

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA

LIGIA ESTEVES MARIA

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS:
ENERGIA E DESTINO DE RESÍDUOS EM CURITIBA E REGIÃO
METROPOLITANA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2014

LIGIA ESTEVES MARIA

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS:
ENERGIA E DESTINO DE RESÍDUOS EM CURITIBA E REGIÃO
METROPOLITANA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Licenciatura em Física do Departamento Acadêmico de Física – DAFIS – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Noemi Sutil

CURITIBA

2014

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS:
ENERGIA E DESTINO DE RESÍDUOS EM CURITIBA E REGIÃO
METROPOLITANA

Autor: Ligia Esteves Maria
Orientador: Prof^a. Dr^a. Noemi Sutil

Este trabalho foi apresentado às 14 horas, do dia 04/09/2014, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC2), do curso de Licenciatura em Física, do Departamento Acadêmico de Física (DAFIS), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Curitiba. A comissão examinadora considerou o trabalho aprovado (aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

Comissão examinadora:

Prof^a. Dr^a. Noemi Sutil
(Presidente)

Prof^a. Dr^a. Angela Emilia de Almeida Pinto

Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves

Professor Responsável pelas Atividades
de Trabalho de Conclusão de Curso/
Curso de Licenciatura em Física
(DAFIS/UTFPR)

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Noemi Sutil. Pelo incentivo e paciência que nunca faltaram. Também pelos exemplos, que levarei comigo sempre.

Aos demais professores do curso.

À equipe do colégio que disponibilizou tempo e espaço para o desenvolvimento da pesquisa.

Quero deixar registrado também, meu reconhecimento à minha família, que apoiou e acreditou desde o começo.

Aos amigos que fiz pelo caminho.

Enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização da pesquisa e para minha formação.

RESUMO

MARIA, Ligia E. **Alfabetização Científica e Questões Sociocientíficas: energia e destino de resíduos em Curitiba e Região Metropolitana.** 2014. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Neste trabalho, discutem-se possibilidades de alfabetização científica no Ensino Médio, com o desenvolvimento de uma sequência didática, em abordagem de questões sociocientíficas envolvendo energia e destino de resíduos em Curitiba e Região Metropolitana. A sequência didática compreendeu três encontros, em que houve produções escritas dos estudantes. A análise dessas produções foi realizada de acordo com pressupostos e características de Análise de Conteúdo e modelo de argumentação proposto por Stephen Toulmin. Entre as possibilidades de alfabetização científica são destacadas: apropriação de conhecimentos científicos; desenvolvimento de concepção de ciência construtiva associada à sociedade, cultura e ambiente; participação pública em questões relativas à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; argumentação. Podem ser ressaltados avanços em relação à explicitação de argumentos fundamentados e envolvimento na análise e proposição de soluções às situações apresentadas.

Palavras-chave: Alfabetização Científica. Questões Sociocientíficas. Argumentação. Energia.

ABSTRACT

MARIA, Ligia E. **Scientific Literacy and Socio-Scientific Issues**: energy and disposal of residues in Curitiba and Metropolitan Area. 2014. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

In this work, it has been discussed scientific literacy possibilities in High School, with the development of an instructional sequence for approaching socioscientific issues, concerning energy and disposal of residues in Curitiba and Metropolitan Area. The instructional sequence was developed in three meetings, with students writing production at the end. These production analyses were accomplished considering Content Analysis characteristics and fundamentals and the argumentation model proposed by Stephen Toulmin. Among the possibilities for scientific literacy are highlighted: the appropriation of scientific knowledge; development of constructive conception of science associated with society, culture and environment; public participation in matters relating to science, technology, society and environment; argumentation. Advances can be emphasized regarding the explicitness of reasoned arguments and involvement in analyzing and proposing solutions to the presented situations.

Keywords: Scientific Literacy. Socio-scientific issues. Argumentation. Energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura de Argumentos	22
Figura 2 - Exemplo de argumento exposto no <i>layout</i> sugerido por Toulmin	23
Figura 3 - Proposta de ação para sequência didática	29
Figura 4 - Esquema dos pontos a serem abordados na sequência didática	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese dos elementos encontrados nas produções do Encontro 1.....	36
Quadro 2 – Eixo 1: Apropriação de conceitos científicos – Encontro 1	37
Quadro 3 - Eixo 3: Participação pública em questões relativas à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente – Encontro 1	38
Quadro 4 - Identificação dos elementos na produção de cada equipe – Encontro 1	39
Quadro 5 – Eixo 1: Apropriação de conceitos científicos – Encontro 2.....	40
Quadro 6 – Eixo 2: Desenvolvimento de concepção de ciência associada à sociedade, cultura e ambiente – Encontro 2	40
Quadro 7 - Eixo 3: Participação pública em questões relativas à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente – Encontro 2	41
Quadro 8 - Identificação dos elementos na produção individual dos alunos – Encontro 3.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Geração Per Capita de Resíduos - Curitiba e Região Metropolitana	26
---	----

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
CGR	Centro de Gerenciamento de Resíduos
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
QSC	Questões Sociocientíficas

LISTA DE ACRÔNIMOS

PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	16
1.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	16
1.2 QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS	19
1.3 ARGUMENTAÇÃO	20
2 DESTINO DE RESÍDUOS EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA	24
2.1 RESÍDUOS	24
2.2 ATERROS SANITÁRIOS EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA	25
2.3 OUTRAS FORMAS DE DESCARTE	27
3 METODOLOGIA E ANÁLISE DE DADOS	28
3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	28
3.2 CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	30
3.3 OFICINA DE APRENDIZAGEM “DO LIXO AO LUXO”	31
3.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	31
3.5 ANÁLISES DOS DADOS	34
3.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS POSSIBILIDADES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO	45
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A - Planos de Aula Sequência Didática	50
ANEXO A - História em Quadrinhos Utilizada no Encontro 2	56

INTRODUÇÃO

Em 1996, a Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996: Lei de Diretrizes e Bases para a Educação (LDB) passou a estabelecer que a educação básica deve assegurar formação necessária para que o estudante possa adquirir meios de ingressar no mercado de trabalho, dar sequência nos estudos e exercer a cidadania. A LDB passou a servir de fundamento para a elaboração de outros documentos oficiais, cujas finalidades incluem a orientação de proposição de estruturas curriculares nas esferas estaduais e municipais de ensino. Entre esses documentos podem ser destacados os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).

Os PCNEM, no que se refere ao aprendizado dos conteúdos de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, no Ensino Médio, expõem o seguinte:

[...] mais amplamente integrado à vida comunitária, o estudante da escola de nível médio já tem condições de compreender e desenvolver consciência mais plena de suas responsabilidades e direitos, juntamente com o aprendizado disciplinar. (BRASIL, 2000, p. 6).

Em outras palavras, os estudantes de Ensino Médio já devem possuir condições de avaliar as situações e se posicionar criticamente frente aos acontecimentos que o cercam. Os estudantes já devem ter condições, também, de expressar esses assuntos de forma coerente, inclusive relacionando-os com aqueles conteúdos trabalhados durante seu aprendizado escolar. Apesar de documentos oficiais, como os PCNEM, LDB e as Diretrizes Estaduais, apresentarem indicações de outras competências que podem ser desenvolvidas pelos estudantes, a estrutura curricular de muitas escolas ainda não incorpora proposições relacionadas ao desenvolvimento de aspectos de crítica e criatividade por parte desses discentes.

Manacorda (1991) aponta indícios de como a estrutura curricular pode sustentar essa situação, ao arranjar o conhecimento “de forma tão estanque e fragmentado como a organização do trabalho industrial que coloca o indivíduo como objeto de ação parcial e obriga-o a constituir-se em um homem dividido, alienado, desumanizado” (MANACORDA, 1991, p. 75). Em Lopes e Macedo (2011), há indicações feitas nesse sentido, considerando que as reformas do sistema

educacional, que por vários anos objetivaram a formação de mão de obra qualificada para as indústrias que se instalavam no país, forçaram a fragmentação do que deveria ser ensinado nas escolas.

Entretanto, outras visões a respeito do processo de ensino foram sendo constituídas a partir da incorporação de aspectos humanísticos. Nesse sentido, Lopes e Macedo (2011) destacam que a sociedade atual apresenta-se cada vez mais interligada. Sendo assim, a incorporação de práticas educacionais interdisciplinares passa a ser vista como alternativa, relacionando o currículo com o enfrentamento de problemas sociais.

Dessa forma, proporcionar momentos de reflexão por parte dos estudantes, a respeito de assuntos que se fazem cada vez mais presentes em seus cotidianos, e realizar isso juntamente com os conteúdos disciplinares constituem alternativas de trabalho, que vão ao encontro do que está proposto nos documentos oficiais e se referem à educação para cidadania.

Cassiani, Giraldi e Linsingen (2012) mostram a importância de se trabalhar a leitura (textos científicos, didáticos e literários) durante as aulas de Ciências com um olhar crítico e de apropriação de sentidos, ao mesmo tempo em que o conteúdo disciplinar é abordado. Resgatar histórias de leitura de cada estudante, segundo essas autoras tem uma relação direta com a produção escrita dos alunos, quando há a reflexão sobre a postura deles como leitores e do que eles esperam para o futuro de suas próprias vidas.

Com base no que foi exposto e considerando as características da disciplina de Física em escolas brasileiras, alguns questionamentos podem ser feitos: Quais assuntos podem ser levados para o debate em sala de aula? Quais conteúdos disciplinares podem ser relacionados? Como desenvolver atividades educacionais com os alunos? Como avaliar se a atividade atingiu os objetivos propostos, no que diz respeito à aprendizagem e à formação dos estudantes?

Uma alternativa para o enfrentamento de algumas das dúvidas explicitadas é a utilização de questões sociocientíficas (QSC) para subsidiar discussões, aliadas aos conteúdos disciplinares. Dessa forma, assuntos de interesse coletivo podem ser trabalhados em sala de aula, com uma abordagem das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), auxiliando o processo de alfabetização científica desses estudantes.

Em relação à abordagem CTSA, pode-se dizer que ao longo das últimas décadas, diversos estudos foram sendo realizados visando identificar o impacto da atividade humana sobre a sociedade e o meio ambiente. De acordo com Carvalho (2005),

[...] um dos principais desafios desta chamada ênfase CTSA é a exploração de questões sócio-ambientais à luz de suas relações com a ciência e com a tecnologia. Nesta vertente, o desafio principal reside em considerar as possíveis relações entre impactos ambientais e seus principais causadores que, normalmente, são os “produtos” dos artefatos científico-tecnológicos, os quais se mostram em forma de processos industriais, transporte, construções etc (CARVALHO, 2005, p. 70).

A abordagem em CTSA se relaciona com o trabalho com QSC, que Ratcliffe e Grace (2003) definem como “aquela que possui bases em ciência e que pode gerar um impacto de larga escala na sociedade” (RATCLIFFE; GRACE, 2003, p. 1, tradução nossa). Com isso, abre-se a possibilidade de educar com objetivo à cidadania.

Cassiani, Giraldi e Linsingen (2012) consideram também importante a produção escrita dos estudantes. Segundo esses autores, a produção escrita é influenciada pela maneira crítica de se trabalhar a leitura. Quando textos de caráter científico são utilizados nas atividades, os estudantes passam a elaborar produções textuais próprias em que termos comuns à área de ciências naturais podem ser incluídos.

Assim, uma forma de analisar o processo de alfabetização científica, de acordo com o que foi trabalhado com os estudantes, é considerar o estilo de produção escrita desses discentes, buscando indícios de que houve incorporação de termos científicos e conceitos relacionados ao conteúdo disciplinar, e que estejam apresentados de forma coerente e sistematizada. Nesse processo, também, podem ser considerados elementos relacionados ao desenvolvimento de concepção de ciência construtiva associada a aspectos sociais, culturais e ambientais, e à participação pública em questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Essa produção pode ser analisada tomando como referência critérios de argumentação. Sasseron (2008) define argumentação como “discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando

hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados” (SASSERON, 2008, p. 53).

