque não sabia onde era o local.

A32: Não sabia que fazia tanto mal.

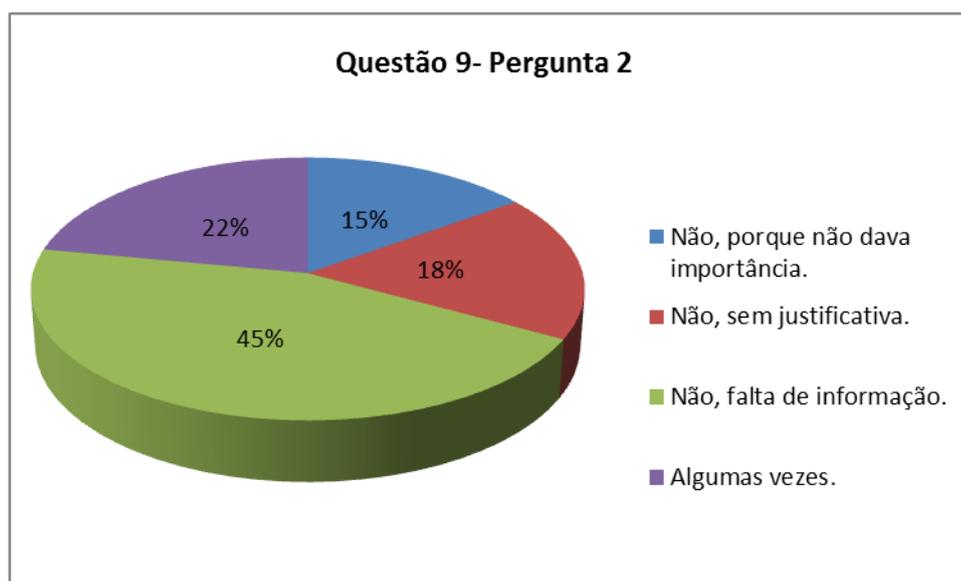


Figura 12: Resultados sobre a prática da cidadania – Escola A.

Fonte: Do próprio autor.

➤ **Escola B- Primeira interrogativa**

Após análise das repostas obtivemos três categorias (Figura 13):

- I) Locais apropriados, aterros, lojas;
- II) Postos de coleta, separação de materiais;
- III) Não respondeu;

Nesta escola, os alunos responderam a *primeira interrogativa* da pergunta agrupadas nas três categorias, cuja mais citada correspondeu a “Locais apropriados, aterro, lojas” (46%), seguida de “Postos de coleta, separação de materiais” (37%), e apenas 16% deles não responderam a essa questão. Citamos a seguir algumas respostas:

B07: Locais próprios para o descarte desse tipo de material, coletores específicos. Não.

B08: Em locais apropriados para receber esse material, nunca em lixo comum, na rua, na pia, etc.

B37: Em postos apropriados para o descarte. Não, pois descartamos em locais inapropriados, e acaba contaminando os rios, os mares e etc.

B30: Em postos de coleta específicos. Não, pois a população não está na maioria das vezes ciente sobre o assunto. A localização desses postos também contribui para que haja descarte em lugares inapropriados.

