

Col@b

acesso livre



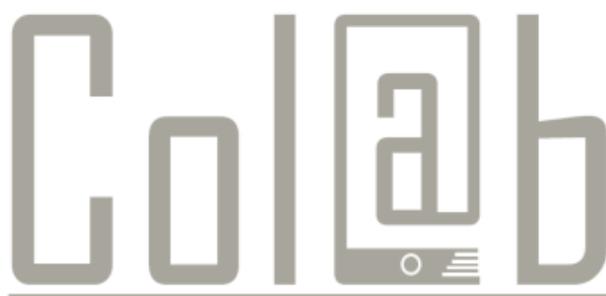
QUÍMICA AMBIENTAL

Ensino, Pesquisa e Ação



QUÍMICA AMBIENTAL

Ensino, Pesquisa e Ação



Química Ambienta: ensino, pesquisa e ação

ISBN 978-65-86920-02-4 (eBook)

Colab | Edições Colaborativas
contato@editoracolab.com
www.colab.com.br



Atribuição - Não Comercial - Sem Derivações 4.0 Internacional

Direitos reservados aos autores. É permitido download do arquivo (PDF) da obra, bem como seu compartilhamento, desde que sejam atribuídos os devidos créditos aos autores. Não é permitida a edição/alteração de conteúdo, nem sua utilização para fins comerciais.

A responsabilidade pelos direitos autorais do conteúdo (textos, imagens e ilustrações) de cada capítulo é exclusivamente dos autores.

Autores:

Amanda Fernandes dos Santos Rodrigues • Ana Paula Mota Ferreira • André Luís Rodrigues Mathias • Andresa Sousa Carvalho
• Brenda de Oliveira Gomes • Eleilde de Sousa Oliveira • Helen Costa Silva Rodrigues • Helilma de Andréia Pinheiro
• Luciana Cutrim Dias • Milton Antonio Auth • Naila Gleycy Collins Rosa • Raquel Bezerra dos Santos Sawczuk
• Rosihelly Ferreira • Saulo Tarso de Sousa Muniz • Victor Veríssimo Cardoso Lima

Conselho Editorial e Responsabilidade Técnica

A Colab possui Conselho Editorial para orientação e revisão das obras, mas garante, ética e respeitosamente, a identidade e o direito autoral do material submetido à editora.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Amanda Fernandes dos Santos Rodrigues, Ana Paula Mota Ferreira, André Luís Rodrigues Mathias, Andresa Sousa Carvalho, Brenda de Oliveira Gomes, Eleilde de Sousa Oliveira, Helen Costa Silva Rodrigues, Helilma de Andréia Pinheiro, Luciana Cutrim Dias, Milton Antonio Auth, Naila Gleycy Collins Rosa, Raquel Bezerra dos Santos Sawczuk, Rosihelly Ferreira, Saulo Tarso de Sousa Muniz, Victor Veríssimo Cardoso Lima

Química Ambiental: [livro eletrônico]: ensino, pesquisa e ação
Vários autores.

Uberlândia, MG : Editora Colab, 2020.

1,5 MB ; PDF

Bibliografia

ISBN 978-65-86920-02-4

1. Química – Ambiental. 2. Ensino. 3. Pesquisa. 4. Gestão. 5. Energia. 6. Sustentabilidade

**Índices para catálogo sistemático: Ensino, pesquisa e ações em Química Ambiental
540 : Química e Ciências Afins**

Apresentação

A Coleção Estudos Ambientais, organizada pela Editora Colab, reúne obras voltadas para a divulgação de resultados de pesquisas científicas relacionadas à temática ambiental, seguindo a perspectiva da interdisciplinaridade e da atuação multiprofissional. Assim, as contribuições recebidas e reunidas em cada volume da Coleção Estudos Ambientais incluem conteúdos voltados para a Educação, Monitoramento e Gestão Ambiental, de maneira a oferecer informações a diversos grupos de interesse, como estudantes e professores universitários, engenheiros, administradores, gestores, consultores e agentes públicos.

Seguindo esse direcionamento, a Editora Colab, orgulhosamente, apresenta a obra '**Química Ambiental: ensino, pesquisa e ação**', terceiro volume da Coleção Estudos Ambientais. Esse livro, publicado no formato e-book, é composto por 3 capítulos. No primeiro, é apresentado **um relato de aplicação prática na disciplina de Química Ambiental**; no segundo, são discutidos **conceitos e aspectos legais acerca dos Sistemas de Gestão Ambiental** e, no terceiro, são descritos os resultados da **organização, elaboração e desenvolvimento de uma proposta de Situação de Estudo com a temática Resíduo Sólido**.

Sumário

| | |
|---------------------------|-----------|
| Apresentação | 05 |
|---------------------------|-----------|

CAPÍTULO 1 |

A energia solar e o cotidiano:

uma aplicação prática na disciplina de Química Ambiental

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Eleilde de Sousa Oliveira | |
| Naila Gleycy Collins Rosa | |
| Victor Veríssimo Cardoso Lima | |
| Helen Costa Silva Rodrigues | |
| Andresa Sousa Carvalho | |
| Brenda de Oliveira Gomes | |
| Saulo Tarso de Sousa Muniz | 07 |

CAPÍTULO 2 |

Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): conceitos e aspectos legais

| | |
|---|-----------|
| Rosihelly Ferreira | |
| Ana Paula Mota Ferreira | |
| Eleilde de Sousa Oliveira | |
| Helilma de Andréia Pinheiro | |
| André Luís Rodrigues Mathias | |
| Luciana Cutrim Dias | |
| Raquel Bezerra dos Santos Sawczuk | 14 |

CAPÍTULO 3 |

Desenvolvimento de uma proposta de Situação de Estudo no Ensino Médio: a temática Resíduo Sólido

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Amanda Fernandes dos Santos Rodrigues | |
| Milton Antonio Auth..... | 35 |

Capítulo I

A energia solar e o cotidiano: uma aplicação prática na disciplina de Química Ambiental

Eleilde de Sousa Oliveira

Mestranda em Química | Universidade Estadual do Maranhão
eleildeoliver@gmail.com

Naila Gleycy Collins Rosa

Especialista Educação Especial/Inclusiva | Universidade Estadual do Maranhão

Victor Veríssimo Cardoso Lima

Doutorando em Engenharia Química | Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Helen Costa Silva Rodrigues

Mestre em Engenharia de Alimentos | Universidade Federal do Paraná

Andresa Sousa Carvalho

Mestranda em Engenharia de Alimentos | Universidade Federal do Paraná

Brenda de Oliveira Gomes

Mestranda em Engenharia de Alimentos | Universidade Estadual de Maringá

Saulo Tarso de Sousa Muniz

Mestrando em Química | Universidade Federal do Maranhão

RESUMO: O Brasil é um país de clima predominantemente tropical, porém há poucas iniciativas por parte da comunidade escolar para o uso e aplicação desse recurso natural dentro do grupo social no qual estão inseridos. Visando a possibilidade do uso dessa energia, por parte dos moradores da comunidade rural de Conquista da Lagoa em Açailândia/MA, alguns alunos do curso de Licenciatura Plena em Química do IFMA que estavam cursando a disciplina de Química Ambiental, resolveram implementar um projeto de uso da energia solar para os alunos da Escola Municipal Conquista da Lagoa, tendo em vista a interdisciplinaridade, a consciência ambiental e a economia financeira por parte dos moradores da comunidade participantes do projeto. O foco do projeto foi a construção de um fogão com materiais de baixo custo, o qual funcionava com energia advinda dos raios solares.

Palavras-chave: Alunos; Meio ambiente; Química.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se despertado um interesse crescente em projetos voltados para o estudo, uso e aproveitamento de fontes de energia renováveis, em substituição aos combustíveis fósseis. Caracterizam-se como fontes de energia não renováveis, aquelas cujas reservas diminuem com o seu uso, e sua reposição na natureza pode levar milhões de anos, como é caso do petróleo. Já as fontes de energia renováveis, são aquelas que podem ser repostas pela natureza em períodos curtos de tempo, uma vez que são provenientes de fenômenos naturais oriundos da conversão da radiação solar. Entre as fontes renováveis, incluem-se a energia hídrica, eólica, de biomassa e a solar (SILVA et al., 2009; MACEDO NETO et al., 2011).

Sabendo-se que a maior parte da energia utilizada na Terra é proveniente do Sol e que é por meio dele que se originam praticamente todas as outras fontes de energia, o aproveitamento da energia solar é atualmente uma das alternativas mais viáveis para o desenvolvimento de sistemas de captação e conversão em outras formas de energia, principalmente por ser abundante e inesgotável, tanto como fonte de calor como de luz (MACEDO NETO et al., 2011; RAMOS FILHO, 2011).