Ao vivenciar experiências em sala de aula, onde alunos não manifestam suas opiniões e posicionamentos de maneira clara, coerente e fundamentada, despertou-me o interesse em investigar o que poderia ser feito para alterar essa situação. Dessa forma, a abordagem das relações CTSA representou uma opção possível, ao viabilizar temáticas necessárias para o desenvolvimento de discussões de questões que são bastante atuais e assim, estimulá-los a pensar criticamente sobre esses temas.

Integrar o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e fazer parte do grupo que já estudava esse tema também serviu de estímulo para o aprofundamento dos estudos sobre CTSA. No PIBID, com o planejamento e o desenvolvimento de intervenções para os alunos do Ensino Médio seguindo essa proposta, foi possível constatar que há potencial para o desenvolvimento de pesquisas nessa área.

Além disso, Sasseron (2008) e Mortimer (1996) mostram a importância de discussões de temas atuais no ambiente escolar, devido à falta de consciência sobre o quanto a ciência e a tecnologia afetam o cotidiano das pessoas. De acordo com Fourez (1994), um indivíduo pode ser considerado alfabetizado cientificamente quando

[...] seus saberes lhe proporcionam certa autonomia (possibilidade de negociar suas decisões frente às pressões naturais e sociais), certa capacidade de comunicar (encontrar maneira de dizer) e certo domínio e responsabilidade, frente a situações concretas. (FOUREZ, 1994, p. 62, tradução nossa).

Destaca-se, ainda, que o ambiente escolar precisa constituir-se como espaço para discussão de assuntos de interesse social. Dessa forma, o conhecimento escolar passa a ser contextualizado com temas presentes no dia a dia dos estudantes, ao mesmo tempo em que eles passam a compreender os papéis que a ciência e a tecnologia desempenham na sociedade e no ambiente.

Neste trabalho, pretende-se desenvolver uma sequência didática utilizando questões sociocientíficas com o objetivo de auxiliar no processo de alfabetização científica dos estudantes envolvidos, que frequentam o Ensino Médio em um colégio

da rede particular de ensino em Curitiba. Objetiva-se com as atividades educacionais propostas incentivar os estudantes a prestarem atenção aos fatos que os cercam, de analisá-los, de propor alternativas aos problemas de sua realidade, ao mesmo tempo em que sejam capazes de encontrar relações com os conteúdos escolares.

Sendo assim, este trabalho foi desenvolvido conforme as seguintes questões:

Que relações são estabelecidas entre conhecimentos científicos e aspectos sociais, culturais e ambientais, por estudantes do Ensino Médio, no desenvolvimento de sequência didática, com abordagem de questões sociocientíficas? Que elementos de estrutura argumentativa podem ser identificados nesse processo?

O objetivo geral se refere a discutir possibilidades de alfabetização científica no Ensino Médio, considerando o desenvolvimento de sequência didática, com abordagem de questões sociocientíficas. Como objetivos específicos, podem ser citados:

- Desenvolver sequência didática, com abordagem de questões sociocientíficas, no Ensino Médio;
- Analisar relações estabelecidas entre conhecimentos científicos e aspectos sociais, culturais e ambientais, em produções escritas dos estudantes;
- Analisar elementos de estrutura argumentativa presentes em produções escritas dos estudantes.

A análise de dados compreendeu buscar nas produções escritas dos alunos indícios de que houve apropriação dos conceitos físicos trabalhados, desenvolvimento de concepção de ciência construtiva associada a aspectos sociais, culturais e ambientais e envolvimento em processo de análise de situações e proposição de alternativas, considerando diversos sujeitos e pontos de vista; envolveu identificar avanços na exposição desses posicionamentos, do ponto de vista da estrutura argumentativa. Esses processos analíticos foram desenvolvidos considerando pressupostos e características de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) e *layout* de estrutura de argumentos (TOULMIN, 2006).

1 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

1.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A expressão alfabetização científica compreende significações diversas, considerando posições teóricas diferenciadas. Sasseron (2008) aponta que:

um dos primeiros obstáculos que encontramos ao estudar a Alfabetização Científica refere-se ao fato de que este conceito, muito abordado e discutido na literatura sobre Ensino de Ciências, ainda mostra-se amplo e, por vezes, controverso e diversas são as opiniões sobre como defini-lo e caracterizá-lo. (SASSERON, 2008, p. 9)

Uma dessas dificuldades diz respeito ao idioma de origem de trabalhos na área da Didática das ciências e a tradução que é feita para a Língua Portuguesa. Por exemplo, autores de língua espanhola, utilizam a expressão *Alfabetización Científica*. Já os de língua inglesa, utilizam o termo *Scientific Literacy* e os franceses o termo *Alphabétisation Scientifique*. Entretanto, Sasseron (2008) aponta que nesses três casos, os objetivos estabelecidos são os mesmos, e se referem a “designar o ensino cujo objetivo seria a promoção de capacidades e competências entre os estudantes capazes de permitir-lhes a participação nos processos de decisões do dia-a-dia.” (SASSERON, 2008, p. 9-10). Na passagem desses termos para a Língua Portuguesa, é possível encontrar as expressões: Alfabetização Científica, Letramento Científico ou Enculturação Científica. Esses termos se referem a posicionamentos sobre os objetivos da educação em ciências e refletem orientações teóricas diversas, apesar das possibilidades de aproximação apontadas.

Fourez (1994) destaca a importância de se alfabetizar cientificamente no contexto da sociedade atual, como forma de promover a inserção social de indivíduos. Esse autor aponta para um processo de crise no ensino de ciências e questiona a pertinência do modelo que se faz presente, baseado no ensino conteudista. Para Fourez (1994), “o ensino de ciências, realizado de maneira clássica nas escolas secundárias, não se desenvolve tão bem como gostaríamos e

também sabemos que os alunos não retém muita coisa depois de alguns anos” (FOUREZ, 1994, p. 19, tradução nossa).

Para Fourez (1994), a renovação no ensino de ciências deve começar pela incorporação de aspectos humanísticos, com a combinação de alguns eixos (econômicos-políticos, social e humanista). Seguindo esses eixos, Sasseron (2008), aponta que:

[...] o viés que se preocupa com as razões econômicas e políticas ressalta a importância de permitir que uma pessoa participe da produção do mundo industrializado, seguindo ou não carreiras científicas. O eixo social preocupa-se em promover a diminuição das desigualdades advindas da não-compreensão de novidades científico-tecnológicas, além da promoção da possibilidade de discussões e reflexões acerca dos benefícios ou não decorrentes do mundo tecnocientífico. Por fim, o lado humanista visa permitir aos jovens a capacidade de participarem e situarem-se no universo científico e tecnológico, tendo a habilidade de receber e transmitir informações e julgamentos sobre a ciência e suas tecnologias. (SASSERON, 2008, p. 18-19).

Esses aspectos encontram-se relacionados ao fornecimento de subsídios para que os indivíduos tenham condições mínimas de interagirem entre si, nas mais diversas condições, facilitar a troca de informações e conhecimentos com qualidade e promover a educação para a cidadania.

Nesse sentido, Fourez (1994) apresenta critérios e habilidades que podem ser utilizados para classificar o indivíduo como alfabetizado científica e tecnologicamente. Esses critérios são apresentados a seguir:

- Utiliza os conceitos científicos e é capaz de integrar valores para tomar decisões responsáveis no dia a dia;
- Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias e mesmo assim, ambas refletem a sociedade;
- Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede;
- Reconhece os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano;
- Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los;
- Aprecia as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam;
- Compreende que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos;

- Sabe reconhecer a diferença entre resultados científicos e as opiniões pessoais;
- Sabe reconhecer a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças dependentes do acúmulo de resultados;
- Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações;
- Possui suficientes saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico;
- Extraia da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante;
- Conheça as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações de tomada de decisões;
- Possui certa compreensão da maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história. (FOUREZ, 1994, p. 25-36, tradução nossa).

Na proposta de Fourez (1994), identifica-se a possibilidade de envolver diversas áreas de conhecimento em torno de um assunto de interesse coletivo, por meio da análise de situações complexas em um contexto de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos.

Alfabetização científica e tecnológica pode ser associada à aprendizagem de conhecimentos científicos, ao desenvolvimento de concepção de ciência associada a aspectos sociais, culturais e ambientais e à participação pública em questões relacionadas a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, compreendendo a possibilidade de crítica das condições existenciais e de proposição de alternativas para a construção da realidade, articulando sujeitos e pontos de vista diversos.

Em relação aos critérios e objetivos da alfabetização científica, discussões de temas amplos e relevantes para o desenvolvimento da capacidade de análise crítica por parte dos estudantes, aliadas aos conteúdos disciplinares, pode ser uma possibilidade de ação. Essas características podem ser identificadas na abordagem de questões sociocientíficas.

1.2 QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS

Em relação à abordagem de questões sociocientíficas, objetivando a educação para a cidadania, Ratcliffe e Grace (2003) ressaltam que:

Educação para a cidadania não é um exercício passivo pelos alunos. Trata-se de esclarecimento de valores, de avaliação de informação e pontos de vista, de discussão, tomada de decisão e ação. (RATCLIFFE; GRACE, 2003, p. 23, tradução nossa).

Esses autores chamam a atenção para o fato de que conceitos e procedimentos, atitudes e crenças se encontram inter-relacionados nos processos de ensino e aprendizagem, situando a abordagem de questões sociocientíficas.

Para Ratcliffe e Grace (2003), uma questão sociocientífica é aquela que:

- Possui uma base na ciência. Frequentemente está na fronteira do conhecimento científico;
- Envolve a formação de opiniões e realização de escolhas em um nível pessoal ou social;
- São frequentemente relatados pela mídia, com base nos propósitos do comunicador para sua audiência;
- Lidam com informações incompletas por causa de conflitos/evidências científicas incompletas e inevitavelmente com relatórios incompletos;
- Possui dimensão local, nacional ou global, atendendo a enquadramentos políticos e sociais;
- Envolve análise de custo-benefício, nos quais riscos interagem com valores;
- Pode envolver considerações sobre desenvolvimento sustentável;
- Envolve valores e raciocínio ético;
- Pode exigir algum entendimento de probabilidade e risco;
- São frequentemente atuais. (RATCLIFFE; GRACE, 2003, p. 2-3, tradução nossa).

Em relação ao planejamento de ações, as questões sociocientíficas devem ser relacionadas a determinados objetivos de aprendizagem. Entre as possibilidades, ressalta-se a transformação das características de uma questão sociocientífica em objetivos de aprendizagem. Destaca-se, também, a identificação

de diferentes tipos de conhecimentos, por meio de uma abordagem global, mas considerado a inter-relação entre as partes (RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Para Ratcliffe e Grace (2003), as duas possibilidades de ações apresentam vantagens e desvantagens, relacionadas com a capacidade de lidar com questões mais complexas e com a ênfase em determinados objetivos. Portanto, a proposição de atividades educacionais deve levar em conta a abordagem escolhida para o desenvolvimento da ação. Esses autores sugerem três tipos de estratégias que podem ser utilizadas:

- Estratégia de aprendizagem envolvendo principalmente toda a classe na discussão;
- Atividades que podem ser classificadas como estímulo para análise e discussões mais aprofundadas;
- Estratégia de aprendizagem estruturada em pequenos grupos de discussão (RATCLIFFE; GRACE, 2003, p. 67, tradução nossa).

Essas abordagens possuem alternativas próprias que podem ser utilizadas para se atingir os objetivos estabelecidos. Destaca-se a estratégia de aprendizagem estruturada em pequenos grupos de discussão. Essa abordagem possibilita que haja discussões sobre questões éticas, avaliação de reportagens e análise de custo-benefício.

1.3 ARGUMENTAÇÃO

A abordagem de questões sociocientíficas no ensino possibilita dar um enfoque à ciência relacionando-a a aspectos culturais, sociais, tecnológicos e ambientais. Demanda proposição e análise de argumentos, reconhecimento e articulação de pontos de vista diferenciados.