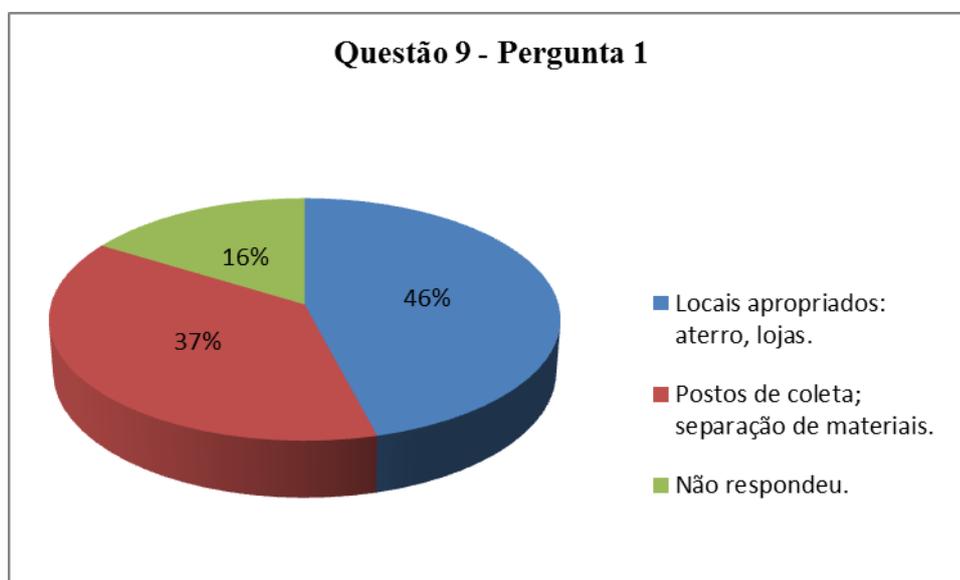


Figura 13: Resultados sobre o local correto de descartar pilhas e baterias - Escola B.
Fonte: Do próprio autor.

➤ *Escola B- Segunda interrogativa*

Na segunda pergunta, obtivemos respostas unânimes, porém com justificativas diversas e assim, categorizamo-las em seis grupos, no qual apenas um deste apresentou-se diferenciado ao afirmar que “Sim, sem justificativa”, representando apenas 8%.

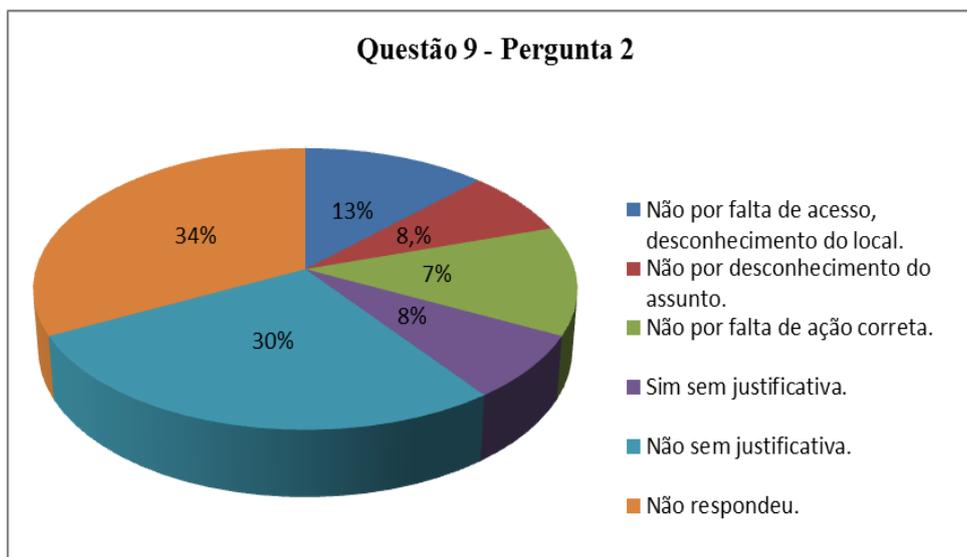


Figura 14: Resultados sobre a prática da cidadania - Escola B.

Fonte: Do próprio autor.

Percebe-se também a partir das informações da Figura 14, que 13% responderam que “Não por falta de acesso, desconhecimento do local”, bem como 7% atribuíram a categoria “não por falta de ação correta” dos quais citamos as seguintes respostas:

B30: A localização desses postos também contribui para que haja descarte em lugares inapropriados.

B31: Não, pois muitos de nós não temos acesso fácil a esses postos de coleta.

B28: Não porque algumas pessoas acham que isso não faz mal ao meio ambiente.

B29: Não porque eu mesmo já peguei várias baterias nas matas.

Conforme averigua-se nos resultados, em ambas as escolas houve identificação com o resultado previsto para primeira pergunta da questão sobre o local correto para o descarte de pilhas e baterias, enquanto na segunda pergunta sobre a prática da cidadania houve um número expressivo de alunos que mostraram posicionamentos inadequados a resposta prevista, atribuindo suas respostas quanto o exercício de direitos e deveres de cidadão justificada pela falta de conhecimento do assunto e sobre o local correto onde é feito o descarte de pilha e baterias.

CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho procuramos desenvolver uma estratégia didática que evidenciasse a atividade experimental no contexto de CTSA no que tange ao descarte de resíduos sólidos, e utilização de materiais alternativos em substituição às vidrarias e equipamentos comumente utilizados em laboratórios de Química com os propósitos de: tornar a aprendizagem de Química mais interessante e motivadora para os alunos; contribuir na formação de um sujeito investigativo; apresentar posicionamentos sócio-ambientais mais adequados a partir ponderações dos alunos; aproximar o ambiente escolar do cotidiano do aluno a interação social como meio facilitador do processo ensino-aprendizagem e promover a participação do aluno na construção do conhecimento científico.

A partir da revisão da literatura encontramos apoio em uma atividade de caráter investigativo enfatizada por diversos autores na área de Ensino de Ciências como Cachapuz et al (2005) dentre outros. Assim, baseado na metodologia *qualitativa-quantitativa* de natureza investigativa, procuramos viabilizar para os alunos um meio didático que não só possibilitasse a aprendizagem de conteúdos como também refletisse sobre a prática relacionada com as interações da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Para avaliarmos a referida estratégia utilizamos o seguinte experimento: verificação da condutividade elétrica em soluções eletrolíticas e não eletrolíticas aplicados em duas turmas do segundo ano no turno em escolas distintas. A escolha desse contexto foi motivada pelos seguintes fatores: devido o assunto de Eletroquímica compor o conteúdo programático do segundo ano, pela disposição das aulas geminadas (o distanciamento entre uma aula e outra poderíamos obter resultados insatisfatórios), e promover uma análise das duas escolas da mesma rede de ensino com características adversas.

Apesar das dificuldades na aplicabilidade da proposta, conseguimos resultados positivos quanto ao: interesse dos alunos em participar ativamente na análise da prática experimental de forma investigativa, inclusive alguns que demonstraram pouco interesse em participar nos primeiros momentos da pesquisa, e na atuação da pesquisadora como mediadora e facilitadora do processo ensino-aprendizagem além de procurar instigar os alunos em participar de todas as atividades.

No que tange aos resultados consideramos que em ambas as escolas participantes deste trabalho alcançamos os objetivos pretendidos relacionados com o processo de construção conceitual e ações dos alunos, embora os alunos da escola B apresentaram respostas relativamente melhores que os alunos da escola A, tanto dos conteúdos químicos quanto relacionados em questões envolvendo a relação da Química e aspectos com o homem, sociedade e natureza.

Podemos justificar tais resultados pela convivência dos alunos da escola B aprender ciências executando literalmente, uma vez que os alunos têm aula em tempo integral e no turno inverso ao ensino tradicional, onde eles trabalham em oficinas didáticas, além de caracterizar-se como um “Centro Experimental” desde 2010.

E quanto à escola A superamos algumas dificuldades como, por exemplo, a ausência de aulas experimentais de Ciências, uma vez que as condições precárias da escola não favorece a efetivação da referida atividade. Entretanto, se o professor criar meios que viabilizem, como realizado pela pesquisadora, utilizando-se de materiais simples para que a prática pudesse ser realizada em sala-de-aula é possível a realização do experimento. Além do que os alunos estavam participando de atividades com uma pessoa fora do convívio escolar deles e mesmo assim conseguimos alcançar bons resultados.