A energia solar é abundante e permanente, renovável a cada dia, não polui e nem prejudica o ecossistema.

A energia solar é a solução para áreas afastadas e ainda não eletrificadas, especialmente num país como o Brasil onde se encontram bons índices de insolação em qualquer parte do território. (YAKOV, 2000).

Segundo a ANEEL (2005), quase todas as fontes de energia, incluindo hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos, são formas indiretas de energia solar. O aproveitamento térmico dessa energia para aquecimento de fluidos é feito com o uso de coletores ou concentradores solares.

Os concentradores solares destinam-se a aplicações que requerem temperaturas mais elevadas, como a secagem de grãos e a produção de vapor.

Conforme Parikka (2004), para aliviar o efeito estufa causado pela queima de combustíveis fósseis, países desenvolvidos e também os subdesenvolvidos, estão investindo em energias renováveis que possam ser uma alternativa ao uso desses combustíveis.

O Brasil enfrenta atualmente uma crise energética, o que tem levado a uma ampla discussão do uso de energias limpas e renováveis, um exemplo disso são os fogões solares feitos com materiais de baixo custo. Segundo Palz (2002), há uma necessidade social, que em países como o Brasil, sejam desenvolvidas técnicas de uso de energias descentralizadas, principalmente em pequenas comunidades rurais.

As características especiais das energias renováveis que as tornam atrativas são: uso e produção descentralizada, envolvendo um grande número de produtores e consumidores e custo inicial relativamente mais alto comparado a sistemas convencionais, mas de baixo custo de manutenção (SOUZA, 2002).

Conforme Ramos (2011), os fogões solares são dispositivos especiais que, por intervenção da luz solar é possível gerar calor para cozinhar alimentos, aquecimento de água e outras finalidades.

METODOLOGIA

A execução do projeto se deu na comunidade rural Conquista da Lagoa, no município de Açailândia Maranhão, e contou com a participação de alunos de graduação em Licenciatura Plena do IFMA campus Açailândia, juntamente com os alunos da Escola Municipal Conquista da Lagoa.

A motivação do projeto foi a possibilidade de aliar as teorias vistas em sala de aula na disciplina de Química Ambiental à prática por meio da educação ambiental dos alunos da comunidade rural mencionada. Philippi Junior e Peliconi (2000, p.2), definem educação ambiental como: “os processos de educação que possibilita a aquisição de conhecimentos e habilidades, bem como a formação de atitudes que se transformam necessariamente em práticas de cidadania que garantam uma sociedade sustentável”.

A princípio, os graduandos fizeram uma reunião com os professores e a direção da escola para traçar as diretrizes do projeto. Em seguida, foi agendada uma segunda visita para a execução do mesmo.

Para a construção do fogão solar foi utilizada uma caixa de papelão, cortada em 12 folhas com dimensões de 8cm na base inferior, 25cm na base superior e 40cm de altura, formando um polígono de 12 lados na base, ou seja, um dodecágono. A Figura 1 ilustra o aspecto final do fogão após a montagem.

Figura 1| Fogão solar modelo parabólico



Fonte: os autores

Foram realizados vários testes de desempenho de cocção do fogão, antes da execução do projeto com os alunos da comunidade rural. Foi realizada a medição da temperatura interna do fogão com um termômetro digital e o tempo necessário para a cocção do alimento. Depois, foi comparado o mesmo alimento e porção e seu tempo de cozimento utilizando um fogão convencional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No fogão solar é possível preparar diferentes alimentos ao mesmo tempo, pois não existe um limite máximo de tempo, sendo assim, a comida não queima, não gruda no fundo das panelas, não fica seca, uma vez que as tampas mantêm umidade dentro das panelas.

O preparo dos alimentos no fogão solar possui ainda uma outra vantagem que é preparar os alimentos utilizando pouca água, e em outros não se usa nenhuma água, sendo benéfico para utilização em locais com deficiência de recursos hídricos.

Esse tipo de fogão solar é muito viável em comunidades carentes principalmente as que utilizam fogão a lenha, podendo ser substituído parcialmente para o cozimento de determinados alimentos como arroz, macarrão, batata, entre outros, além da fervura da água (RAMOS, 2011).

O uso do fogão solar possui algumas limitações, uma delas, é a impossibilidade de utilizá-lo em períodos chuvosos, porém no nordeste brasileiro há incidência de raios solares durante o ano todo, o que torna o fogão uma alternativa viável a qualquer época do ano.

Este tipo de método de cocção de alimentos possui, ainda, vários fatores positivos, tais como a economia do gás de cozinha e diminuição do uso de madeira como combustível em fogões movidos a lenha e carvão vegetal, diminuindo, assim a emissão de CO₂ na atmosfera e contribuindo para a saúde do ar, uma vez que esta é uma prática muito comum no interior do país, principalmente nos estados da região nordeste.

Tabela 1 | Tempo de cocção e temperatura para o fogão solar e convencional

| Fogão Convencional | | Fogão Solar | |
|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|
| Temperatura máxima atingida (°C) 200 | | Temperatura máxima atingida (°C) 119 | |
| Ovo 1 unidade | 11 min. | Ovo 1 unidade | 18 min. |
| Macarrão 60g | 6 min. | Macarrão 60g | 11 min. |
| Batata 60g | 17 min. | Batata 60g | 19 min. |

Fonte: Os autores

CONCLUSÃO

O fogão solar apresentou uma ótima eficiência na cocção de alimentos dentro de um tempo razoavelmente curto quando comparado com um fogão convencional a gás. Já em relação ao fogão a lenha, mostrou-se bem mais vantajoso, principalmente em relação as questões ambientais e também pelo fato de não queimar os alimentos.

A utilização da energia solar como uma alternativa para o gás de cozinha, a lenha e o carvão, foi de grande valia para a comunidade rural, uma vez que é uma energia limpa, barata e de fácil acesso. Além disso, o uso do fogão solar tipo caixa é uma alternativa viável e econômica para a população, pois o material utilizado para a confecção é de baixo custo.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**. Brasília – DF, 2005. 2ª Edição. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm>. Acesso em: 23 out. 2015.
- MACEDO NETO, M. C; GOMES, Í. R. B; GONDIM, P. C. A; SOUZA, L. G. M. Desenvolvimento de um fogão solar com parábola fabricada em material compósito a base de isopor e gesso. **Revista Holos**, Natal, v. 5, n. 27, p. 117-135, dez. 2011.
- PALZ, Wolfgang. **Energia Solar e Fontes Alternativas**. São Paulo: Editora Hemus, 358 p. 2002.
- PARIKKA, M. Global biomass fuelresources. **Biomass and Bioenergy**, v. 27, n.6, p. 613-62, 2004.
- PHILIPPI, A. J, PELICONI M.C.F. **Educação ambiental-desenvolvimento de cursos e projetos**. São Paulo: Signus, 2000.
- RAMOS FILHO, R. E. B. **Análise de Desempenho de um Fogão Solar Construído a Partir de Sucatas de Antena de TV**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011. 94 f.
- SILVA, L. L; ALVES, M. S; SILVA, V. C; ROCHA, A. L. **Princípios de termoelétricas em pequenas propriedades rurais**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2, 2009, São Paulo. Anais. São Paulo: IFECTA, 2009. p. 1-9.
- SOUZA, L.M. **Viabilidades térmica, econômica e de materiais da utilização de tubos de PVC como elementos absorvedores em coletores de um sistema de aquecimento de água por energia solar**. Tese (Doutorado do Programa de Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2002.
- YACOV, T., ZEMEL, A. Long-term perspective on the development of solar energy. **Solar Energy**, 68: (5), 379-392, 2000.

Capítulo II

Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): Conceitos e aspectos legais

Rosihelly Ferreira

Bacharel em Engenharia de Produção | Faculdade do Maranhão
rosihelly@hotmail.com

Ana Paula Mota Ferreira

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia | Universidade Federal do Maranhão

Eleilde de Sousa Oliveira

Mestranda em Química | Universidade Federal do Maranhão

Helilma de Andréia Pinheiro

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia | Universidade Federal do Maranhão

André Luís Rodrigues Mathias

Mestrando em Engenharia Aeroespacial | UFRN/UFMA/UEMA

Luciana Cutrim Dias

Mestranda em Química | Universidade Federal do Maranhão

Raquel Bezerra dos Santos Sawczuk

Mestre em Química | Universidade Federal do Maranhão

RESUMO: Os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) são conceituados como o agrupamento de todas as estratégias/táticas, ações/atuações e prevenções/precauções tomadas pela corporação no sentido de minimizar os impactos causados por suas atividades na natureza, objetivando a melhoria da relação entre a empresa e os demais agentes da sociedade. Ou seja, o SGA é um conjunto de procedimentos para gerir ou administrar uma organização, de forma a obter o melhor relacionamento com o meio ambiente, englobando desde uma política de reaproveitamento de água em uma grande mineradora até ações simples como cartazes informativos sobre coleta seletiva, por exemplo. O presente trabalho tem como objetivo abordar os principais conceitos utilizados para a compreensão dos Sistemas de Gestão Ambiental, assim como os seus conceitos legais e normas vigentes.