Nesse processo de análise e articulação de informações, é estabelecido o vínculo entre a argumentação dos estudantes e a educação CTSA, indicada por Sasseron (2008) como “uma estratégia de raciocínio em que dados, evidências e crenças e saberes anteriores, assim como na construção do conhecimento científico, são as bases que conduzem à aprendizagem.” (SASSERON, 2008, p. 52).

Apresentar esses raciocínios de maneira escrita é uma das maneiras de organizar as ideias e socializar as conclusões as quais se chegou.

A argumentação pode ser relacionada à convivência democrática, em que cada indivíduo que participa do debate tem o direito de expor seu ponto de vista, contribuir para troca de ideias e, assim, participar de processos de resolução de questões conflitantes.

A análise desses processos argumentativos permite a compreensão desses pontos de vista diferenciados, de mudança de opiniões, de tomada de decisões. Entre essas propostas analíticas de argumentação, situam-se as considerações de Stephen Toulmin. Ele percebe o argumento como um organismo que:

[...] tem uma estrutura bruta, anatômica, e outra mais fina e, por assim dizer, fisiológica. Quando explicitamente exposto em todos os seus detalhes, um só argumento pode precisar de muitas páginas impressas ou talvez um quarto de hora para ser narrado; e, naquele tempo e espaço, podem-se distinguir as fases principais que marcam o progresso do argumento a partir da afirmação inicial de um problema não-resolvido, até a apresentação final de uma conclusão. Cada uma dessas fases principais ocupará alguns minutos ou parágrafos, e representa as principais unidades anatômicas do argumento – seus “órgãos”, por assim dizer. E pode-se reconhecer uma estrutura mais fina, dentro de cada parágrafo, quando se desce ao nível das sentenças individuais; com essa estrutura mais fina é que os lógicos têm-se principalmente ocupado. Nesse nível fisiológico introduziu-se a ideia de forma lógica e, afinal de contas, é ali que a validade de nossos argumentos tem de ser estabelecida. (TOULMIN, 2006, p. 135).

É a noção de estrutura que é levada em conta quando Toulmin (2006) propõe que haja um *layout* para que os argumentos sejam apresentados com uma lógica imparcial. Esse autor parte do princípio de que “argumentos tão diferentes podem ser avaliados pelo mesmo procedimento, usando-se para todos o mesmo tipo de termos e aplicando-se a todos o mesmo tipo de padrão” (TOULMIN, 2006, p. 19).

Esse autor apresenta uma estrutura básica e genérica, para ser utilizada para avaliar argumentos, que pode ser vista na figura 1.

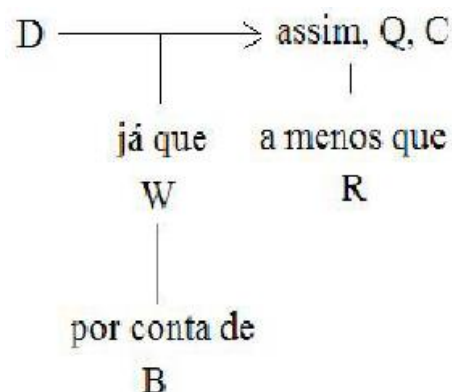


Figura 1 - Estrutura de Argumentos
(Fonte: TOULMIN, 2006, p. 150)

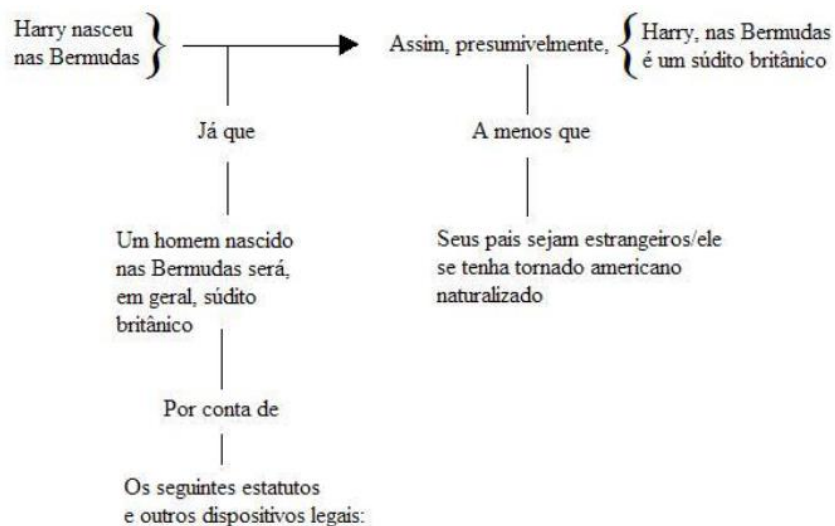
O significado das informações da figura 1 são as seguintes:

- D \rightarrow (Dados): informações principais apresentadas;
- W \rightarrow (Garantias): afirmações gerais e hipotéticas ou regras e princípios;
- B \rightarrow (Apoio): fornece autoridade para as garantias apresentadas;
- R \rightarrow (Refutação): garantia perde força, logo o argumento perde força;
- Q \rightarrow (Qualificador Modal): advérbio que dá aval à conclusão;
- C \rightarrow CONCLUSÃO.

Nesse modelo, as garantias (W) estão relacionadas com a escolha do caminho a ser percorrido até a conclusão. O apoio (B) pode ser expresso em afirmações categóricas e “o tipo de apoio que precisamos apontar se tivermos de estabelecer a autoridade de uma garantia mudará muitíssimo, cada vez que mudarmos de um campo de argumento para outro” (TOULMIN, 2006, p. 149). É o apoio (B) que irá caracterizar o campo no qual o assunto está sendo tratado.

Ou seja, a estrutura apresentada na figura 1 pode ser utilizada em áreas diversas de argumentos que se tenha a intenção de analisar. Esse processo pode ser realizado mesmo que cada campo de aplicação distinto possua características próprias, seja na forma de expressão quanto nos termos empregados.

Para ilustrar como um argumento pode ser exposto nessa estrutura, apresenta-se o exemplo, na figura 2, extraído de Toulmin (2006):



**Figura 2 - Exemplo de argumento exposto no *layout* sugerido por Toulmin
(Fonte: TOULMIN, 2006, p. 151)**

Toulmin (2006) mostra que nem sempre a passagem direta dos dados à conclusão é clara o suficiente para que ocorra a compreensão do que está sendo tratado. Vem daí a necessidade dos acréscimos das garantias e bases para relacionar os dados às conclusões e estas serem consideradas válidas.

2 DESTINO DE RESÍDUOS EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

Neste trabalho, entre as questões sociocientíficas envolvidas no planejamento da sequência didática encontra-se o destino dos resíduos produzidos em Curitiba e Região Metropolitana. Algumas informações sobre a dimensão do problema são apresentadas.

2.1 RESÍDUOS

A norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR-10004:2004 tem por objetivo fornecer orientações para o processo de gerenciamento de resíduos, fornecendo critérios para classificá-los de acordo com os riscos que podem causar. Essa norma atende a uma crescente preocupação com questões ambientais, para que os resíduos possam ser gerenciados de maneira adequada.

Resíduos sólidos são definidos como aqueles que:

[...] resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p.1)

Em relação à classificação, ela se baseia na identificação do processo ou atividade de origem, bem como a matéria prima. Produtos inflamáveis, corrosivos, reagentes, tóxicos, ou patogênicos são considerados perigosos e devem ter um descarte específico. Os que não se enquadrem nessas situações são considerados inertes, que podem ser destinados para o tratamento em aterros sanitários, por exemplo.

2.2 ATERROS SANITÁRIOS EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

A preocupação com questões ambientais situa a proposta de trabalho na produção e descarte de resíduos da cidade de Curitiba e da Região Metropolitana, que por vários anos não contou com local adequado para este fim, quando os resíduos eram depositados em lixões.

Entretanto, em 1989, entrou em operação o Aterro Sanitário Sul, conhecido como “Aterro da Caximba”. O Decreto nº 156 de 04 de maio de 1990, da Prefeitura Municipal de Curitiba passa a deliberar que “o Aterro Sanitário Sul (Caximba) foi implantado com o objetivo principal de receber resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar, hotéis, restaurantes e similares” (CURITIBA, 1990)

Esse decreto tem por finalidade regular o tipo de resíduos que podem ser descartados no local. Materiais de outras naturezas, como resíduos de construção civil e industriais também eram depositados no local, que não possuía condições adequadas de tratamento.

O Aterro Sanitário da Caximba, localizado na região metropolitana de Curitiba, contava com uma área total de 439.540 m², sendo que 237.000 m² apenas para a disposição de resíduos. Estimou-se uma vida útil de 11 anos e cinco meses, com uma média de recebimento de 700 t/dia (CONRESOL, 2008).

Entretanto, o aterro ficou operante por 20 anos e segundo dados da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, até julho de 2002, foram depositados mais de 6 milhões de toneladas de resíduos.

Nesse ínterim, em junho de 2008, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) divulgou o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), para a implantação de um centro de gerenciamento de resíduos. Nesse estudo é apontado que:

o Aterro Sanitário da Caximba, localizado a 23 km do Centro de Curitiba, entre Araucária e Fazenda Rio Grande, recebe resíduos de diversos municípios. Implantado em 1989, o aterro está atualmente em processo de esgotamento da capacidade. Deste modo, surge a necessidade de estudos e iniciativas para a escolha de uma nova área. (IAP, 2008, p. 61).

Em IAP (2008), encontra-se uma tabela em que são detalhadas as informações referentes às estimativas de produção de resíduos dos municípios envolvidos na procura de uma alternativa para o destino dos resíduos após a desativação do Aterro Sanitário da Caximba.

Tabela 1 - Geração Per Capita de Resíduos - Curitiba e Região Metropolitana
(Fonte: IAP, 2008, p. 7-8).

Municípios	Resíduos gerados (t)	População (habitantes)	Geração per capita (kg/habitante/dia)
Almirante Tamandaré	11.578	93.060	0,341
Araucária	16.401	111.952	0,401
Balsa Nova	970	10.696	0,248
Bocaiúva do Sul	1.278	9.533	0,367
Campina Grande do Sul	3.938	35.269	0,306
Campo Largo	13.974	97.824	0,391
Campo Magro	2.759	22.443	0,336
Colombo	29.502	233.916	0,345
Contenda	1.257	14.800	0,232
Curitiba	435.671	1.797.408	0,664
Fazenda Rio Grande	9.917	75.006	0,362
Mandirituba	1.881	20.408	0,252
Pinhais	19.579	112.195	0,478
Quatro Barras	2.163	18.133	0,326
Quitandinha	600	15.901	0,103
São José dos Pinhais	49.124	263.622	0,510
Média per Capita	600.592	2.932.166	0,561

Com base nos apontamentos do relatório de junho de 2008, o Aterro Sanitário da Caximba foi desativado e o Centro de Gerenciamento de Resíduos Iguaçu (CGR-Iguaçu) foi implantado em Fazenda Rio Grande, passando a receber os resíduos de Curitiba e Região Metropolitana.

A CGR-Iguaçu é operado pela empresa Estre. Possui uma área de 2.670.000 m², das quais 620.000 m² são destinados para o tratamento de disposição dos resíduos sólidos. Segundo informações do site da empresa, o centro opera com uma capacidade de recebimento de 75.000 toneladas/mês, por um período de 20 anos.

2.3 OUTRAS FORMAS DE DESCARTE

Segundo estudos feitos pela Secretária Municipal de Meio Ambiente, em 2006 no Aterro Sanitário da Caximba, cerca de 40% do que foi depositado lá corresponde à matéria orgânica, o que demonstra que é possível a implementação de políticas que objetivem aumentar a segregação dos resíduos, reduzindo assim o volume que é enviado para o aterro e por consequência, aumentando a vida útil do mesmo.