Nesse panorama, contribuímos mesmo de forma parcial, com aprendizagens conceituais e atitudinais dos alunos. Assim, este trabalho nos forneceu experiência para melhorar e ampliar a proposta como realização de outros experimentos que possibilitem utilizar materiais alternativos contextualizando um tema social como a água, que nos dias de hoje é um recurso natural considerado como um “diamante” pela dificuldade em consegui-la e ser o alicerce da vida.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. **Trabalhos práticos de química**. São Paulo, 1997.
- ANDRÉ, M.E.D.A., LUDKE, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: buscando rigor e qualidade**. Cadernos de Pesquisas, n.113, Julho/2001.
- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.25, n.2, p.176-194, 2003.
- AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Catarina, 2002.
- AULER, D e BAZZO, W.A; **Reflexões Para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro**. *Revista Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.1-13, 2007.
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 19-33, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília, v.2, 2006.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMT, p. 364, 1999.
- _____. Ministério da Educação; MEC; Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Semtec. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.
- _____. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB Nº 9394/96. De 20 de Dezembro, Brasília, 1996.
- _____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Pcn+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: 2002.
- _____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2000.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Educação Ambiental- Lei Federal Nº 6938/81, 1981.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; J. E VILCHES, A. **A necessária renovação no ensino de ciências**. São Paulo: Cortez. 263p. 2005

CACHAPUZ, A; PAIXAO F. e BERNARDINO LOPES J. ; GUERRA C. **Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de Pesquisa e o Caso “Ciência Tecnologia-Sociedade”** ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.1, n.1, p. 27-49, 2008.

CAILLOT, Michel. **La théorie de la transposition didactique est-elle transposable?** 1996.

CAJAS, Fernando. **Alfabetización Científica y Tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico**. Enseñanza de las Ciencias, v.19, n.2, p.243-254, 2001.

CARDOSO, T., Alarcão, I. & Celorico, J. **Revisão da literatura e sistematização do conhecimento**. Porto: Porto Editora, 2010.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2005. 199p.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S. A., 1991.

CORTES Jr, L. P.. **As representações sociais de “QUÍMICA AMBIENTAL”: contribuições para a formação de bacharéis e professores de Química** – Dissertação (Mestrado) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo. 130f, 2008.

FARIAS, C. R. O.; FREITAS, D. **Educação Ambiental e Relações CTS: Uma Perspectiva Integradora**. Revista Ciência & Ensino, n.1 volume especial, novembro de 2007.

FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R. e OLIVEIRA, R.C. **Ensino Experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada**. Química Nova na Escola, v.32, n.2, p.101-106, 2010.

FREIRE, P. **Conscientização - Teoria e Prática da Libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo: Centauro. 102 p, 2001.

_____ **Pedagogia da Autonomia**. 24 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

_____ **Pedagogia do oprimido**. 43ª. Edição. Rio de Janeiro. Paz e Terra, 2005.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e ousadia: o cotidiano do professor**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A.; Contribution of Science and technological education to citizens' culture. Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education, Toronto, v.5, n.2, p.85-95, 2005. In: **O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania**. The role of the Nature of Science in citizens' education. Ciência & Educação 13.2 pag.141-156, 2007.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. **Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química**. Investigações em Ensino de Ciências, v.11, n.2, p.219-238, 2006.

HEIKKINEM, H. **Decision making in the Science curriculum**. The Australian Science Teachers Journal, v.33, n.2, p.52, 1987.

HODSON, D. **Redefining and reorienting practical work in school Science**. School Science Review, v.78, n.264:65-78, 1992.

INVERNIZZI, Noela; FRAGA, Lais. Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Vol.1, Número Especial. Revista Ciência & Ensino, 2007.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDEZ, D. **Dicionário Básico de Filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1996.

LIBANEO, J. C. **A Didática e as Tendências Pedagógicas**. Serie Idéias. São Paulo, FDE, 1991.

LOPES, A. C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Unijuí, 2007.

LUTFI, M. **Os Ferrados e Cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico**. Ijuí: UNIJUÍ, 1992.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. E. D. A. **Pesquisas em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U, 2003.

MARQUES, O. M. **Educação nas Ciências**. Ijuí: Unijuí, 2002.

_____ **A formação do profissional da educação**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1992.

_____ **Conhecimento e educação**. Ijuí: Unijuí, 1988. (Coleção Educação).

MEC/SEMT. **Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília, 1999. p. 364.

MINAYO, M.C.S. **Desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo/Rio de Janeiro: HUCITEC/ABRASCO, 1992.