Palavras Chaves: Licenciamento Ambiental. Sistema de Gestão Ambiental. Impactos Ambientais.

SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

Desde o Brasil Colônia ou período colonial, já havia instrumentos que pretendiam proteger o patrimônio ambiental, embora naquela época a maior preocupação em preservar se dava em função de interesses resultantes da exploração da natureza.

E essa condição durou até o início dos anos 60, quando houve mudanças radicais na legislação ambiental com a criação do Estatuto da Terra (1964) e com o novo Código de Defesa Florestal (1965) que passou a manifestar certa inquietude com os impactos ao meio ambiente resultantes da intervenção humana.

A década de 70 foi o marco em relação a regulamentação e controle ambiental, especialmente com a primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente em Estocolmo, que ocorreu entre os dias 5 a 16 de junho de 1972.

Por mais que tenham se passado quase cinquenta anos, a repercussão sobre o assunto não obteve o alcance esperado para que se desenvolvessem soluções e estimulassem a consciência ambiental.

Em meados da década de 80, a prática de preservar o meio ambiente era considerada apenas uma obrigação, que se baseava em cumprir o que a legislação determinava.

Posteriormente, passou a ser vista como uma necessidade em relação ao setor econômico, que ambicionando a redução de desperdício das matérias primas utilizadas em seus processos, seja de fabricação ou de construção, passaram a aderir à esta proposta ambientalista com o intuito de atribuir à empresa uma imagem positiva.

A partir desse pensamento houveram alertas as nações sobre a procura de alternativas que conquistasse esse desenvolvimento.

Em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ficou também conhecida como RIO-92, foi realizada no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, e obteve grande valor para o movimento que objetivava a proteção ambiental, tendo como resultado a elaboração da Carta da Terra e a Agenda 21.

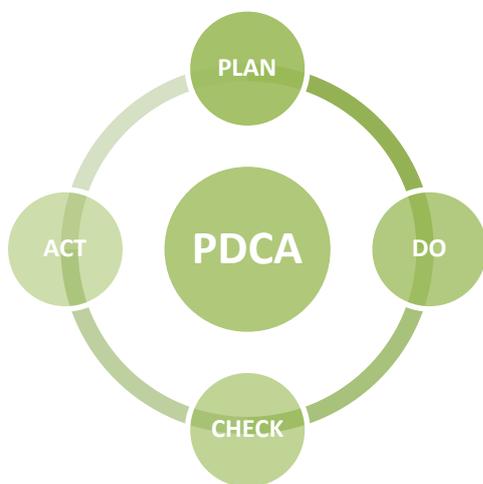
Após essa conferência, o foco foi expandido para todo o processo produtivo, que precisava ser aperfeiçoado com o objetivo de diminuir os impactos, desempenhando de maneira viável uma gestão ambiental.

Sistema é um conjunto de partes inter-relacionadas, e Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é um conjunto de atividades administrativas e operacionais inter-relacionadas para abordar os problemas ambientais atuais ou evitar que eles aconteçam.

Um sistema de Gestão Ambiental é uma estrutura desenvolvida para auxiliar as organizações, independente de seu tipo ou porte, a planejar ações, prevenir e controlar impactos significativos, auxiliar no gerenciamento de riscos e a melhorar continuamente o desempenho ambiental, além da produtividade.

Além disso, um SGA permite avaliar e monitorar a conformidade em relação aos atendimentos dos requisitos legais. Seu princípio básico é o ciclo PDCA, o qual permite que as instituições busquem a melhoria contínua de seus sistemas de gestão (Figura 1).

Figura 1 | Representação do ciclo da melhoria contínua (PDCA)



Fonte: os autores.

Plan (Planejar): com base na política da empresa, essa etapa irá estabelecer os objetivos e os processos que serão necessários para que se atinjam os resultados esperados.

DO (Executar): nesta etapa se implanta tudo aquilo que anteriormente foi planejado.

Check (Verificar): faz parte desta etapa do ciclo, o monitoramento e a medição dos processos que estão em conformidade com as políticas da organização, incluindo todos os objetivos, metas, requisitos legais e os compromissos que foram assumidos pela empresa.

Action (Agir): após a verificação, é hora de implementar medidas necessárias para que haja uma melhoria contínua do desempenho do sistema de gestão, podendo atuar sobre o planejamento e sobre outras etapas do ciclo.

Um bom sistema é aquele que consegue integrar o maior número de partes interessadas para que se trate as questões ambientais. Existem alguns elementos que são essenciais, são eles: a política ambiental, a Avaliação de Impacto Ambiental - AIA, os objetivos, metas e planos de ação, que são os elementos que irão avaliar e acompanhar as atitudes planejadas e o desempenho ambiental da instituição e do próprio Sistema de Gestão Ambiental.

A empresa pode criar seu próprio sistema ou adotar de uma outra corporação. Na implantação de um SGA, o primeiro passo deve ser a formalização por parte da alta administração, que perante a seus colaboradores, enfatiza o desejo da organização em criar ou adotar um SGA, deixando claro a suas intenções e salientando os benefícios que serão obtidos com a admissão deste sistema.

Isso demonstra um comprometimento da alta administração ou em alguns casos dos chefes e gerentes com a responsabilidade de realizar palestras de conscientização e de esclarecimento da dimensão que se quer alcançar a definição da equipe técnica, a realização do diagnóstico ambiental, a definição do cronograma de implantação do sistema, e para finalizar, a oficialização do programa de implantação do SGA.

Segundo a NBR ISO: 14001 (2015), um sistema de gestão ambiental pode:

(...) abordar uma única disciplina ou várias disciplinas (por exemplo, gestão da qualidade, gestão ambiental, gestão da saúde e segurança ocupacional, gestão da energia, gestão financeira). Os elementos do sistema incluem a estrutura da organização, papéis e responsabilidades, planejamento e operação, avaliação de desempenho e melhoria. O escopo de um sistema de gestão pode incluir a totalidade da organização, funções específicas e identificadas da organização, seções específicas e identificadas da organização, ou uma ou mais funções dentro de um grupo de organizações.

Manter um Sistema de Gestão Ambiental em operação pode ser considerado um acordo voluntário privado unilateral, desde que a organização realmente se comprometa em atingir um desempenho superior aos exigidos pela legislação ambiental, à qual está sujeita. Portanto, o SGA deve colaborar para que a empresa opere conforme a legislação ambiental e promova melhorias que possam gradualmente elevar e superar as exigências legais.

LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O licenciamento ambiental é uma exigência legal e uma ferramenta que proporciona ao poder público o controle ambiental, autorizando e acompanhando a implantação e a execução das atividades que usufruem dos recursos naturais ou que sejam julgadas como potenciais poluidoras. Toda empresa que esteja listada na Resolução CONAMA 237 de 1997 é obrigada a ter uma licença ambiental.

Para Fiorillo (2008) o licenciamento ambiental, por sua vez, é o complexo de etapas que compõe o procedimento administrativo, o qual objetiva a concessão de licença ambiental.

Por isso, é importante frisar que o licenciamento ambiental distingue-se do licenciamento administrativo, mesmo obtendo semelhanças.

Segundo o Direito Administrativo, a licença é uma espécie de ato administrativo “unilateral e vinculado, pelo qual a Administração faculta aquele que preencha os requisitos legais o exercício de uma atividade”.

Entretanto, não pode esquecer que a licença ambiental, embora extremamente semelhante à licença administrativa, é informada pelos princípios de Direito Ambiental, que fazem diferença. Ela não é definitiva, mais emitida a termo com prazo de validade e há casos, expressos na lei, em que suas condicionantes podem ser modificadas em benefício da saúde pública; art. 4º do Decreto Lei Nº1413/75 (OLIVEIRA,1999).

É mediante a licença que a alta administração tem seu primeiro contato com os órgãos ambientais e passa a obter conhecimento sobre as suas obrigações em relação ao apropriado controle ambiental de suas atividades.