Por isso, o Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, que concentra os municípios que participam do processo de definição de uma nova área para descarte de resíduos sólidos urbanos, tem como preocupação promover ações que objetivam “a não geração, a redução, a minimização, o reuso, a reciclagem, a recuperação, o tratamento e a destinação final adequadas, assegurando a saúde da população e a proteção do ambiente” (CONRESOL, 2008, p. 9).

Portanto, há ações governamentais com o intuito de ampliar o processo de triagem de materiais recicláveis. Em particular, a cidade de Curitiba conta desde 1990, com a Unidade de Valorização de Recicláveis. Segundo informações do Instituto Pró-Cidadania de Curitiba (IPCC), essa unidade está instalada em Campo Magro e faz parte do programa “Lixo que não é Lixo”. Nesse centro, é efetuada a triagem dos materiais, que são posteriormente vendidos para empresas de reciclagem. Nesse programa, há a valorização da sustentabilidade e a preocupação com o desenvolvimento social dos envolvidos no processo.

Em relação ao ambiente escolar envolvido no desenvolvimento desta pesquisa, além das lixeiras caracterizadas por cores diferentes, para a separação dos materiais, não foi possível detectar ações mais contundentes em relação ao problema da produção de resíduos. Há então, espaço para a discussão de temáticas referentes à produção de bens de consumo e de resíduos com vistas ao desenvolvimento de ações positivas nesse ambiente escolar.

3 METODOLOGIA E ANÁLISE DE DADOS

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, envolvendo o papel que a ciência desempenha na vida cotidiana dos estudantes. Flick (2009, p.20) chama a atenção ao fato de que esse tipo de pesquisa é “de particular relevância ao estudo das relações sociais devido à pluralização das esferas de vida”.

Flick (2009) também aponta aspectos que devem ser considerados para o desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa, sendo eles:

- Apropriabilidade de métodos e teorias;
- Perspectivas dos participantes e sua diversidade;
- Reflexividade do pesquisador e da pesquisa;
- Variedade de abordagens e de métodos na pesquisa qualitativa. (FLICK, 2009, p. 23-25)

Nesta pesquisa, a análise das relações estabelecidas entre conhecimentos científicos e aspectos sociais, culturais e ambientais e de elementos de estrutura argumentativa, em produções escritas dos estudantes compreendeu o desenvolvimento de uma sequência didática, com abordagem de questões sociocientíficas no Ensino Médio relacionadas a energia e destino de resíduos em Curitiba e Região Metropolitana. Esse processo analítico abrangeu desde a apresentação preliminar do tema até a síntese das discussões realizadas.

Com isso, foi possível obter dados referentes às concepções que os estudantes já possuíam a respeito do assunto escolhido e acompanhar mudanças nas produções escritas por eles. Um esquema do planejamento da sequência didática encontra-se explicitado na figura 3.

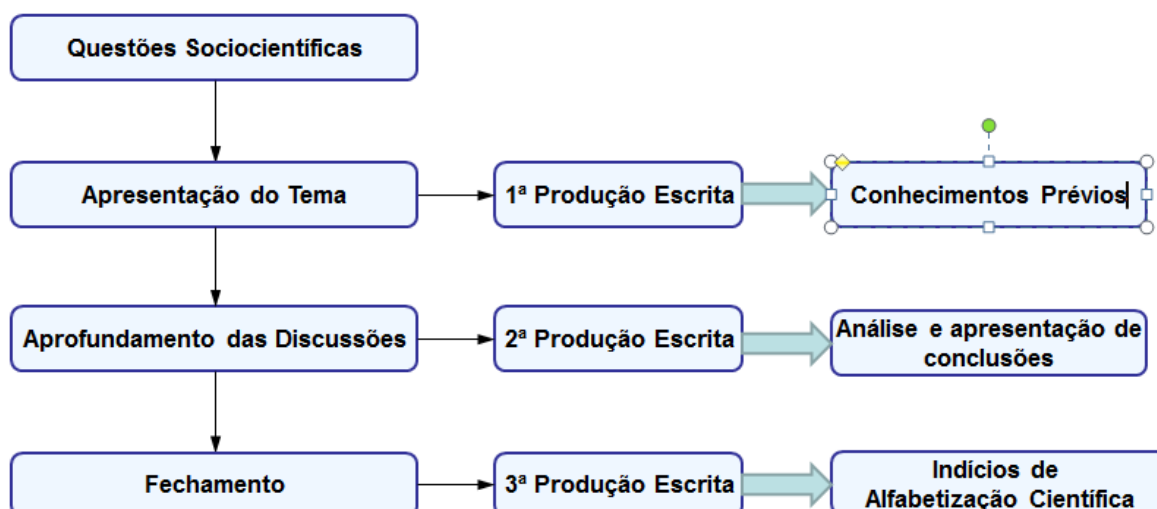


Figura 3 - Proposta de ação para sequência didática
(Fonte: Autora, 2014)

No esquema apresentado na figura 3, as informações apresentadas no extremo direito das setas maiores representam o que se espera em termos formativos dos estudantes.

A etapa denominada “Aprofundamento das Discussões” se refere a um conjunto de ações que considera recursos e metodologias auxiliares para que o detalhamento do assunto em debate seja acessível a todos os estudantes.

A sequência didática esquematizada foi desenvolvida em três encontros de 100 minutos cada, realizados em uma turma de uma escola da rede privada de Curitiba. Essa rede de colégios realiza oficinas de projetos, que por meio da fundamentação do trabalho em grupo promove a junção e interação de várias disciplinas para o desenvolvimento de um mesmo tema, com o objetivo de ampliar o aprendizado. A sequência didática proposta está de acordo com as diretrizes pedagógicas do colégio, que não adota o processo seriado.

Em outras palavras, a cada bimestre o corpo pedagógico oferta um rol de oficinas, em que o aluno escolhe aquela que irá cursar. Assim, cada oficina possui um grupo de conteúdos e encaminhamentos específicos, definidos em acordo pelo corpo pedagógico e os professores. Portanto, a classificação dos alunos por série refere-se mais a um controle organizacional do que pedagógico, pois alunos de 1º ano do Ensino Médio podem estudar juntamente com aqueles que estão no 3º ano do Ensino Médio.

Na concepção de oficina de aprendizagem se encontra inserida a possibilidade de abordar temas amplos e o fato dos alunos já estarem organizados em equipes de até cinco alunos foram fatores levados em consideração nas decisões referentes aos encaminhamentos da pesquisa.

Conforme apontado por Ratcliffe e Grace (2003), uma das possibilidades de trabalhar com questões sociocientíficas é através da estratégia de estruturar pequenos grupos de discussão, pois corresponde a uma “oportunidade para os estudantes expressarem seus entendimentos e ideias para outros estudantes em um ambiente de apoio e de avaliação” (RATCLIFFE; GRACE, 2003, p. 67, tradução nossa).

A organização das discussões em pequenos grupos é favorável, também, no sentido de facilitar o atendimento às dúvidas em relação ao desenvolvimento das atividades.

3.2 CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em um colégio da rede particular, localizado na periferia de Curitiba, durante o segundo bimestre letivo de 2014. Há a oferta de Ensino Médio nos três turnos. Entretanto, a pesquisa foi desenvolvida em uma das turmas do turno matutino.

Em relação ao perfil dos estudantes, em virtude da proposta metodológica adotada pelo colégio, o estudante deve possuir uma capacidade grande de auto-organização e autonomia. Os processos educacionais acontecem por meio de oficinas de aprendizagem, que estão fundamentadas nos princípios da Interdisciplinaridade e da Contextualização, para promover uma nova forma de aprender e de ensinar.

Através da fundamentação do trabalho em grupo, essa forma de trabalho promove a junção e interação de várias disciplinas para o desenvolvimento de um mesmo tema, ampliando o aprendizado. Dessa forma, cabe ao professor atuar como mediador entre o aluno e o conhecimento. Assim, coube à autora da pesquisa, coordenar as ações da sequência didática com essa finalidade.

3.3 OFICINA DE APRENDIZAGEM “DO LIXO AO LUXO”

A oficina de aprendizagem escolhida foi denominada “Do Lixo Ao Luxo”, com 30 alunos divididos em seis equipes, durante o segundo bimestre letivo de 2014.

A temática dessa oficina, de acordo com o planejamento informado pelos responsáveis pelo colégio se refere ao Meio Ambiente e desafiava os alunos a encontrarem alternativas para potencializar a capacidade criativa e o desenvolvimento sustentável. Como ponto central das discussões se encontrava a produção e destinação de resíduos, visando desenvolver aspectos de análise crítica por parte dos alunos na relação meio ambiente x sociedade de consumo.

Em relação às competências a serem desenvolvidas pelos alunos, considerando a proposta da instituição, são relacionadas: capacidades de analisar, sintetizar e interpretar dados, fatos e situações; capacidade de construir e utilizar conceitos das várias áreas do conhecimento, a fim de compreender fenômenos matemáticos, naturais, processos histórico-geográficos, produção tecnológica e manifestações artísticas.

Os conteúdos da disciplina de Física indicados para essa oficina dizem respeito aos conceitos de: Trabalho, Rendimento, Potência e Energia, dentro da perspectiva ambiental.

Os casos da energia e destino de resíduos em Curitiba e Região Metropolitana se configuram como questões sociocientíficas, pois permitem aos alunos relacionar aspectos sociais, culturais e ambientais em uma perspectiva na qual a tomada de decisões pode envolver relações com conhecimentos científicos. Envolve a discussão de problemas atuais, conflituosos, frequentemente presentes na mídia e que podem ser tratados considerando o contexto local, regional e global, seguindo critérios apontados por Ratcliffe e Grace (2003).

3.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática foi planejada e realizada em três encontros de 100 minutos cada abordando a questão sociocientífica que envolve a produção de resíduos. Nesse caso, a noção de resíduo considerada variou de um encontro para

outro, de acordo com a proposta da de ação. De ponto comum nos três encontros, foi o fato de ser vinculado com o contexto local (Curitiba e Região Metropolitana). O próprio projeto da oficina já forneceu os elementos para justificar o lixo como ponto de partida.

Coube à autora apresentar os dados iniciais e criar limites para as discussões realizadas inicialmente com a turma toda, com o intuito de fazer com que todos possuíssem a mesma base inicial de informações. Durante o momento de produção escrita, a ação da autora foi a de evitar as discussões internas de cada equipe passassem para assuntos aleatórios aos problemas apresentados.

No Apêndice A, estão apresentados os planos de aula referentes a cada um dos encontros, em que foram enfatizadas as relações existentes entre Lixo e Energia, do ponto de vista da produção ou do consumo, conforme o esquema apresentado na figura 4, cujas relações são detalhadas em seguida.

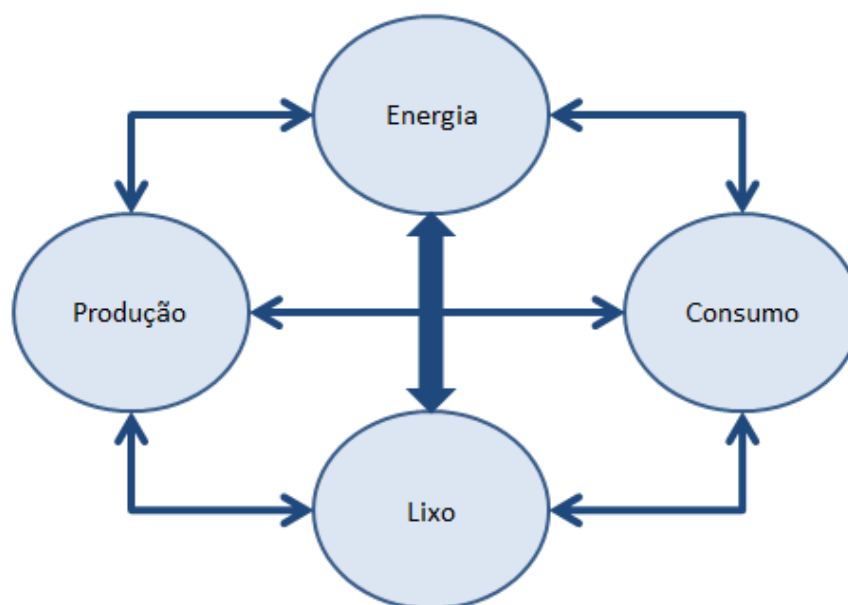


Figura 4 - Esquema dos pontos a serem abordados na sequência didática
(Fonte: Autora, 2014)

O primeiro encontro foi utilizado para apresentar o problema da produção de resíduos em Curitiba e Região Metropolitana; apresentar informações referentes ao Aterro Sanitário da Caximba, que foi desativado, direcionando o descarte de resíduos para o CGR-Iguaçu. Foi destacado que um grande volume de material que é destinado para o aterro poderia ser reciclado ou reaproveitado e que isso afeta o consumo de energia no processo produtivo, além de afetar a vida útil do aterro.