MORAES, R. (org.) **Construtivismo e ensino de ciências. Reflexões metodológicas e epistemológicas**. 3 ed. Porto Alegre-RS: ediPUCRS, 2008.

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

MORIN, E. **Os desafios da modernidade**. In: **A religação dos saberes: o desafio do século XXI**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil (Jornadas Temáticas dirigidas por Edgar Morin) (Tradução de Flávia Nascimento), 2002.

MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

OLIVEIRA, R. C. **Química e cidadania**: uma abordagem a partir do desenvolvimento de atividades experimentais investigativas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

PEREIRA, F.D.; HONÓRIO, K.M. e SANNOMIYA, M. **Nanotecnologia: desenvolvimento de materiais didáticos para uma abordagem no ensino fundamental**. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 73-77, 2010.

PINHO, A.J. **Prateleira de Demonstração de Eletricidade**. Atas do II SNEF. São Paulo, 1997.

PINHO, A. J. **Atividades Experimentais: um instrumento de Ensino**. UFSC, 2004.

PRAIA C.A.M.; CACHAPUZ, A., PEREZ, G.D; Vilches, A. (org). **O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania**. The role of the Nature of Science in citizens' education. Ciência & Educação 13.2 pag.141-156, 2007.

_____ **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

_____ **A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica**. Ciência & Educação 8.2 pag. 253-262, 2002.

SANTOS, W.L.; MORTIMER, E.F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências**. Ciência e educação, 1997.

_____ **Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (2002).

SANTOS, L.P e MORTIMER, E.F.; **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Revista ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências Volume 02 / Numero 2 – Dezembro, 2002.

_____. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências.** Ciência e educação. V.7,n.1, p.95-111, 2000.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, Roseli P.; **Educação em Química – compromisso com a cidadania.** Ed. Unijuí, Ijuí, RS, 2003.

_____. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: Editora da Unijuí, 1997.

SILVA, K.M.A.; **Abordagem CTS no Ensino Médio: um estudo de caso da prática pedagógica de professores de Biologia.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás, 2010.

SILVA, L.H.A.; ZANON, L.B. **A experimentação no ensino de ciências.** In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. (org.). Ensino de ciências: fundamentos e abordagens. Campinas-SP: R. Vieira Gráfica e Editora, 2000.

SILVA, L.I.; MARCONDES, R.E. **Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Vol. 12, No 1. 2010.

SILVA, P.A.V.B.; ARAÚJO, M.S.T. **Abordagem de temas de educação ambiental sob o enfoque ctsa no ensino médio no município de Barueri-SP,** 2012.

SCHNETZLER, R. P. O professor de Ciências: problemas e tendências de sua formação. In: Schnetzler, R. P.; Aragão, R.M. R. (org.) **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens.** Campinas: R. Vieira e Gráfica editora LTDA, 2002, p. 12-41.

SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros.** Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

SUART, R. C. e MARCONDES, M. E. R. **As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 8, n. 2, 2008.

TARDIF, Maurice. **Saberes Docentes e Formação Profissional.** 2.ed.. Petrópolis, 2002.

UNESCO. **Conferência Mundial sobre Ciência, Santo Domingo e Declaração sobre Ciências e a Utilização do Conhecimento Científico, Budapeste.** 1999.

ZANON, L.B. **O desafio de inserir a experimentação no ensino de ciências e entender a sua função pedagógica.** XVI ENEQ e X EDUQUI, 2012.

ZUIN, V.G.; IORIATTI, M.C.S. e MATHEUS, C.E. **O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA.** Química Nova na Escola. v. 31, n. 1, p. 3-8, 2009.

ANEXO I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa acima citado. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você. Trata-se de uma pesquisa vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Eu, (_____), portador da Cédula de Identidade, RG_____, e inscrito no CPF/MF _____nascido(a) em ____/____/____, abaixo assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) do estudo “*ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE CONDUTIVIDADE ELETROLÍTICA: UMA ABORDAGEM DA QUÍMICA COM BASE EM UMA PROPOSTA CTSA*”

Declaro que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas.