Desde 1981, de acordo com a Lei Federal 6.938/81, o Licenciamento Ambiental é obrigatório a todas as empresas que tenham em seus processos atividades efetivas ou potencialmente poluentes. Aquelas que funcionam sem a licença poderão sofrer punições previstas na Lei de Crimes Ambientais, instituída em 1988.

A Constituição brasileira decreta que é obrigatório o Estudo de Impacto Ambiental (EIA):

Para assegurar a efetividade desse direito (ao meio ambiente ecologicamente equilibrado), incumbe ao Poder Público ... exigir, na forma de lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de Impacto Ambiental, a que e dará publicidade – art.225, parágrafo 1º, IV, (MACHADO,2000).

Faz-se necessário ressaltar que a Resolução CONAMA 237/97 estabelece que o licenciamento ambiental deve ser requisitado em uma única esfera de ação, embora este tipo de licenciamento exija manifestações por parte do município, que são representadas pelas SMMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente).

A licença ambiental é um documento com prazo de validade determinado pelos órgãos competentes, no qual é estabelecido regras, condições, medidas e restrições de domínio ambiental aos quais a empresa tem que seguir. Dentre as principais características que são avaliadas em todo o processo podemos citar: emissão atmosférica, resíduos sólidos, despejo de efluentes e líquidos poluentes, ruídos e a possibilidade de explosões e incêndios. Ao adquirir uma Licença Ambiental os gestores, acionistas, proprietários e administradores passam a ter o compromisso de manter a qualidade do meio ambiente ao qual a empresa está inserida.

O procedimento envolve três tipos de licenças, ao qual é exigida em determinada etapa do processo de solicitação do mesmo. Dessa forma, temos:

a) Licença Prévia (LP): é presente na primeira etapa, em que o órgão licenciador irá avaliar o aspecto local e a concepção da empresa, e essa se atestará a viabilidade ambiental que por fim irá estabelecer os requisitos básicos para a próxima etapa. A LP serve como base para a edificação de todo empreendimento e nessa fase serão decididos todos os aspectos que se referem ao controle ambiental de toda a empresa. No início do licenciamento o órgão licenciador identifica e define se a área recomendada para a instalação da empresa é tecnicamente adequada. Esse estudo de viabilidade é chamado de Zoneamento Municipal.

b) Licença de Instalação (LI): após ter definido o projeto inicial e as ações de proteção ambiental, esse tipo de licença deve ser requisitado, e assim, deverá se dá início às obras de instalação da empresa ou do empreendimento e de seus equipamentos. O projeto deverá ser executado conforme o exemplar retratado, qualquer alteração feita deve ser formalmente enviada ao órgão licenciador.

c) Licença de Operação (LO): nesta fase há a autorização para o funcionamento da empresa, após a edificação está pronta e todos os aspectos para controle ambiental anteriormente definidos ser verificados quanto à sua eficácia. Na LO as restrições são para controle e condições de operações.

Quando as empresas estão operando sem o licenciamento prévio ou corretivo, os órgãos competentes sugerem a solicitação da licença de operação, já que as licenças de LP ou LI já não se aplicam mais nesta situação, ou seja, a LO pode ser aplicada tanto em empresas que estão esperando por autorização para funcionamento ou para empresas que já operam e estão em busca de se regularizar. Normalmente, é dado um prazo para que os empreendimentos se adequem ao sistema de controle ambiental.

O prazo de validade de cada licença varia bastante de acordo com a atividade e tipologia, as condições ambientais da área onde a empresa está instalada, além de outros fatores. O órgão ambiental estabelece o período e especifica na licença de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA 237/97.

Ainda que o processo com as três licenças citadas anteriormente serem de ampla utilização nacional e internacional, a existência de legislações que implantam outros tipos de licenças em determinados Estados, geralmente mais simplificadas ou constituindo a fusão de duas fases do processo em que são utilizadas em processos de empreendimentos de menor impacto ambiental.

Etapas para o Licenciamento Ambiental

Quanto ao procedimento para a obtenção do licenciamento ambiental, este possui disciplina legal no art.10 da Resolução CONAMA 237/97 o qual é dividido em 8 etapas que serão citadas abaixo:

Art. 10 - O procedimento de licenciamento ambiental obedecerá às seguintes etapas:

I - Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;

II - Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;

III - Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;

IV - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

V - Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;

VI - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

VII - Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;

VIII - Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade. (In verbis).

Vale ressaltar, que embora se desenvolva em várias fases, o procedimento administrativo do licenciamento ambiental é único, pois se assim não fosse, se abre a possibilidade de se ter, por exemplo, a fase de licença prévia vinculada, enquanto que as fases de instalação e operação serem atos discricionário, considerando ser a licença prévia mais rigorosa em suas exigências, facilitando a obtenção das demais licenças (OLIVEIRA, 2005).

Procedimentos para a obtenção de licenciamento ambiental na mineração

Os processos para a obtenção do licenciamento para empresas de mineração não são únicos. Esta função é do Estado, onde se realiza o licenciamento levando em consideração o tipo de regime, ao qual será submetida a substância mineral que será explorada.

As modificações estaduais se limitam à nomenclatura das licenças e à estrutura do sistema de licenciamento, o que não altera em momento algum, o procedimento geral. Isso não ocorre nos regimes de aproveitamento, pois estes dividem o procedimento, dando a cada um deles encaminhamento diferentes, os quais são citados a seguir:

Regime de Concessão: quando depender de portaria de concessão do Ministro de Estado de Minas e Energia;

Regime de Licenciamento: quando depender de licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais e de registro da licença no Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;

Regime de Autorização: quando depender de expedição de alvará de autorização do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;

Regime de Permissão de lavra garimpeira: quando depender de portaria de permissão do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;

Regime de Monopolização: quando, em virtude de lei especial, depender de execução direta ou indireta do Governo Federal.

Os empreendimentos de mineração licenciam-se seguindo o modelo das três licenças, porém com algumas alterações, visto que existe a exigência legal para a recuperação da área lavrada. As empresas mineradoras, então, devem apresentar além dos documentos convencionais que são impostos a todo e qualquer empreendimento, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, como parte complementar do EIA/RIMA e do Plano de Controle Ambiental- PCA.

Devido a estas e outras características das atividades de mineração, as normas e os procedimentos para se obter o licenciamento ambiental, são comandadas por regulamentação específicas retratada na Resolução CONAMA 009/90 e 010/90, tendo como pontos mais importantes dessas resoluções os citados abaixo:

- Dispensa do Licenciamento Ambiental para a fase de exploração ,exceto no casos onde esta se fizer acompanhar da produção do minério, mediante o uso de Guia de Utilização.
- Possibilidade de dispensa do EIA/RIMA para empreendimentos que explore minerais de classe II,devendo ser apresentado em substituição o RCA, de acordo com as diretrizes do órgão ambiental.
- É obrigatorio a apresentação de EIA/RIMA para empreendimentos que explorem minerais de classes I,III,IV,V,VI,VII,VII e IX, para a obtenção da Licença Prévia(LP).
- Requerimento da LO vinculada à obtenção de Portaria de Lavra e a implantação dos projetos constantes pelo PCA e aprovados pela LI.
- A existencia de obrigatoriedade na apresentação da LI para se obter o Registro de Licenciamento do DNPM.
- Cocondicionamento par a concessão pelo DNPM para a obtenção da LI de um projeto que é cedida por meio de aprovação do EIA/RIMA.

Documentos Especificos para o licenciamento ambiental mineral

Como diferentes documentos são exigidos ao longo da solicitação do Licenciamento Ambiental, muitos destes são suscetíveis de serem utilizados como ferramenta de um SGA, dentre os quais, podemos citar:

a) Estudo de Impacto Ambiental: é obrigatorio que os empreendimentos realizem um estudo prévio de impactos ambientais objetivando conciliar a proteção do meio ambiente com os avanços das atividades econômicas e/ou sociais. Este tipo de obrigatoriedade é concedida pelo artigo 225 da Constituição Federal e pela Lei Federal 6.936/81, assim como por constituições estaduais, leis orgânicas e municipais. Porém sua composição é baseada nas seguintes Resoluções CONAMA:

- Resolução CONAMA 001/86.
- Resolução CONAMA 010/90.