Sendo assim, foi possível fazer a relação entre essa problemática da produção de resíduos com a questão energética, do ponto de vista do consumo irracional de bens e serviços. Nesse contexto, destacou-se o telefone celular. Todos os presentes na sala possuíam pelo menos um e apesar de serem equipamentos pequenos, há uma grande variedade de materiais envolvidos na fabricação deles. O objetivo foi o de estimular os alunos a tomarem uma posição a respeito do papel que cada um tem na produção e no destino dos resíduos.

O segundo encontro foi mais focado no conceito de Energia. Nesse encontro, foi o momento de apresentar os conceitos de Energia, Trabalho, Potência e Rendimento sob a perspectiva da disciplina de Física, as definições e aplicações.

Além disso, dando continuidade ao problema da produção de resíduos, dessa vez sob o ponto de vista do consumo de energia, uma história em quadrinhos (ver Anexo A) foi utilizada para problematizar a situação. Nela, é levantada a hipótese de uma escassez de recursos energéticos na sociedade atual. Isso possibilitou a discussão sobre fontes de energia, formas de manifestação de energia e de que maneira podemos empregá-las.

Sob o ponto de vista da produção de energia, dados referentes às matrizes energéticas do Brasil, com destaque para a de Curitiba e Região Metropolitana foram mostrados, juntamente com vantagens e desvantagens das principais fontes.

O objetivo era o de estimular os estudantes a analisarem as situações em função de riscos e benefícios, estratégia também sugerida por Ratcliffe e Grace (2003). Dessa forma, na atividade final do encontro, cada grupo deveria apontar uma possível solução para o caso de uma situação como aquela mostrada na história ocorrer na cidade de Curitiba.

Por fim, no terceiro encontro o foco foi a relação da produção de energia vinculada à produção de resíduos. Sendo assim, foi apresentado vídeo sobre uma reportagem que tratava da falta de espaço para armazenar adequadamente os resíduos radioativos das usinas nucleares de Angra 1 e 2.

Por ser o último encontro, o objetivo da atividade foi o de sintetizar as discussões feitas ao longo da sequência didática e discutir alternativas para solucionar ou amenizar o problema do manejo de resíduos.

Ao final do primeiro e do segundo encontro, os alunos foram convidados a produzir um material escrito, em que as ideias da equipe eram sintetizadas após a realização da apresentação e das discussões gerais, no grande grupo. No terceiro e

ultimo encontro, essa produção foi feita individualmente. São essas as produções que foram analisadas, para discussão das possibilidades de alfabetização científica.

3.5 ANÁLISES DOS DADOS

Esse processo analítico compreendeu duas etapas. Na primeira etapa, foram utilizados procedimentos característicos de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). De acordo com Bardin (2011), a Análise de Conteúdo

[...] é um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessa mensagem (BARDIN, 2011, p. 48).

Dessa forma, foram selecionadas unidades de contexto, em que se evidenciou estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e aspectos sociais, culturais e ambientais. Unidade de contexto se refere a “unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem [...] são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro.” (BARDIN, 2011, p. 137).

Para tanto, foram estabelecidos os seguintes eixos para a análise das relações estabelecidas entre conhecimentos científicos e aspectos sociais, culturais e ambientais e suas implicações para a alfabetização científica:

- I. Apropriação de conceitos científicos;
- II. Desenvolvimento de concepção de ciência associada à sociedade, cultura e ambiente;
- III. Participação pública em questões relativas à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

O primeiro eixo trata da exposição de conceitos relativos à ciência. O segundo eixo, refere-se à habilidade de relacionar o conhecimento científico a outros contextos e o terceiro eixo se relaciona com a percepção do papel desempenhado pelos sujeitos em função do conhecimento científico.

Na apresentação dos dados, as equipes foram designadas com as letras de A até a F (exemplo equipe A, equipe B,..., equipe F). No caso das produções individuais, referentes ao terceiro encontro, os alunos foram designados com a letra A seguida de número (exemplo A1, A2, ..., An). Os textos foram incluídos nos quadros, tais quais produzidos pelos alunos.

As unidades de contexto foram organizadas nos quadros 2, 3, 5, 6 e 7, em que as relações feitas pelos estudantes para o questionamento proposto no encontro foram explicitadas de acordo com os eixos de análise estabelecidos para as produções feitas em grupo, ao final de cada encontro.

Para a elaboração dos quadros referentes ao eixo I (Quadros 2 e 5), foram utilizados como indicadores a explicitação de conhecimentos de Física e/ou definições de conceitos referentes à essa disciplina.

Para a elaboração do quadro do eixo II (Quadro 6), foram considerados como indicadores a explicitação de aspectos relacionados a: construção de conhecimentos; influências/impactos de conhecimentos científicos na vida em sociedade; consideração de pontos de vista diferenciados (diversos sujeitos/áreas envolvidos na estabilização de conhecimentos).

E para a elaboração dos quadros do eixo III (Quadros 3 e 7), foram considerados como indicadores a explicitação de aspectos relacionados a: envolvimento na proposição de alternativas a problemas sociocientíficos; consideração de pontos de vista diferenciados; necessidade de construção conjunta sobre a realidade; atribuição de responsabilidades.

Na segunda etapa, foram analisadas as produções individuais. Os argumentos apresentados pelos estudantes foram analisados considerando o *layout* proposto por Toulmin (2006). A análise das implicações desses processos argumentativos para a alfabetização científica envolve um quarto eixo: IV. Argumentação.

Em relação ao primeiro encontro, nas produções dos alunos, os elementos referentes à estrutura de argumento proposta por Toulmin (2006) identificados estão

apresentados de forma sintética no Quadro 1. O sinal “+” representa o elemento encontrado para os trabalhos de cada uma das equipes.

Equipe	Dado (D)	Garantia (W)	Apoio (B)	Refutação (R)	Qualificador (Q)	Conclusão (C)
A	+	+		+		+
B	+					+
C	+	+		+		+
D	+					+
E	++					++
F	+					+

Quadro 1 – Síntese dos elementos encontrados nas produções do Encontro 1 (Fonte: Autora, 2014)

Na produção da equipe E foi possível identificar dois pares D-C (dado-conclusão). No Quadro 4 encontra-se o detalhamento das partes consideradas em cada uma das posições indicadas no Quadro 1.

Em relação à estrutura argumentativa, na produção escrita da maioria das equipes o que ocorre é a passagem direta da afirmação inicial para as conclusões. Em dois casos, houve a apresentação das garantias para as afirmações feitas.

No Quadro 2, há as informações referentes à produção realizadas pelas equipes ao final do primeiro encontro, para o primeiro eixo de análise.

EQUIPE	UNIDADE DE CONTEXTO	CONHECIMENTO CIENTÍFICO	DEFINIÇÃO	COMENTÁRIOS
A	Pois as pessoas não tem consciência do trabalho e da energia gasta para produzir os aparelhos eletrônicos, principalmente os celulares, Outro problema são os aterros sanitários onde são descartados lixos que ainda podem ser reutilizados, e além da decomposição do lixo que libera gases que podem ser aproveitados para a sociedade.	Energia Decomposição		Conhecimentos apresentados de forma genérica.
B	O consumo agrava um grande problema que muitos poucos veem, por exemplo: o humano não quer saber de onde vem a energia para a TV, o celular ou tablete, apenas querem que o aparelho funcione.	Energia		Conhecimentos apresentados de forma genérica.
D	Muitos fatores influenciam no descarte do lixo, como o comodismo, pois é muito fácil e confortável depositar os lixos especiais – medicamentos, pilhas e baterias – junto com o lixo doméstico.	Contaminação		Conhecimentos apresentados de forma genérica.
E	As pessoas sempre irão buscar coisas novas, descartando as antigas e não dando um destino correto, como por exemplo pilhas e materiais que exigem um cuidado especial.	Contaminação		Conhecimentos apresentados de forma genérica.

Quadro 2 – Eixo 1: Apropriação de conceitos científicos – Encontro 1
(Fonte: Autora, 2014)

Vê-se que em relação à apropriação de conceitos científicos, os alunos apresentam em seus vocabulários termos que remetem à ciência, mas apresentados sem uma definição clara. Algumas equipes têm a noção, por exemplo, que pilhas e baterias são agentes contaminantes e que devem ter uma destinação diferente dos resíduos domésticos. Entretanto, os alunos não explicitaram de que maneira ocorre o processo de contaminação.

Ainda sobre o primeiro encontro, nenhuma das produções envolveu elementos referentes ao eixo II. Os grupos não fizeram relação entre o conhecimento científico e outros aspectos ou impactos que a ciência possa ter na sociedade.

O Quadro 3, refere-se à análise do eixo III, para o primeiro encontro.

EQUIPE	UNIDADE DE CONTEXTO	ASPECTO CONSIDERADO
A	<p>Além disso também não saber fazer o descarte correto, poluindo mais o meio ambiente.</p> <p>Um problema bem próximo a nós é a questão da coleta de lixo no colégio, onde é separado o lixo com seus determinados lugares, mas na hora da coleta o lixo é misturado e o processo de separação é inútil.</p> <p>Portanto devemos conscientizar as pessoas, principalmente as crianças.</p>	Papel na sociedade
B	<p>Pois o consumismo de um alto consumo de materiais e resíduos, ou seja, o lixo é muitas vezes feito com o celular antigo que é trocado por um novo e jogado em qualquer lugar.</p> <p>O ser humano, consumidor deve tomar noção de sua ação, pois não se deve ter uma coisa não necessária.</p> <p>O ser humano deve tomar consciência de seus atos e assumir a sua culpa.</p>	Papel da Sociedade
C	<p>Muitos dos recursos naturais utilizados para a fabricação dos produtos não são repostos ao meio ambiente de origem, agravando a questão ambiental do local.</p> <p>Este problema não é somente consequência da falta de comprometimento ou até mesmo descaso das autoridades locais, mas também da inconsciência da população.</p> <p>Este é um problema que não ocorre apenas em Curitiba e região, mas também em todos os centros urbanos de Brasil</p>	Preocupação com Meio Ambiente Papel da Sociedade
D	A separação entre lixo reciclado e orgânico em Curitiba apresenta uma grande eficácia em relação a outras grandes cidades do Brasil	Poder público
E	O cidadão fala que joga lixo no chão para garantir o emprego do gari, porém as pessoas muitas vezes tem preguiça de separar o lixo.	Crítica social
F	A poluição, desmatamento, desertificação, todos são problemas que mesmo com a conscientização e trabalho, nunca irá sumir para sempre.	Preocupação com Meio Ambiente

Quadro 3 - Eixo 3: Participação pública em questões relativas à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente – Encontro 1
(Fonte: Autora, 2014)

Sobre esse eixo, a responsabilidade sobre o problema do descarte de resíduos é atribuída a terceiros. Em outras palavras, os grupos não se percebem como agentes responsáveis nem pela produção e nem pela solução do problema do lixo. Atribuem a responsabilidade ao governo ou a outras pessoas.

No Quadro 4, há a síntese dos argumentos produzidos nesse encontro.