Estou ciente que:

I) Tenho liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;

II) A desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem estar físico;

III) Os resultados obtidos durante este ensaio serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;

IV) Caso eu desejar, poderei pessoalmente tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa

() Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

() Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

() Colaborador

Testemunha: _____

Nome / RG / Telefone

Responsável pelo Projeto:

Telefone/ e-mail para contato:

ANEXO II

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ORIENTADORA: Dr^a ELIANA MIDORI SUSSUCHI

MESTRANDA: ALINE DE OLIVEIRA SANTOS

**PROJETO: ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE CONDUTIVIDADE
ELETROLÍTICA: UMA ABORDAGEM DA QUÍMICA COM BASE EM UMA
PROPOSTA CTSA**

Responda a avaliação diagnóstica seguinte a partir da compreensão do texto, bem como do que você entende sobre preservação da água, do meio ambiente, e o descarte de resíduos tóxicos e suas consequências.

TEXTO – PILHAS E BATERIAS

Nos últimos trinta anos presenciou-se um avanço espantoso em termos de tecnologia. É interessante notar o quanto evoluímos nesse sentido. Para se ter ideia, no dia 22 de janeiro de 2011 comemorou-se vinte anos de telefonia celular no Brasil e hoje existem mais linhas de celulares ativa do que o número de habitantes no país. São 254,95 milhões de linhas, segundo levantamento da Anatel (Agência Nacionais de Telecomunicações). Tamanha tecnologia se estende para área de brinquedos, eletrodomésticos, equipamentos, carros, etc. Todos esses itens tecnológicos possuem em comum o fato de necessitarem de um gerador de energia para funcionarem (pilhas e baterias).

Entretanto, o maior problema é outro. No mundo todo, 99% dos equipamentos eletrônicos, celulares, pilhas e baterias vão parar no lixo. Os brasileiros consomem um bilhão e duzentos milhões de pilhas e 400 milhões de baterias de celular por ano. Cada pilha funciona como uma espécie de mini usina que, para produzir energia, precisa de metais pesados. Por isso elas contêm chumbo, mercúrio e cádmio. Quando jogadas em lixo comum elas vão parar nos lixões e lá as cápsulas das pilhas se rompem e os metais que compõem as pilhas vazam, penetrando no solo e contaminando os lençóis d'água que ajudam a formar córregos e rios, além de inúmeros outros problemas.

Fonte: <http://blog.estadao.com.br>

ANEXO III

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
ORIENTADORA: Dr^a ELIANA MIDORI SUSSUCHI
MESTRANDA: ALINE DE OLIVEIRA SANTOS

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

1. É importante conhecer sobre o avanço da ciência no que diz respeito à saúde, à educação, e também do avanço tecnológico que traz consequências tanto para o homem quanto para natureza? Justifique a resposta.

2. Qual das alternativas melhor explica a importância dos metais para a eletricidade?

- a) Condutividade.
- b) Baixo ponto de fusão e ebulição.
- c) Ductabilidade.
- d) Nenhuma ds anteriores.

3. Para você, o que é uma pilha?

4. Quais os elementos químicos compõem as pilhas usadas em rádios, lanternas e relógios?

- a) Berílio e mangânes.
- b) Zinco, manganês e grafite.
- c) Cobre e zinco.
- d) Nenhuma ds anteriores.

5. Pilhas e baterias podem ser descartadas em lixo doméstico? Por quê?

6. Em sua opinião, qual item melhor cita prejuízos ao ecossistema causados pelo mau descarte de materiais tóxicos?

- a) Doenças para o homem e destruição do solo e água.
- b) Aumento do buraco da camada de ozônio.
- c) Efeito estufa.
- d) Nenhuma ds anteriores.

7. Assinale o item que contém o órgão que fiscaliza o descarte de pilhas e baterias:

- a) CONAMA.
- b) INMETRO.
- c) ENDAGRO.
- d) Nenhuma ds anteriores.