A primeira resolução citada a cima regulamenta os critérios básicos que são exigidos para os estudos de impactos ambientais, a segunda autoriza o Estado decidir se cede ou não a dispensa do EIA/RIMA para os empreendimentos que irão explorar bens minerais de classe II e a sua substituição destes pelo RCA e PCA. Os pontos mais importantes dessas duas resoluções e que se refere a mineração são os seguintes:

- O EIA deveser realizado por uma equipe multidisciplinar e que seja independente do empreendedor.
- O EIA/RIMA deve ser apersentado ao órgão estadual autorizado ou ao Instiuto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) em casos em que a instalação do empreendimento for em áreas que pertença ao patrimônio nacional.
- O RIMA deve apresentar uma liguagem clara e obejtiva e que seja de fácil compreensão a todos os públicos e aos demais órgãos.
- Os órgãos estaduais quando julgarem necessário podem requisitar uma audiência pública com as partes interessadas para uma debate sobre o RIMA.

b) Relatório de Controle Ambiental: conforme for o tamanho da organização, o ecossistema que será impactado, e a juízo do órgão licenciador estadual o EIA/RIMA pode ser substituído pelo RCA. No entanto este relatório deverá conter: todos os elementos que se referem à elaboração do projeto, a descrição ambiental do sítio e de seu entorno e os impactos que foram previstos, assim como as ações mitigadoras para o controle e restabelecimento final da área.

c) Plano de Controle Ambiental: é um documento que contém todas as instruções para a realização do monitoramento ambiental, assim como os projetos para as ações mitigadoras e/ou corretivas, além do PRAD.

d) Plano de Recuperação da Área Degradada: foi previsto a recuperação de áreas degradadas iniciamente na Política Nacional de Meio Ambiente que inseriu a recuperação da qualidade ambiental como um de seus objetivos, logo após a Constituição Federal de 1988 certificou esta intenção ao afirmar que todos aqueles que explorarem recursos minerais ficaria obrigado a recuperar o meio ambiente que for degradado de acordo com as medidas exigidas pelo órgão competente em forma de lei. Através do Decreto 97.632/89 se estabeleceu: 180 dias para que os empreendimentos que já existiam apresentassem seu PRAD e a presença obrigatória do EIA/RIMA juntamente com o citado anteriormente em casos de novas empresas. Desde então, os Estados passaram a introduzir essas normas às suas legislações, por meio de resoluções próprias, seguindo a orientação técnica de colocar em prática o plano de recuperação simultaneamente às etapas de implantação e de lavra. Em casos de empreendimentos cujas obras que requeiram materiais de empréstimos e que necessitem de bota-fora para a destinação de rejeitos e excedentes de materiais de construção, o PRAD é incluído.

e) Projeto Básico Ambiental: é um documento que apresenta todas as ações de controle e os programas ambientais que foram propostos no EIA. Este documento deve ser apresentado para a obtenção da LI.

f) Plano de Controle Ambiental: deve conter os projetos executivos de minimização dos impactos ambientais avaliados através de EIA/RIMA e entregues para a obtenção da Licença Prévia.

Lei Complementar Nº140/2011

Foi sancionada a Lei Complementar nº140/11, a qual fixa normas nos termos do inciso III,VI,VII do caput e do parágrafo único do artigo 23 da Constituição Federal, com o objetivo de haver uma cooperação entre a União, o Distrito Federal, os Estados e Municípios para a proteção do meio ambiente, com o fim de proteger, defender e conservar o equilíbrio ambiental por meio de gestões descentralizadas, democráticas e eficientes.

Segundo Machado, (2012) " A Lei Complementar nº140 é, pois, uma norma geral." De acordo, com a lei nº140, esta estabelece a autoridade para fiscalização dos entes federativos, permanecendo a concessão a todos estes entes para a adoção de ações emergentes para que se evite os danos ambientais, mesmo que a autoridade para lavrar auto de infração e os processos administrativos sejam realizados por um órgão licenciador.

Desta maneira, o licenciamento ambiental dos entes federativos ficou de acordo com a abrangência do impacto: se for local, cabe aos municípios licenciar; se ultrapassar mais de um município dentro do mesmo Estado, a este fica a responsabilidade de realizar o licenciamento; e se exceder as fronteiras do Estado ou do país, cabe ao órgão federal específico efetuar os procedimentos para o licenciamento ambiental.

Vale ressaltar que não se deve confundir competência para fiscalizar com a de licenciar, visto que, por exemplo, se houver a presença de um dano ambiental, o ente que primeiro tiver consciência dos fatos deve exercer as atividades atinentes à polícia ambiental fiscalizadora.

AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL (AIA)

A avaliação de impacto ambiental tornou-se um técnica de identificação de riscos e uma ferramenta de prevenção de danos ambientais, pois ela comanda um processo formal minucioso de verificação e análises da viabilidade ambiental. Assim sendo, melhor será a indentificação dos potenciais riscos das empresas, antes de sua aprovação (motivo pelo qual muitas vezesos estudos são chamados de estudos “prévios”de impacto ambiental).

Segundo Milaré (2000):

No ordenamento jurídico brasileiro, a avaliação de impacto ambiental (AIA) é enxergada ora como instrumento de planejamento e gestão, ora como um procedimento associado à alguma forma de processo decisório, como o licenciamento ambiental. Estas duas dimensões são, na verdade, indissociáveis e, no conjunto , têm por objetivo analisar a viabilidade ambiental de um projeto, programa ou plano.

Portanto, a AIA é um instrumento de planejamento, formado por atividades eminentemene técnico-científicas, executadas com o intuito de prever, indicar e interpretar as repercussões e consequências sobre o meio ambiente das ações dos seres humano que estão preditas no projeto, e possibilitar elementos de análise que possam permitir chegar a uma conclusão em função dos empreendimentos, se estes além de serem vistos como viáveis economicamente e socialmente, também estão dentro dos limites toleráveis pela sociedade para a degradação ambiental causadas por eles.

Além de todas estas funções, a AIA ainda obtém uma segunda finalidade que é permitir que todos os envolvidos (a pessoa responsável pela proposta do projeto, as autoridades e o público), a oportunidade de conhecimento dos projetos e seus resultados, resguardando os segredos tecnológicos. A AIA não é, então, um instrumento de decisão, mas um instrumento de subsídio ao processo de tomada de decisões.

As atividades de “identificação”, “previsão” e “interpretação” são realizadas por meio do EIA, já a função de “comunicação” é realizado pelo RIMA. Por mais que exista uma forma geral de tramitação das AIA, cada país pode possuir processos distintos. Esses processos determinam a necessidade ou não de por em prática as AIA, a necessidade de termos de referência, a maneira como o público deve participar, e a forma de aceitar ou não o licenciamento de uma empresa.

Os métodos e as técnicas da AIA são mecanismos que auxiliam na coleta, análise, comparação e organização de dados e informações sobre os impactos ambientais de uma proposta, o que inclui os meios de comunicação que irão ajudar na apresentação escrita e visual dessas informações.

Esses métodos podem ser agrupados de acordo com a atividade desenvolvida ou para qual sua utilização seja mais apropriada. Dessa forma podemos dividir esses métodos em duas categorias:

- a. Métodos para a fase de identificação
- b. Métodos para a fase de avaliação

Para a fase de avaliação temos o método AD-HOC, *Checklists*, Superposição de Cartas e Redes de Interações.

- **AD-HOC:** utiliza a prática de reuniões entre especialistas de diferentes áreas para a obtenção de dados e informações a curto prazo, imprescindíveis a conclusão dos estudos. São elaborados para cada projeto específico, e os impactos são identificados através de *brainstorming*, caracterizados e sumariados através de tabelas e matrizes.

- **CHECKLISTS:** representa um dos métodos mais utilizados na AIA e consiste na identificação e enumeração dos impactos realizados por especialistas dos meios físicos, biótico e socioeconômico. Apresenta vantagens como o emprego imediato na avaliação qualitativa dos impactos mais relevantes, contudo por desconsiderarem as relações de causa e efeito, são somente adequados para avaliações preliminares.

- **Superposição de Cartas:** consiste na confecção de uma série de cartas temáticas, uma para cada fator ambiental, em que se organizam os dados em categorias. São utilizadas para a exibir a situação do meio ambiente de uma determinada área geográfica. É extremamente útil para para aqueles estudos que abrangem alternativas de localização e dimensão espacial.

- **Redes de Interações:** estabelecem as relações de causa x condições x efeitos que permitem retratar baseado no impacto inicial, o conjunto de intervenções que o desencadeariam direta ou indiretamente. Neste tipo de método podem ser associados valores para que se obtenha um índice global de impactos.

Os métodos listados acima são voltados apenas para identificação dos impactos, os que são direcionados para a avaliação propriamente dita são voltados para a comparação de alternativas e podem ser classificados de acordo com o modo que incorporam a opinião pública no processo. Com isso, há métodos que utilizam a opinião de diferentes públicos e há métodos que desconsideram este tipo de julgamento.