Equipe	Dado - (D)	Garantia - (W)	Apoio - (B)	Refutação - (R)	Conclusão - (C)
A	também não sabem fazer o descarte correto, poluindo ainda mais o meio ambiente	é separado o lixo com seus determinados lugares, mas na hora da coleta o lixo é misturado e o processo de separação é inútil		devemos conscientizar as pessoas	os aterros sanitários onde são descartados lixos que ainda podem ser reutilizados
B	o consumismo gera um alto consumo de materiais e resíduos ou seja, o lixo				Consumidor deve tomar uma noção de sua ação pois não se deve ter uma coisa não necessária
C	Os produtos fabricados são consumidos e descartados muito rapidamente	A sociedade dos dias de hoje é movida pelo consumo		Este 'lixo', que poderia ser reutilizado para outros fins, acaba não tendo uma destinação apropriada	Fazendo com que acumule-se muito mais 'lixo' do que deveria nos centros urbanos
D	A separação entre lixo reciclado e orgânico em Curitiba apresenta uma grande eficácia				Não apenas a prefeitura se mobiliza na questão do lixo e sim a maior parte da população
E	O consumismo é a principal fonte dos problemas As pessoas muitas vezes tem preguiça de separar o lixo				Porque as pessoas sempre irão buscar coisas novas, descartando as antigas Não dando um destino correto
F	Porque as pessoas sempre irão buscar coisas novas, descartando as antigas Não dando um destino correto				Não existe um modo de acabar definitivamente com o lixo, porém existe uma maneira de reduzi-lo para que ele não cause danos

Quadro 4 - Identificação dos elementos na produção de cada equipe – Encontro 1
(Fonte: Autora, 2014)

De maneira geral, percebe-se que nessa primeira produção escrita houve uma preocupação maior com o aspecto social do problema de produção de

resíduos, em que o consumo irracional de bens e serviços foi apontado como um dos principais responsáveis.

Na análise do material produzido no Encontro 2, em função do eixo I, o Quadro 5 sintetiza as produções dos alunos.

EQUPE	UNIDADE DE CONTEXTO	CONHECIMENTO CIENTÍFICO	DEFINIÇÃO
A	A luz seria a vela ou lampião.	Transformação de energia	
B	Lixo pode ser uma fonte de energia e a energia vira lixo;	Transformação de energia	
C	[...] implantar moinhos de vento espalhados em pontos estratégicos da cidade para a geração de energia eólica	Transformação de energia	
D	Após a energia ter acabado, certamente os humanos iriam trabalhar para procurar uma outra fonte de energia, desde solar, eólica, e até mesmo a energia vinda dos raios.	Fontes de energia	
E	Tentaria produzir energia de alguma forma a partir do fósforo, para me transportar ou de alguma forma fazer alguma comida.	Aplicação	

Quadro 5 – Eixo 1: Apropriação de conceitos científicos – Encontro 2
(Fonte: Autora, 2014)

Observou-se que ainda não há a apresentação de definições dos conceitos que apareceram, mas as colocações não foram tão genéricas quanto as apresentadas no Encontro 1.

O Quadro 6 apresenta as informações referentes ao eixo 2 para esse encontro.

	UNIDADE DE CONTEXTO	ASPECTO CONSIDERADO
Equipe C	[...] implantar moinhos de vento espalhados em pontos estratégicos da cidade para a geração de energia eólica. Além de utilizar um recurso que vem de graça e em abundância, não causaria impactos ambientais, pois não seria necessário a devastação de áreas verdes, assim também não morre bicho.	Produção e Impacto Ambiental
Equipe F	[...] pois não teríamos a comodidade de hoje, onde ligamos a televisão e assistimos sem pensar no processo e por onde a energia elétrica passa para simplesmente ligar o televisor.	Ciência e Cultura

Quadro 6 – Eixo 2: Desenvolvimento de concepção de ciência associada à sociedade, cultura e ambiente – Encontro 2
(Fonte: Autora, 2014)

Vê-se que duas das equipes estabeleceram relação entre o desenvolvimento científico e impactos na sociedade. Ao relacionar a produção de energia eólica, com um baixo impacto no meio ambiente, o grupo demonstrou indícios de que a ciência

pode influenciar no ambiente. Já o outro grupo, fez uma relação com o aspecto cultural ao citar o consumo de energia sem a preocupação com a origem dela.

O Quadro 7 refere-se ao eixo III do Encontro 2.

	UNIDADE DE CONTEXTO	ASPECTO CONSIDERADO
Equipe B	Um método mais eficiente para a reciclagem e aproveitar coisas que hoje não aproveitamos.	Tecnologia
Equipe C	[...] implantar moinhos de vento espalhados em pontos estratégicos da cidade para a geração de energia eólica. Além de utilizar um recurso que vem de graça e em abundância, não causaria impactos ambientais, pois não seria necessário a devastação de áreas verdes, assim também não morre bicho.	Tecnologia Ambiente
Equipe D	Também teríamos que utilizar nosso próprio lixo para nos mantermos salvos e, acreditamos que, como a muitos anos atrás, sobrevivemos sem essas energias, também conseguiríamos sobreviver e “refazer” energia.	Sociedade

**Quadro 7 - Eixo 3: Participação pública em questões relativas à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente – Encontro 2
(Fonte: Autora, 2014)**

As considerações apresentaram relações entre os aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente além de apontarem soluções para o problema de falta de energia.

Sobre a produção escrita realizada no Encontro 2, embora esses trabalhos tenham sido, em geral, mais curtos em relação às produções das primeiras aulas, é possível identificar que as ideias foram expostas de forma mais encadeada pela maioria das equipes. Por exemplo, no material produzido pela Equipe C, reproduzido a seguir.

Equipe C: Como em Curitiba é uma cidade muito fria, que venta bastante, uma solução seria implantar moinhos de vento espalhados em pontos estratégicos da cidade para a geração de energia eólica. Além de utilizar um recurso que vem de graça e em abundância, não causaria impactos ambientais, pois não seria necessário a devastação de áreas verdes, assim também não morre bicho.

Na concepção dessa equipe, identifica-se como dado nesse caso a afirmação de que em Curitiba venta bastante, a garantia é que é um recurso “que vem de graça”, para sustentar a conclusão que uma alternativa seria utilizar energia eólica. Nota-se também que certo embasamento científico foi utilizado ao relacionar o movimento dos ventos para a produção de energia, além de incluir também a preocupação com o meio ambiente. Entretanto, a equipe não apresenta análise da relação risco-benefício, associando energia eólica e ausência de impactos

ambientais. Ressalta-se aqui o fato de que o mérito da capacidade da região de Curitiba produzir ou não energia eólica não foi debatido, visto que a proposta para os alunos era propor soluções para uma situação hipotética de pane total de energia. Entretanto, o destaque para esse trecho diz respeito à capacidade de relacionar a produção de energia elétrica partindo da transformação da energia mecânica.

No caso da produção da equipe D, é visto um melhora na forma com que as ideias foram apresentadas. Foram feitas relações de causa-efeito, mas justificativas e garantias foram incluídas.

A produção escrita do Encontro 3 foi feita de forma individual e analisada em virtude do eixo IV, de argumentação e consta no Quadro 8.

Aluno	Dado - (D)	Garantia - (W)	Apoio - (B)	Refutação - (R)	Qualificador - (Q)	Conclusão - (C)
A1	Para relacionar a energia com o lixo, é só produzir energia. Incineração seria a opção mais viável	Quanto mais produtos fabricarem, mais energia será necessária		Porém será liberado um gás que para transformar esse gás em energia não seria fácil		Logo, mais lixo será gerado Precisaria de equipamentos caros, tem que ver o custo benefício.
A5	Todo lixo produzido teve um consumo de energia	Independente do processo realizado				Quando utilizado a energia para produção de um determinado objeto vai gerar mais resíduo
A6	Energia solar com plataformas mais avançadas Energia eólica no litoral	Organizar um grupo de engenheiros Renovável, que não precisa-se destruir a matéria-prima				Energia limpa
A7	O consumismo é o principal fator e energia e do lixo	Se não houvesse consumo dos materiais não teria o porque de lixo				Para tentar ajudar no manejo do resíduo seria mais fácil tentar reduzir o consumo
A8	Um dos grandes problemas no mundo hoje é a quantidade de lixo produzido	Uma média de 1 tonelada por pessoa em 10 anos				Ter mais locais de incineração

Aluno	Dado - (D)	Garantia - (W)	Apoio - (B)	Refutação - (R)	Qualificador - (Q)	Conclusão - (C)
A8	Um dos grandes problemas no mundo hoje é a quantidade de lixo produzido	Uma média de 1 tonelada por pessoa em 10 anos				Ter mais locais de incineração
A9	Energia pode ser feita de várias maneiras	Temos uma grande quantidade de lixo que pode ser transformada em algo útil				A biomassa seria uma excelente fonte para o nosso estado
A10	Boa parte das usinas de geração de energia produzem certa quantidade de resíduos que não são reaproveitados na unidade, ocasionando em alguns casos o acúmulo de material	Esse acúmulo pode ser prejudicial ao meio ambiente, pois são resíduos tóxicos, altamente agressivos à saúde.				Uma solução ou alternativa para resolver o problema sobre o manejo de resíduos seria reutilizar esse material, não necessariamente na produção de energia, mas também em outras atividades
A12	A quantidade de lixo produzido é extremamente grande	Não há um local apropriado para se destinar estes resíduos				Às vezes são muito prejudiciais a saúde
A14	A produção de lixo em larga escala é evidente	Grande parcela desse lixo vem da produção de energia				Para solucionar tais problemas – lixo e energia – podemos os relacionar investindo na produção de energia a partir do lixo
A16	A produção de energia seja extremamente importante	Porém há tantos recursos		Além de ser um material instável, é muito perigosos para a própria saúde		Há tantos recursos que a utilização da radioatividade deveria ser dispensável

Aluno	Dado - (D)	Garantia - (W)	Apoio - (B)	Refutação - (R)	Qualificador - (Q)	Conclusão - (C)
A17	Nos EUA existem várias usinas nucleares	Na produção de energia nuclear são utilizados materiais radioativos		O lixo é tóxico. Além disso, há ainda o risco de acidentes	Apesar de ser eficaz, são controversas.	O governo deveria criar um projeto para descartar de forma adequada sem prejudicar a população e o meio ambiente
A18	Todos os materiais utilizados de uma vida de duração	Ultimamente um celular é trocado em meses e/ou por ano e o que acontece com antigo aparelho, simplesmente é jogado fora, aumentando cada vez mais a produção de lixo		Se em cada bairro tivesse um sistema de separação correta, melhoraria a vida o ser humano e da natureza		As formas de solucionar o problema irá depender da pessoa

Quadro 8 - Identificação dos elementos na produção individual dos alunos – Encontro 3 (Fonte: Autora, 2014)

Em relação à forma de apresentação dos argumentos, esta permaneceu no mesmo nível daquela apresentada ao final do Encontro 2. O posicionamento do grupo reflete a posição de cada um dos indivíduos. Há um processo de desenvolvimento individual decorrente das discussões realizadas em grupo, para a construção conjunta, ou seja, no processo coletivo, a argumentação individual esteve relacionada a mudanças de opinião.

De maneira geral, foi possível identificar que os alunos tomaram posições mais contundentes em relação ao problema da produção e descarte de resíduos, seja por meio do apontamento de soluções ou afirmando que não há solução. A tecnologia para a transformação de resíduos em energia ou promover o descarte com mais segurança foi apontada por alguns alunos.

Nesse ponto, é possível verificar que o elemento da estrutura do argumento referente às garantias passou a estar presente, o que demonstra desenvolvimento de argumentos mais complexos.

3.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS POSSIBILIDADES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO

Entre as proposições de interpretações sobre a problemática apresentada nesta pesquisa podem ser destacados avanços na construção de argumentos e envolvimento em processo argumentativo. Os elementos para sustentar os argumentos foram ampliados com o desenvolvimento da sequência didática. Isto pode ser interpretado a partir da diferença das produções do Encontro 1 e do Encontro 2. Essa característica identificada pode ser relacionada com a alfabetização científica, considerando que tais avanços remetem ao fornecimento de subsídios para a participação em assuntos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, com a colocação e análise de argumentos fundamentados.