8. Quais destas ações podem ser tomadas para reduzir a contaminação por metais?

- a) Descartar pilhas e baterias em pontos de coleta.
- b) Misturar lixo eletrônico ao lixo comum.
- c) Não reciclar pilhas e baterias.
- d) Nenhuma ds anteriores.

9. Partindo-se do princípio de que cidadania é o conjunto de direitos e deveres ao qual um indivíduo está sujeito em relação à sociedade em que vive, quais ações que você poderia realizar para ser considerado um cidadão participativo na sociedade? Justifique sua resposta.

ANEXO IV

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ORIENTADORA: Dr^a ELIANA MIDORI SUSSUCHI

MESTRANDA: ALINE DE OLIVEIRA SANTOS

TABELA DE VERIFICAÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELETROLÍTICA

SOLUÇÕES	OBSERVAÇÕES
Água deionizada pura	
Água deionizada + açúcar	
Água deionizada + sal	
Água destilada pura	
Água da torneira pura	

ANEXO V



Figura15: Foto da aparelhagem utilizada no experimento de “Condutividade Eletrolítica”.

Fonte: Próprio autor.

ANEXO VI

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
ORIENTADORA: Dr^a ELIANA MIDORI SUSSUCHI
MESTRANDA: ALINE DE OLIVEIRA SANTOS

AValiação de Aprendizado

1. De acordo com o experimento realizado, podemos substituir materiais e soluções específicas utilizados nos experimentos de Química por outros presentes em nosso cotidiano? Como por exemplo, a solução formada por água e sal utilizada no experimento. Explique.

2. A partir do que foi analisado no experimento, percebemos que NÃO houve condução de eletricidade por meio da água DEIONIZADA por quais razões?
- a) Presença de íons.
 - b) Presença de moléculas na amostra.
 - c) Porque este tipo de água é livre de quaisquer impurezas.
 - d) Nenhuma ds anteriores.

3. A solução formada por água deionizada e açúcar conduz eletricidade? Por quê?

4. E a solução de água deionizada e sal conduzem? Justifique sua resposta.

5. Dentre as alternativas abaixo qual justifica a condução da eletricidade com diferenças na intensidade da luz na água da torneira e a solução de água deionizada com cloreto de sódio?
- a) Presença de moléculas.
 - b) Presença de íons na solução.
 - c) Ausência de íons no sistema.
 - d) Nenhuma ds anteriores.
6. Podemos assinalar que o caminho percorrido pelos elétrons no circuito do experimento realizado é:
- a) Polo negativo para o positivo.
 - b) Polo positivo para o negativo.
 - c) Nenhuma ds anteriores.
7. Após o uso prolongado de celulares, computadores, as baterias já não servem mais, e assim as pessoas trocam de aparelhos frequentemente. Então, onde fazer o descarte desse material que não se quer mais? Será que estamos cumprindo nosso papel de cidadãos?

ANEXO VII

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
ORIENTADORA: Dr^a ELIANA MIDORI SUSSUCHI
MESTRANDA: ALINE DE OLIVEIRA SANTOS
PROJETO: ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DE CTSA

PLANO DE AULA I

OBJETIVOS

Pretende-se com esta aula as seguintes metas:

- ✓ Apresentar o projeto de pesquisa a ser desenvolvido;
- ✓ Compreender e discutir o texto apresentado;
- ✓ Promover o diálogo entre os alunos e pesquisadora;

CONTEÚDO

- ✓ Eletroquímica;
- ✓ Soluções eletrolíticas e não-eletrolíticas;
- ✓ Pilhas e baterias;

METODOLOGIA

- ✓ Aula expositiva com apresentação do projeto e leitura do texto para uma posterior compreensão e discussão sobre o mesmo.

RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ *Datashow*;
- ✓ Quadro negro;

BIBLIOGRAFIA

- ✓ **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: Editora da Unijuí, 1997.
- ✓ SANTOS, W.L.; MORTIMER, E.F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências.** Ciência e educação, 1997.