- **Método Battelle:** este método tem como principal característica a explicitação das bases de cálculo dos índices que serão utilizados nos julgamentos de valor. É um método hierarquizado cujo os procedimentos conduzem a obtenção de uma avaliação integrada dos impactos, aos quais resulta em um índice correspondente ao valor total dos impactos ambientais. Este método associa valores qualitativos para quatro categorias: ecologia, contaminação ambiental, aspectos estéticos, e interesses humanos. Cada categoria contém 18 componente que se subdivide em 78 parâmetros. Para que as avaliações possam de fato contribuir para os processos de decisões, se faz necessário que estas sejam bem explicitadas as bases de cálculo, tanto para que se determine a sua magnitude quanto para a valorização de sua importância.

REQUISITOS GERAIS DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

Para efeito de certificação, registro ou autodeclaração, a empresa deve estabelecer, documentar, implementar, manter e continuamente melhorar seu Sistema de Gestão Ambiental, conforme os princípios e os elementos mostrados na Figura 2.

Figura 2| Sistema de Gestão Ambiental



Fonte: (NBR ISO 14001/2004).

Princípio 1 | Política Ambiental

É um conjunto de ações e práticas tomadas por um governo ou por uma organização com o objetivo de preservar o meio ambiente e garantir o desenvolvimento sustentável do planeta.

A política ambiental deve:

- Ser mantida como informação documentada;
- Ser comunicada na organização;
- Estar disponível para as partes interessadas.

A política ambiental determina o nível de responsabilidade e o desempenho ambiental requeridos pela instituição, pelos quais todas as medidas subsequentes serão julgadas. As políticas devem manifestar-se por meio de declarações escritas com compromisso da alta administração por certo desempenho ambiental.

A ISO 14004 sugere que uma política ambiental considere os seguintes itens:

- a) missão, visão, valores e crenças da organização;
- b) princípios orientadores;
- c) condições locais ou regionais específicas;
- d) compromissos com a preservação da poluição e a melhoria contínua;
- e) requisitos das partes interessadas e comunicação entre elas;
- f) coordenação com outras políticas;
- g) compromissos com o atendimento aos requisitos legais.

Princípio 2 | Planejamento

Nesta etapa, recomenda-se a formulação de um plano que deve cumprir a política ambiental. Leva-se em conta as diretrizes que são apontadas na etapa anterior, tendo como base os aspectos ambientais de maior relevância, ou seja, o foco são aqueles elementos que são de responsabilidade da organização e que de alguma maneira possam interagir com o meio ambiente e por consequência desta interação, causar impactos ambientais significativos.

- a) Identificação de aspectos ambientais e AIA associados;
- b) Requisitos legais e outros dispositivos ;
- c) Critérios internos de desempenho;
- d) Objetivos e metas ambientais;
- e) Programa de gestão ambiental

Princípio 3 | Implementação e Operação

Para que haja uma efetiva implementação é recomendável que uma organização desenvolva a capacitação e os mecanismos de apoio que são necessários para atender sua política, seus objetivos e metas ambientais.

Nessa etapa, o objetivo fundamental é a redução dos aspectos ambientais críticos descobertos na etapa anterior a esta. Deve-se manter a listagem de documentos comprobatórios das melhorias ambientais, além de todo controle operacional e emergencial.

- **Operações e capacitações:**
 - a) Recursos humanos, físicos e financeiros;
 - b) Harmonização e integração do SGA;
 - c) Responsabilidade técnica e pessoal;
 - d) Conscientização ambiental e motivação;
 - e) Conhecimentos, habilidades e atitudes.
- **Ações de apoio:**
 - a) Comunicação e relato;
 - b) Documentação do SGA;
 - c) Controle operacional;
 - d) Preparação e atendimento a emergências.

Princípio 4 | Verificação

As organizações devem aferir, monitorar e fazer avaliações de seu desempenho ambiental. Os resultados obtidos devem ser compatíveis com os objetivos determinados inicialmente.

Nessa etapa, caso os objetivos e metas não tenham sido atingidas, deve-se aplicar medidas corretivas e preventivas para as inconformidades, mantendo a rigorosidade no controle dos registros e auditorias internas.

Princípio 5 | Análise Crítica (pela administração) e Melhoria

As organizações devem analisar de maneira crítica e posteriormente aperfeiçoar com regularidade seu sistema de gestão ambiental tendo como objetivo a melhoria em seu desempenho ambiental global. A alta administração deve efetuar a revisão sistemática dos resultados, planejando o próximo ciclo, com foco exclusivo na melhoria ambiental contínua, mantendo, assim, o formato espiral de desenvolvimento do processo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm Acesso em: 22/10/2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama 237/1997: Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>. Acesso em: 10/11/2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 9/1990. Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III a IX.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=106>. Acesso em: 10/11/2019.

____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 10/1990. Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=107>. Acesso em: 10/11/2019.

____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 001/1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.** Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf. Acesso em: 10/11/2019.

____. **Lei Complementar nº 140/2011.** Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do **caput** e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios...; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LCP/Lcp140.htm. Acesso em: 30/10/ 2019.

____. **Decreto Nº 97.632/1989.** Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm. Acesso em: 30/10/ 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14004. **Sistemas de gestão ambiental - Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de suporte.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

____. NBR ISO 14004. **Sistemas de gestão ambiental - Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de suporte.** Rio de Janeiro: ABNT,2004.

____. NBR ISO 14001. **Sistema de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso.** Rio de Janeiro: ABNT,2004.

____. NBR ISO 14001. **Sistema de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso.** Rio de Janeiro: ABNT,2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. DNPM. **Economia Mineral do Brasil.** Brasília,2009.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro. 9 ed.** São Paulo: Saraiva, 2008.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro. 8ª ed. rev., atual. e reform.** São Paulo: Malheiros, 2000.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro. 20ª ed. rev., atual. e reform.** São Paulo: Malheiros, 2012.

MILARÉ, Edis. **Direito do ambiente**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000.

OLIVEIRA, Antônio Inagê de Assis. **O Licenciamento Ambiental**. São Paulo, Editora Iglu, 1999.

OLIVEIRA, Antônio Inagê de Assis. **Introdução à legislação ambiental brasileira e licenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005.

Capítulo III

Desenvolvimento de uma proposta de Situação de Estudo no Ensino Médio: a temática Resíduo Sólido

Amanda Fernandes dos Santos Rodrigues

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática | Universidade Federal de Uberlândia
amandafsrodrigues@hotmail.com

Milton Antonio Auth

Doutor em Educação | Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO: A falta de significação do conhecimento, de interação com os estudantes e os demais colegas de profissão, aliada à exagerada reprodução de conteúdo, acaba limitando o processo de ensino-aprendizagem e a exploração de temas relevantes. Com o intuito de contribuir para o desenvolvimento discente, com participação ativa, com visão crítica, e envolto em processo interativo e contextualizado, o presente capítulo apresenta os resultados da organização, elaboração e desenvolvimento de uma proposta de Situação de Estudo com a temática Resíduo Sólido. Trata-se de um Estudo de Caso, pautado na perspectiva da pesquisa-ação com abordagem qualitativa. Os sujeitos da pesquisa foram estudantes de uma turma de 1ª ano do Ensino Médio concomitante com o Ensino Profissional, em uma escola técnica do estado de Goiás. Os registros e produções no decorrer do desenvolvimento da Situação de Estudo foram a base para a composição dos dados. Para a análise das informações foram elaboradas as categorias: (i) interações sociais; (ii) ações interdisciplinares, (iii) problematização, (iv) tomada de consciência e (v) significação conceitual.

Palavras-chave: Situação de Estudo; Interdisciplinaridade; Resíduo Sólido.

INTRODUÇÃO

O escopo das atividades de Ensino de Ciências Naturais realizadas em sala de aula, muitas vezes, não permite o desenvolvimento da visão crítica da realidade, da própria ciência e dos meios de produção por meio de desafios contextualizados e práticos. Para superar esse cenário, o docente deve estar atualizado dos fatos e acontecimentos do mundo, como também dos conhecimentos de tendências educacionais para contribuir com suas experiências desenvolvidas em sala de aula. De acordo com Elliott (1998),

os problemas não são idealizados/moldados e estabelecidos numa perspectiva externa de assessores, mas da perspectiva interna dos práticos. Através da reflexão em ação os problemas são construídos e estabelecidos a partir de fenômenos encontrados em sala de aula. É um processo que une e integra “sabedoria, conhecimento implícito, planos, técnicas, ideais e justificação, todos radicados na experiência”. (p.141).