As discussões em equipe viabilizaram a formação de opinião individual, ou seja, a formação em grupos estaria relacionada com alfabetização científica como movimento coletivo e isso pode ser interpretado a partir dessa diferença entre os processos argumentativos dos Encontros 2 e 3.

Ressalta-se, entretanto, que a falta de apresentação de apoio, em relação às estruturas do argumento, pode estar relacionada com o desenvolvimento de sequência didática, que não incluía a consulta a fontes externas para a elaboração da produção escrita.

Em relação à apropriação de conhecimentos científicos, os dados coletados não permitiram identificar avanços significativos. Houve apropriação de vocabulário científico, mas, sem explicitação de relações mais complexas entre conceitos ou em análise de situações. Dessa forma, as possibilidades de alfabetização científica se mostraram limitadas nesse âmbito.

Contudo, o trabalho desenvolvido mostrou-se bastante promissor considerando os aspectos sociais, culturais e ambientais que podem envolver a ciência. Na produção escrita do Encontro 1, essa relação não foi feita, demonstrando uma certa tendência por parte dos alunos de se excluírem do problema. Entretanto na produção escrita do Encontro 2, essa relação apareceu, invertendo o quadro de distanciamento da situação, ou seja, ocorreu um maior envolvimento dos alunos quanto à preocupação com a produção e descarte de resíduos. As possibilidades de alfabetização científica identificadas, nesse sentido, remetem à participação pública e ao desenvolvimento de concepção de ciência que possa abranger esses aspectos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais resultados obtidos com a pesquisa dizem respeito à capacidade argumentativa dos alunos que participaram das atividades. Seguindo o modelo de argumentação proposto por Toulmin (2006), na passagem de um encontro para outro, foi possível identificar que a apresentação das ideias foi feita de maneira mais estruturada que a anterior.

As relações entre conhecimentos científicos e aspectos sociais, culturais e ambientais foram preponderantes e mais complexas na análise e proposição de alternativas, considerando as questões sociocientíficas destacadas. Entretanto, limitações na apropriação de conhecimentos científicos apontam para modificações na sequência didática e nos instrumentos de coleta de dados.

Sobre a coleta de dados, incluir outro instrumento, por exemplo, o registro audiovisual, tornaria as análises mais completas, visto que elementos interessantes e expressos de forma oral pelos alunos acabarem não sendo aproveitados.

Em relação à pesquisa, ela foi realizada em uma quantidade reduzida de encontros, com um grupo de alunos cuja realidade é bastante particular. Essa limitação justifica-se pelo acordo com a instituição que permitiu a realização da pesquisa, mas que pode disponibilizar somente esse tempo.

Mesmo assim, essas conclusões obtidas permitem situar a estratégia de trabalhar questões sociocientíficas com pequenos grupos de discussão, seguindo a proposta de Ratcliffe e Grace (2003), como alternativa para a alfabetização científica no Ensino Médio. Assim, desenvolver essa sequência didática em mais encontros e com mais alunos seria interessante para formar um panorama mais completo sobre a abordagem.

Entretanto, algo que chamou bastante a atenção ao analisar as produções escrita dos estudantes, foi a dificuldade que eles possuem de expressar suas opiniões de forma coerente. Embora tenha constatado uma melhora na estrutura dos argumentos, a dificuldade de dominar a linguagem permaneceu. Como contribuições futuras, podem-se desenvolver atividades na área das ciências, mas em parceria com professores da área de linguagem, por exemplo, utilizando textos de caráter científico para análises, discussões ou produções feitas pelos alunos.

Ao optar por desenvolver uma pesquisa com as características apresentadas nesse trabalho, a necessidade de um bom planejamento se mostrou fundamental.

Entretanto, para novas atividades nesse estilo, há a necessidade de atenção e disposição para aproveitar outros pontos de vista e elementos que possam surgir durante o desenvolvimento desse processo. Então, o pensar e o repensar a ação docente, em função dos objetivos esperados, deve fazer parte da prática como professora.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**, 2000. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em 23 set. 2013.

CARVALHO, Washington L. P. **Cultura científica e cultura humanística**. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, 2005.

CASSIANI, S.; GIRALDI, P. M.; LINSINGEN, I. É possível propor a formação de leitores nas disciplinas de Ciências Naturais: Contribuições da análise de discurso para a educação em ciências. **Educação Teoria e Prática**, Rio Claro (SP), v.22, n.40, p.43-61, maio/ago. 2012.

CONRESOL - CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL PARA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. **Relatório de Impacto Ambiental**. Curitiba: 2008. Disponível em: < http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_RIMA/RIMA_CONRESOL.pdf> Acesso em: 04 mai. 2014.

CURITIBA. Decreto nº 156, de 04 de maio de 1990. Estabelece procedimentos de utilização do aterro sanitário sul (Caximba). Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/multimedia/00086326.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2014.

FLICK, Uwe. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOUREZ, Gerard. **Alfabetización Científica y Tecnológica**. 1ª Ed. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1994.

IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Relatório de Impacto Ambiental**. Curitiba: 2008. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_RIMA/RIMAiguacu.pdf> Acesso em: 04 mai. 2014.

LOPES, Alice. C. e MACEDO, Elisabeth. **Teorias de Currículo**. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

MANACORDA, Mario. A. **Marx e a Pedagogia Moderna**. São Paulo: Cortez, 1991.

MORTIMER, Eduardo F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre (RS), v.1, n.1, p. 20-39, mar. 1996.

RATCLIFFE, Mary; GRACE, Marcus. **Science Education For Citizenship: Teaching Socio-scientific Issues**. 1ª Ed. Philadelphia: Open University Press, 2003.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. 265 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

TOULMIN, Stephen E. **Os Usos Do Argumento**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

APÊNDICE A - Planos de Aula Sequência Didática

PLANO DE AULA – SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ENCONTRO 1
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluna:	Ligia Esteves Maria
Oficina:	Do Lixo ao Luxo
Data:	06/05/2014
Horário:	08:55 às 09:45 e 10:00 às 10:50
Duração:	100 min
Tema: Consumo Sustentável, Resíduos e Energia.	
Objetivos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar a problemática da produção de resíduos; • Caracterizar o problema em relação a Curitiba e Região Metropolitana. 	
Conteúdos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Energia, trabalho, rendimento, potência; • O Destino de Resíduos em Curitiba e Região Metropolitana. 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Problematização Inicial:</i> Utilizar como ponto de partida o telefone celular, que faz parte do dia a dia dos estudantes, no sentido de efetuar um levantamento inicial sobre quais materiais estão envolvidos na produção, comércio e utilização desse item. Solicitar que os estudantes contribuam com a relação de materiais, mas nesse primeiro momento sem dar ênfase à questão energética que permeia todo o processo. • <i>Organização do Conhecimento:</i> Apresentar o problema da produção de resíduos em Curitiba e Região Metropolitana. Qual é o destino dos resíduos e quais os impactos que isso tem no ambiente. No caso do Aterro da Caximba, a previsão do crescimento populacional de Curitiba e Região Metropolitana foi menor do que a realidade e o aterro não tinha estrutura para tratar adequadamente os resíduos. Já o novo aterro (CGR-Iguaçu) possui estrutura moderna para o tratamento dos resíduos produzidos. Aproveitar e mostrar algumas definições sobre os tipos de resíduos existentes e direcionar a discussão para a questão da relação ente produção de resíduo e consumo • <i>Aplicação do Conhecimento:</i> Retornar para o exemplo do celular e propor alguns questionamentos que nortearão as discussões das próximas semanas, como a questão energética que ficou em aberto, a reflexão sobre o papel de cada um no problema e na busca por soluções. Inicialmente os estudantes podem ter a percepção de que um aparelho de celular não causa dano, Entretanto, são muitos aparelhos consumidos e a grande quantidade constitui um problema ambiental. 	
Questão: Em relação ao problema da produção de resíduo em Curitiba e região, qual é a principal causa? Aponte alternativas para solucionar ou minimizar o	

problema.

Ambientes/recursos didáticos: Sala de aula / quadro, recurso multimídia e ficha para produção de texto.

Referências:

TORRES, Carlos M. A.; FERRARO, Nicolau G.; SOARES, Paulo A. T. **Física – Ciência e Tecnologia:** volume 1. 2ª Ed. São Paulo: Moderna, 2010. Volume 1

SANT'ANNA, Blaidi; MARTINI, Gloria; REIS, Hugo. C; SPINELLI, Walter. **Conexões Com a Física:** volume 1. 1ª ed; São Paulo: Moderna, 2010.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Relatório de Impacto Ambiental.**

Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_RIMA/RIMAiguacu.pdf>

Acesso em: 04 maio 2014.



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

PLANO DE AULA – SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ENCONTRO 2
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluna:	Ligia Esteves Maria
Oficina:	Do Lixo ao Luxo
Data:	13/05/2014
Horário:	08:55 às 09:45 e 10:00 às 10:50
Duração:	100 min
Tema: Consumo Sustentável, Resíduos, Trabalho e Energia.	
Objetivos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Formalizar conceito de trabalho e energia, sob o ponto de vista da Física; • Relacionar esses conceitos com contextos amplos, que envolvem questões socioambientais; • Caracterizar o problema em relação a Curitiba e região. 	
Conteúdos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Energia, trabalho, rendimento, potência; • O Destino de Resíduos em Curitiba e Região Metropolitana. 	
Estruturação da aula:	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Problematização Inicial:</i> Apresentar para os alunos a história em quadrinhos (SILVA, 2010), em que uma pane energética acontece repentinamente na cidade de São Paulo. Após a leitura, questionar os alunos sobre a origem da energia e onde nós a utilizamos. Perguntar também sobre as mudanças que ocorrem após o domínio do fogo. A finalidade é que os alunos percebam que o progresso está relacionado com a técnica, nesse caso, a que envolve utilização de energia de diferentes fontes e em diferentes processos. • <i>Organização do Conhecimento:</i> Formalizar os conceitos de Energia, Trabalho, Potência e Rendimento, sob o ponto de vista da disciplina de Física. Caracterizar que a energia está associada ao movimento e/ou capacidade de realizar trabalho, o que por sua vez remeta à noção de potência e rendimento. Situar historicamente o aperfeiçoamento da máquina a vapor, que está associado à Revolução Industrial, ao processo de produção em massa de bens e que resultou no aumento do consumo. • <i>Aplicação do Conhecimento:</i> Como a energia se manifesta de diferentes formas e tem várias finalidades, utilizar esse fato para discutir a questão da matriz energética nacional e local e utilizar como base para mostrar as vantagens e desvantagens das principais fontes utilizadas no país. A ideia é que eles percebam que por mais eficiente que uma fonte de energia seja em 	

algum ponto ela pode ser prejudicial.

Questão: Sugira uma alternativa, caso uma crise energética, nos moldes daquela apresentada na história em quadrinhos, ocorresse em Curitiba.

Ambientes/recursos didáticos: Sala de aula / quadro, recurso multimídia e ficha para produção de texto.

Referências:

TORRES, Carlos M. A.; FERRARO, Nicolau G.; SOARES, Paulo A. T. **Física – Ciência e Tecnologia:** volume 1. 2ª Ed. São Paulo: Moderna, 2010. Volume 1

SANT'ANNA, Blaidi; MARTINI, Gloria; REIS, Hugo. C; SPINELLI, Walter. **Conexões Com a Física:** volume 1. 1ª ed; São Paulo: Moderna, 2010.