ANEXO VIII

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
ORIENTADORA: Dr^a ELIANA MIDORI SUSSUCHI
MESTRANDA: ALINE DE OLIVEIRA SANTOS
PROJETO: ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DE CTSA

PLANO DE AULA II

OBJETIVOS

Pretende-se com esta aula as seguintes metas:

- ✓ Verificar o conhecimento dos alunos sobre conceitos de pilhas e baterias e os metais que as constituem;
- ✓ Averiguar o conhecimento dos alunos sobre o descarte de pilhas e baterias;
- ✓ Relacionar o conteúdo químico de metais com o aspecto socioambiental;

CONTEÚDO

- ✓ Propriedades de metais;
- ✓ Pilhas e baterias;

METODOLOGIA

- ✓ Aula expositiva com aplicação de questionário de sondagem a fim de averiguar o conhecimento dos alunos sobre conteúdos de metais, pilhas e baterias.

RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ Quadro negro;

BIBLIOGRAFIA

- ✓ SANTOS, W.L.; MORTIMER, E.F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências.** Ciência e educação, 1997.
- ✓ FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R. e OLIVEIRA, R.C. **Ensino Experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada.** Química Nova na Escola, v.32, n.2, 2010.

ANEXO IX

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
ORIENTADORA: Dr^a ELIANA MIDORI SUSSUCHI
MESTRANDA: ALINE DE OLIVEIRA SANTOS
PROJETO: ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DE CTSA

PLANO DE AULA III

OBJETIVOS

Pretende-se com esta aula atingir os seguintes objetivos:

- ✓ Verificar a condutividade elétrica nas soluções propostas;
- ✓ Proporcionar a aprendizagem de soluções eletrolítica e não eletrolíticas;
- ✓ Compreender os princípios do CTSA;
- ✓ Promover a participação dos alunos;

CONTEÚDO

- ✓ Condutividade elétrica em soluções eletrolíticas;
- ✓ Propriedades dos metais;

METODOLOGIA

- ✓ Aula expositiva com aplicação e desenvolvimento de atividade experimental e posterior aplicação de uma tabela de verificação da condutividade elétrica nas diferentes soluções apresentadas;

RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ Quadro negro;
- ✓ Datashow;

BIBLIOGRAFIA

- ✓ FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R. e OLIVEIRA, R.C. **Ensino Experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada.** Química Nova na Escola, v.32, n.2, 2010.
- ✓ SANTOS, W.L.; MORTIMER, E.F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências.** Ciência e educação, 1997.

ANEXO X

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
ORIENTADORA: Dr^a ELIANA MIDORI SUSSUCHI
MESTRANDA: ALINE DE OLIVEIRA SANTOS
PROJETO: ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DE CTSA

PLANO DE AULA IV

OBJETIVOS

Pretende-se com esta aula atingir os seguintes objetivos:

- ✓ Verificar o conhecimento dos alunos quanto às características do CTSA;
- ✓ Averiguar o entendimento dos alunos na condução elétrica nas diferentes soluções colocadas;

CONTEÚDO

- ✓ Condutividade elétrica em soluções eletrolíticas;
- ✓ Características do CTSA;

METODOLOGIA

- ✓ Aula expositiva com aplicação de um questionário final;

RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ Quadro negro;
- ✓ Datashow;

BIBLIOGRAFIA

- ✓ FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R. e OLIVEIRA, R.C. **Ensino Experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada.** Química Nova na Escola, v.32, n.2, 2010.
- ✓ SANTOS, W.L.; MORTIMER, E.F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências.** Ciência e educação, 1997.

- ✓ GIORDAN, M.: **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**, in: *Química Nova na Escola*, n.º 10, pp. 43-49. 1999.

ANEXO XI

Fotos da escola A.



Figura 16: Leitura e Discussão do texto na escola A.
Fonte: Próprio autor.



Figura 17: Executando a atividade experimental na escola A.
Fonte: Próprio autor.

ANEXO XII

Fotos da escola B.



Figura 18: Leitura e Discussão do texto na escola B.
Fonte: Próprio autor.



(a)



(b)

Figura 19: Executando a atividade experimental na escola B.
Fonte: Próprio autor .