O professor deve realizar reflexões sobre sua profissão, avaliando sua prática docente em sala de aula constantemente, pois, segundo Pereira (1998),

não é possível produzir desenvolvimento do currículo sem desenvolvimento do professor, o que significa que os currículos não são simplesmente meios de instrução para melhorar o ensino, mas expressões de ideias para a melhora dos professores. Acreditava que se os professores melhorassem, o ensino e os alunos seriam beneficiados. Daí o caráter fundamental dos professores como pesquisadores sobre o desenvolvimento do currículo. (p.160).

Nesse contexto, a pesquisa-ação beneficia a atividade prática do professor. Para Elliot (1998) os práticos, por meio do processo contínuo de reflexão e ação, contribuem para a dinâmica da sala e de aula e o ensino, destacando os seguintes pontos:

Aclarar e diagnosticar uma situação prática ou um problema prático que se quer melhorar ou resolver, formular estratégias de ação, desenvolver essas estratégias e avaliar sua eficiência, ampliar a compreensão de nova situação (situação resultante) e proceder os mesmos passos para a nova situação prática (PEREIRA, 1998, p.162).

Na mesma direção, a metodologia desafiadora e ativa é melhor desenvolvida com estratégias de ensino como, Situação de Estudo (SE), projetos, abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e investigação, permitindo que as experiências do cotidiano dos estudantes sejam trazidas para a escola e, a partir delas tornar a sala de aula um ambiente de investigação, de crítica e de proposição.

A Situação de Estudo, segundo Auth e Meller (2007), consiste em uma modalidade didática de organização do conhecimento para superar a abordagem linear e fragmentada dos conteúdos. Ainda para esses autores:

A estruturação e desenvolvimento, mais recentes, de Situações de Estudo (SEs), constitui uma forma com bom potencial para redirecionar a formação de professores de Ciências da escolarização básica, uma vez que proporciona aos docentes trabalharem em equipe, de forma interdisciplinar, e abre espaços para reflexões, discussões em torno do que ensinar, como ensinar e para que ensinar (AUTH; MELLER, 2007, p. 7).

Os encontros de estudo e reflexão são momentos oportunos para o diálogo entre professores para compreender: os conceitos relevantes, em cada componente curricular, no processo de ensino-aprendizagem; as estratégias didático-pedagógicas que trouxeram resultados significativos em relação à interação social dentro de sala de aula; e, os valores responsabilidade, cooperação, autonomia e iniciativa necessitam ser enfatizados durante o desenvolvimento das aulas, como discutido por Auth (2002). A partir desses diálogos, o professor sente-se mais seguro para elaborar uma SE, contando com a parceria de professores, podendo apresentar aos estudantes conhecimentos científicos de forma mais significativa, ou seja, através do entendimento e pontos de vista de outras áreas concomitantemente.

Conforme afirma Auth (2002, p. 106), “a exploração de temas significativos da realidade dos alunos, numa perspectiva de alcançar compreensões mais amplas desta, procuramos viabilizar com o desenvolvimento de unidades temáticas”.

As unidades temáticas, na perspectiva de Auler, Dalmolin e Fenalti (2009, p.67), “como organização curricular está estruturada e baseada em temas, a partir dos quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas, sendo a conceituação científica da programação subordinada ao tema”. Em concordância com essa proposta de trabalho, o guia de orientação metodológica para a componente curricular Ciências Aplicadas discute a relevância da temática para organizar os conteúdos a serem ministrados das componentes curriculares de Biologia, Física e Química.

Angotti (1993), a partir de uma leitura freiriana, comenta sobre abordagem temática em sintonia com as crenças, contradições e necessidades de problematização com os grupos que frequentam as escolas, bem como a articulação de conhecimentos com temas. Para Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), a apreensão/apropriação de conteúdos na perspectiva da compreensão de temas, coloca-se na perspectiva de instrumentalizar o estudante para uma melhor compreensão e atuação na sociedade contemporânea.

Neste sentido, entende-se que, para uma leitura crítica do mundo contemporâneo, para o engajamento em sua transformação, torna-se, cada vez mais, fundamental uma compreensão crítica sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), considerando que a dinâmica social contemporânea está progressivamente condicionada pelos avanços no campo científico-tecnológico (AULER, DALMOLIN e FENALTI, 2009, p.71).

A temática Resíduos Sólidos foi escolhida segundo a concepção freiriana em que se perpassa por cinco etapas: levantamento preliminar, análise das situações e escolha das codificações, diálogos descodificadores, redução temática e trabalho em sala de aula (FREIRE, 1987).

A primeira etapa consiste de levantamento preliminar, momento de conhecer melhor o local onde será desenvolvido o estudo e, também, um maior envolvimento com as pessoas por meio de conversas e informações.

Em continuidade, a análise das situações e escolha das codificações, a partir dos conhecimentos espontâneos das vivências é chegada a hora de preparar os conhecimentos científicos a serem ministrados. Esses conhecimentos serão apresentados na terceira etapa, diálogos descodificadores, em que ocorrerá a obtenção dos temas geradores.

A partir de então, na quarta etapa, da redução temática, começa a elaboração da Situação de Estudo a ser desenvolvida de maneira interdisciplinar por meio da identificação e seleção dos conteúdos específicos necessários para a compreensão do tema. A última etapa, trabalho em sala de aula, é aplicada após a escolha do tema e a elaboração do material didático a ser utilizado na sala de aula.

Nesse sentido, o capítulo apresenta como objetivo principal desenvolver uma Situação de Estudo¹, de forma interdisciplinar, para a execução de práticas mais significativas aos alunos, a partir da temática Resíduos Sólidos. Também são objetivos do trabalho avaliar, a partir das observações e da realização das atividades da Situação de Estudo, aspectos que contribuem para o processo de ensino-aprendizagem e disponibilizar virtualmente a SE para que outros professores possam utilizá-los como referencial.

TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

¹ Os resultados apresentados nesse capítulo são referentes a Situação de Estudo proposta no livro 'Resíduos Sólidos: Proposta Interdisciplinar De Situação De Estudo'. Disponível em: <https://editoracolab.com/>

Abordagem e metodologia de pesquisa

A presente pesquisa tem por base a abordagem qualitativa, em que o pesquisador deve orientar seu trabalho a partir do entendimento específico do tema da pesquisa.

Nesse tipo de pesquisa podem ou não ser levados em consideração critérios estatísticos e deve-se atentar para a análise dos registros e produções para evitar a distorção na interpretação deles, lembrando que, na pesquisa qualitativa, as questões de interesses em estudo vão se ajustando à medida que os registros, dados e produções vão se desenvolvendo.

Nessa perspectiva, para Flick (2009) a pesquisa qualitativa compreende o estudo das relações sociais em vários âmbitos da vida, sendo perceptível a diversidade de ambientes, estilos e formas de vida. As pesquisas devem ser limitadas segundo o local, o tempo e a situação visando uma descrição mais detalhada e realista do tema.

Os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa consistem na escolha adequada de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte do processo de produção de conhecimento; e, na variedade de abordagens e métodos (FLICK, 2009, p.23).

O Estudo de Caso como metodologia de pesquisa, conforme Yin (2010, p.24), “é usado em muitas situações para contribuir ao nosso conhecimento dos fenômenos individuais, grupais, organizacionais, sociais, políticos e relacionados”, visando investigá-los em profundidade no contexto da vida real, sem, obrigatoriamente, delimitar contexto e fenômeno claramente, incluindo o processo de coleta e análise dos registros e produções para caracterizar o essencial do Estudo de Caso a ser pesquisado (YIN, 2010, p.39-40).

O Estudo de Caso constitui a metodologia do presente capítulo com o intuito de compreender a demanda pedagógica e estrutural do Programa Escola SESI Para o Mercado de Trabalho e contribuir com a elaboração, o desenvolvimento da Situação de Estudo, em especial na componente curricular Ciências Aplicadas. A turma selecionada foi da 1ª série do Ensino Médio concomitante com o Ensino Profissional, no Estado de Goiás, local onde atua profissionalmente a autora deste trabalho.

De acordo com Yin (2010),

Em resumo, o método do estudo de caso, permite que os investigadores retenham características holísticas e significativas dos eventos da vida real – como os ciclos individuais da vida, comportamento dos pequenos grupos, os processos organizacionais e administrativos, a mudança de vizinhança, o desempenho escolar, as relações internacionais e a maturação das indústrias (p.24).