DOCA, Ricardo H.; BISCUOLA, Gualter J.; BÔAS, Newton V. **Física:** volume 1. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010

SILVA, Cylon G. **De Sol a Sol:** Energia no Século XXI. São Paulo: Oficina de Textos , 2010

PLANO DE AULA – SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ENCONTRO 3
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluna:	Ligia Esteves Maria
Oficina:	Do Lixo ao Luxo
Data:	20/05/2014
Horário:	08:55 às 09:45 e 10:00 às 10:50
Duração:	100 min
Tema: Consumo Sustentável, Resíduos e Energia.	
Objetivos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Sintetizar as discussões realizadas ao longo dos outros encontros. 	
Conteúdos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Energia, trabalho, rendimento, potência; • O Destino de Resíduos em Curitiba e Região Metropolitana 	
Estruturação da aula:	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Problematização Inicial:</i> Apresentar o vídeo com a reportagem sobre a falta de espaço para armazenar os resíduos radioativos das usinas nucleares de Angra 1 e 2. • <i>Organização do Conhecimento:</i> Recapitular que no primeiro encontro, a questão do lixo foi tratada através da perspectiva do consumo e que no segundo houve a abordagem do conceito de energia, que está relacionado tanto com produção quanto com consumo. Dar continuidade na discussão da aula anterior, em que análise de riscos e benefícios deve ser feita para determinar qual a opção de fonte de energia é a que apresenta a melhor relação risco x benefício. • <i>Aplicação do Conhecimento:</i> Os alunos, de forma individual, devem elaborar um texto abordando quais relações que eles conseguem fazer entre energia e lixo, além de apontar alternativas para solucionar ou minimizar o problema. 	
Questão: Qual a relação que pode ser feita entre Lixo e Energia? Quais alternativas podem ser sugeridas para o manejo de resíduos?	
Ambientes/recursos didáticos: Sala de aula / quadro, recurso multimídia e ficha para produção de texto.	
Referências:	
<p>SANT'ANNA, Blaidi; MARTINI, Gloria; REIS, Hugo. C; SPINELLI, Walter. Conexões Com a Física: volume 1. 1ª ed; São Paulo: Moderna, 2010.</p> <p>COSTA, Mariana. Brasil ainda não tem solução definitiva para o lixo radioativo de Angra 1 e 2. Portal R7 Notícias, São Paulo, 19 maio 2014. Disponível em: <http://noticias.r7.com/brasil/noticias/brasil-ainda-nao-tem-solucao-definitiva-para-o-lixo-radioativo-de-angra-1-e-2-20600329.html>. Acesso em: 19 mai. 2014.</p>	

ANEXO A - História em Quadrinhos Utilizada no Encontro 2

UM PESADELO

texto: Cylon Gonçalves da Silva
arte: Cristina Carnelós

A PRIMEIRA COISA QUE JOÃO ESTRANHOU AO ACORDAR FOI A FORTE LUZ DO SOL. ERA VERÃO E SEU DESPERTADOR TOCARIA ÀS 5H30, MAS NÃO HAVIA TOCADO AINDA; DEVERIA SER MUITO CEDO. MAS O SOL ESTAVA ALTO. ALGUMA COISA ESTAVA ERRADA.



O MOSTRADOR DO DESPERTADOR ESTAVA APAGADO. O RELÓGIO DE PULSO MARCAVA 3H33. NÃO PODIA SER A HORA CERTA.



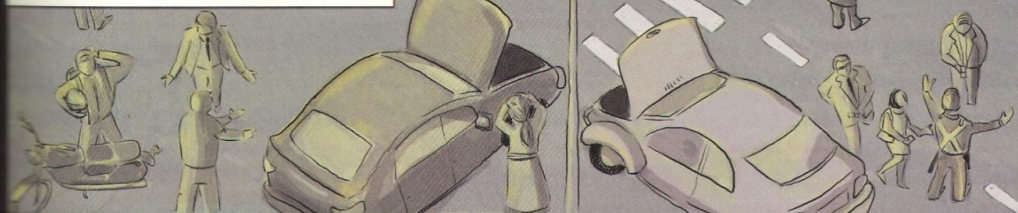
"DIABOS, DEVE TER FALTADO LUZ; ACABOU A BATERIA DO MEU RELÓGIO E CHEGAREI ATRASADO AO TRABALHO!"

SÓ HAVIA O SOM DO VENTO, COMUM EM UM PRÉDIO DE 25 ANDARES PERTO DA AV. PAULISTA, EM SÃO PAULO.



"ESTRANHO, SURDO NÃO ESTOU, E NÃO É FERIADO PARA TUDO ESTAR TÃO QUIETO!"

RUAZ VAZIAS, CARROS ESTACIONADOS COM CAPÔS LEVANTADOS. AS PESSOAS ESTAVAM AGITADAS, MAS DO ALTO, JOÃO NÃO PODIA OUVIR O QUE DIZIAM. ALGO HAVIA ACONTECIDO DURANTE A NOITE.





"AH! O FAMOSO APAGÃO VOLTOU! É POR ISSO QUE MEU DESPERTADOR PAROU. AINDA BEM QUE MEU AQUECEDOR ELÉTRICO AINDA TEM ÁGUA QUENTE PARA O BANHO."



"SABIA QUE TINHA DE RECARREGÁ-LO ONTEM À NOITE!"

JOÃO DEDUZIU QUE SE A ÁGUA DO RESERVATÓRIO DO PRÉDIO ESTAVA NO FIM, ERA PORQUE AS BOMBAS NÃO FUNCIONAVAM SEM ENERGIA. ISSO O DEIXOU EM PÂNICO.

"MEU DEUS, E SE ISSO CONTINUAR, O QUE VAI ACONTECER? NÃO TENHO ÁGUA EM CASA!"



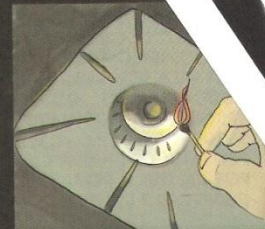
"COMO? PAGUEI A CONTA NA SEMANA PASSADA! ELES NÃO PODEM TER CORTADO MINHA LINHA!"



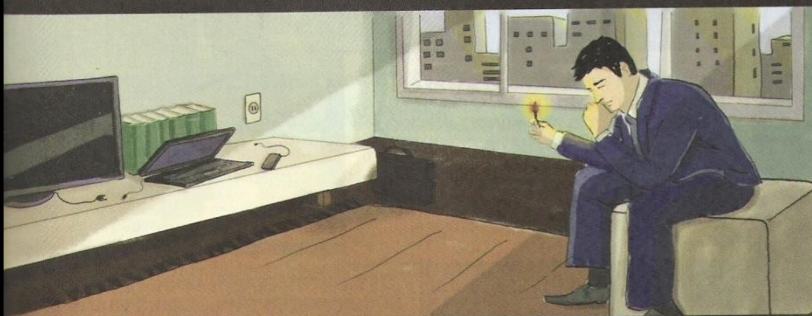
JOÃO TOMARIA UM CAFÉ EM CASA MESMO ANTES DE ENFRENTAR OS 25 ANDARES DE ESCADA.



LIGOU O GÁS, MAS, SEM ELETRICIDADE, TEVE DE SAIR PROCURANDO FÓSFOROS PELA CASA. POR SORTE, TERMINOU ENCONTRANDO UMA CAIXA. JOÃO DEIXARA DE FUMAR. A NAMORADA LHE DERA DUAS OPÇÕES: OU PARAVA DE FEDER A CINZEIRO OU ARRUMAVA OUTRA NAMORADA. CHEIROU O QUEIMADOR: NÃO HAVIA GÁS! SEM ELETRICIDADE, SEM COMUNICAÇÃO, SEM GÁS, A CIDADE TODA PARADA. O QUE ESTAVA ACONTECENDO?



PELA PRIMEIRA VEZ NOTOU A FALTA DOS RUIDOS DA CIDADE, COMO SE UMA PRESSÃO SAÍSSE DE SEUS OUVIDOS. COMO SE DEPOIS DE TANTO TEMPO, ELE PUDESSE RESPIRAR MAIS LIVREMENTE, NÃO PORQUE O AR ESTIVESSE MENOS POLUÍDO, MAS PORQUE ESTAVA MAIS... SILENCIOSO!

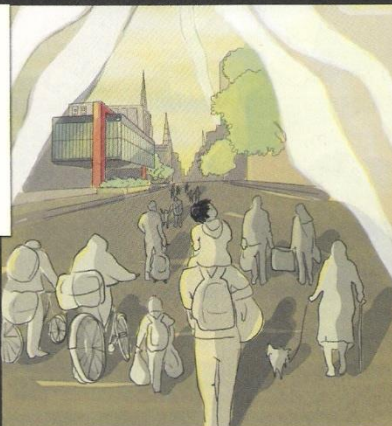


O HALL E AS ESCADAS ESTAVAM ESCUROS, SEM AS LUZES DE EMERGÊNCIA. JOÃO XINGOU O GOVERNO, A COMPANHIA DE ELETRICIDADE, O SÍNDICO, O ENCARREGADO DA MANUTENÇÃO, O MUNDO INTEIRO. NÃO ADIANTOU. HAVIA VOZES ASSUSTADAS E NERVOSAS. AO MENOS PODERIA REPARTIR A LUZ COM OUTRAS PESSOAS E ECONOMIZAR ALGUNS FÓSFOROS. ELE NÃO ERA O ÚNICO NAQUELA SITUAÇÃO.



TUDO O RESTO DA CIDADE COMEÇOU A DESCER EM DIREÇÃO A UM MUNDO SEM ENERGIA, SEM MÁQUINAS, SEM CELULARES E COMPUTADORES, SEM TRANSPORTES, SEM HOSPITAIS, SEM SUPERMERCADOS, SEM GELADEIRAS E FOGÕES, SEM COMIDA, SEM ÁGUA...

QUARENTA E OITO HORAS DEPOIS, SÃO PAULO ERA UM CAMPO DE BATALHA POR COMIDA E ÁGUA, UMA VIOLENTA LUTA PELA SOBREVIVÊNCIA. SUPERMERCADOS, ARMAZÉNS, RESTAURANTES, INVADIDOS E SAQUEADOS. PESSOAS ASSASSINADAS POR MÃES DE FAMÍLIA ENFURECIDAS, POR UM QUILO DE ARROZ MAL DISFARÇADO DENTRO DE UMA BOLSA.



NINGUÉM SABIA SE AQUILO ESTAVA ACONTECENDO APENAS EM SÃO PAULO, SÓ NO BRASIL, OU NO MUNDO INTEIRO. NÃO HAVIA NOTÍCIAS. HAVIA BOATOS E CORRERIA. EM MENOS DE UMA SEMANA, FAMÍLIAS INTEIRAS COMEÇARAM A DEIXAR A CIDADE EM BUSCA DOS PARENTES QUE VIVIAM NO INTERIOR OU NO LITORAL.



OS MORTOS ERAM MAIS DE CEM MIL NOS PRIMEIROS DIAS, NOS HOSPITAIS SEM ENERGIA, NOS CONFRONTOS DE RUA, NOS SAQUES E NOS ASSALTOS. A POLÍCIA NÃO PODIA SE LOCOMOVER. REVÓLVERES E RIFLES NÃO FUNCIONAVAM MAIS. A PÓLVORA NÃO ESTOURAVA.

SEM A ENERGIA, HAVIA SE ACABADO A CIVILIZAÇÃO, POR MAIS PRECÁRIA E SUPERFICIAL QUE ELA TIVESSE SIDO. RICOS E POBRES, EDUCADOS E ANALFABETOS, SAUDÁVEIS E DOENTES ESTAVAM IGUALADOS NA FALTA DE ENERGIA, NA FOME, NA SEDE, NO FRIO.



TUDO ERA QUEIMADO PARA COZINHAR A POUCA COMIDA QUE AINDA RESTAVA. JOÃO NÃO TEVE MAIS DÚVIDAS. EM UM MÊS, SÃO PAULO SERIA UMA CIDADE FANTASMA, APODRECIDA, VAZIA, MORTA. HAVIA ACABADO A ENERGIA, HAVIA ACABADO A CIVILIZAÇÃO COMO ELE A CONHECIA.