Um critério de Estudo de Caso exemplar, como mencionado anteriormente e referenciado por Yin (2010), é a presença de evidências claras e suficientes na coleta de registros e produções. Portanto, a escolha de instrumento de pesquisa, dependerá da capacidade de representação fiel de aspectos da realidade que se pretende pesquisar, sendo o conteúdo e a confiabilidade as principais características na decisão da escolha do instrumento dos registros e produções. A documentação, os registros em arquivo e a observação participante serão utilizados para tal fim.

A pesquisa-ação é uma metodologia de pesquisa onde conta-se com a colaboração e negociação entre o professor da sala de aula (práticos) e o professor especialista (teóricos) com a finalidade de ampliar a autonomia do prático em relação ao currículo no contexto da sala de aula (ELLIOTT, 1998). Para tanto, o teórico é considerado importante na escola, a partir do momento que consegue “habilitar os professores (práticos) a tornarem-se parceiros ativos na geração e disseminação de conhecimentos sobre como produzir convenientemente o currículo e as mudanças pedagógicas” (ELLIOTT, 1998, p.142).

Ainda para Elliott (1998),

o principal objetivo da pesquisa-ação que tenho descrito é desenvolver mais a prática que o praticante. O desenvolvimento do professor vem a ser um objetivo secundário subordinado em contextos onde praticantes são livres para experimentar com sua prática, mas não têm desenvolvido suficientemente aquelas capacidades necessárias para exercer esta liberdade (p.143).

Registros e produções

A realização dos registros, organização dos dados e produções ocorreu no período compreendido entre agosto e novembro do ano de 2017 em momentos distintos. Mas, anterior a esse processo foram realizados contatos por meio de reuniões com a direção e com a coordenadora pedagógica da escola, com a finalidade de esclarecer os objetivos da pesquisa e sanar dúvidas referentes ao desenvolvimento da Situação de Estudo na turma de 1ª série do Ensino Médio concomitante com o Ensino Profissional do Estado de Goiás. E, após contatos iniciais e a aprovação da direção e coordenação da escola para realização da pesquisa, foram redigidos os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido que oficializaram nossa presença, o desenvolvimento da Situação de Estudo e os registros visando à produção dos dados e sua análise. Os termos foram feitos para os/as 32 estudantes, bem como os/as seus/as responsáveis, que também foram solicitados/as a consentirem, de forma livre e esclarecida, com a participação na pesquisa.

A Situação de Estudo foi organizada em três módulos, conforme disposto no quadro 01, os quais foram acompanhados pela pesquisa.

Quadro 1 | Organização dos módulos de desenvolvimento da Situação de Estudo

| Nº do módulo | Nome do módulo | Nome da aula |
|--------------|--|--|
| 1ª | Domínio de linguagens científico-tecnológicas | Rejeito ou Resíduo - qual e em que contexto usar cada termo? |
| 2ª | Compreensão de fenômenos, processos e sistemas | Coleta seletiva: o que é, como e por que separar os resíduos urbanos? |
| | | Coleta seletiva e suas classes (papel, plástico, vidro, metal, dos orgânicos e outros) |
| | | Ciclos Biogeoquímicos: ambientes e composições |
| | | Ciclos Biogeoquímicos: água, carbono, oxigênio e nitrogênio |
| | | Propriedades físico-químicas dos resíduos recicláveis |
| | | Noções de estatística: organização e tabulação de um conjunto de informações |
| 3ª | Aplicação do conhecimento | Noções de estatística: formulários eletrônicos na construção de gráficos. |
| | | Artefatos musicais: uma proposta de aplicação dos conceitos científicos sobre a reutilização de resíduos |
| | | Ondulatória: acústica, sistemas oscilantes e tecnologia |

Esses módulos foram desenvolvidos na componente curricular de Ciências Aplicadas, com carga horária semanal de uma aula, com duração de 50 minutos e os instrumentos de pesquisa para os registros, organização dos dados e produções da Situação de Estudo foram a documentação, o registro em arquivo e a observação participante. O registro em arquivo é formado por meio da produção dos estudantes durante a realização das atividades propostas na Situação de Estudo (ver nota¹).

A observação participante constitui “uma modalidade especial de observação na qual você não é simplesmente um observador passivo. Em vez disso, você pode assumir vários papéis na situação de Estudo de Caso e participar nos eventos sendo estudados” (YIN, 2010, p.138). É importante ressaltar que esse instrumento de registro não será tão preciso como os demais devido ao maior envolvimento do pesquisador na situação desenvolvida. No caso presente, a autora do capítulo participa em dois momentos da pesquisa, como “professor-pesquisador” e “professor-aplicador”.

Tratamento de dados

A etapa de tratamento de dados abrange a organização, classificação e análise, além de comparar os objetivos gerais e específicos e os resultados, analisar o uso dos instrumentos previstos, direcionar as metas determinadas de cada etapa do processo e discutir e categorizar os dados qualitativos a partir dos registros realizados no decorrer do desenvolvimento do trabalho.

De acordo com Minayo (2005) a análise de uma pesquisa de abordagem qualitativa consiste em “separar as diferentes modalidades dos instrumentos aplicados e dos materiais históricos e institucionais recolhidos”. Esta modalidade de pesquisa permite uma maior dinamicidade entre os materiais coletados por meio das produções dos estudantes realizadas em registros de caderno, desenhos, *Word*[®], apresentações em *Power Point*[®], formulário eletrônico e protótipo e, as categorias a serem organizadas, tendo como base a reflexão, o tema a ser estudado e a pergunta inicial que norteia o trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a interpretação dos registros e composição dos dados a partir das atividades desenvolvidas na Situação de Estudo sobre a temática Resíduo Sólido foram criadas as seguintes categorias de análise: interações sociais, ações interdisciplinares, problematização, tomada de consciência e significação conceitual.

Interações Sociais

Na primeira categoria foram analisadas as interações dos estudantes durante as atividades, conforme retomada do quadro 2 a seguir, desde a primeira aula, com o levantamento dos conhecimentos espontâneos, perpassando pelas atividades construídas em grupo, bem como as interações que ocorreram durante as discussões surgidas em sala de aula.

Quadro 2 | Atividades consideradas como registro em arquivo em determinadas aulas

| Nº da atividade | Nome da atividade | Recurso |
|-----------------|--|---|
| 1ª | Levantamento dos conceitos espontâneos sobre "rejeito" e "resíduos". | Questionário |
| 2ª | Pesquisa dirigida sobre as classes da coleta seletiva (papel, plástico, vidro, metal, orgânicos e outros) | <i>Power Point®</i> |
| 3ª | Representação gráfica dos ciclos biogeoquímicos (água, carbono, oxigênio e nitrogênio) | Representação gráfica |
| 4ª | Levantamento de problemáticas da classe da coleta seletiva (papel, plástico, metal, vidro, orgânicos e outros) | <i>Word®</i> |
| 5ª | Tabela e gráfico: organização das informações representadas em uma notícia | Periódicos, jornais e revistas |
| 6ª | Formulário eletrônico na construção de gráficos | Formulário eletrônico <i>Google Docs</i> |
| 7ª | Proposta ou protótipo de artefatos a partir de materiais recicláveis | <i>Power Point®</i> ou protótipo |

Fonte: Própria.

A partir das interações ocorridas durante o desenvolvimento das atividades da Situação de Estudo pode-se observar que os estudantes apresentaram uma nova organização mental a partir do processo de construção do conceito de "Resíduo". Essa construção foi mediada pelos conhecimentos espontâneos e científicos dialogados durante a aula.

Por exemplo, o processo de aquisição de linguagem contribui para a percepção de novas memórias, de maneira que, através do sistema simbólico, os indivíduos conseguem organizar melhor os objetos por meio da nomeação e classificação para, finalmente, estabelecer relações entre eles, conforme destacado por Rego (1995):

O aprendizado da linguagem escrita envolve a elaboração de todo um sistema de representação simbólica da realidade. É por isso que ele identifica uma espécie de continuidade entre as diversas atividades simbólicas: os gestos, o desenho e o brinquedo. Em outras palavras, estas atividades contribuem para o desenvolvimento da representação simbólica (onde signos representam significados), e, conseqüentemente, para o processo de aquisição da linguagem escrita (p.69).

As atividades mencionadas no quadro 2 foram desenvolvidas em grupos com o intuito de promover a aprendizagem do conhecimento pelo estudante por meio de discussões e troca de experiências. Segundo Martins (1997), "é preciso estimulá-lo a operar com idéias, a analisar os fatos e a discuti-los para que, na troca e no diálogo com o outro construa o seu ponto de regulação para o pensar competente e comprometido com determinadas práticas sociais." Em concordância com Vygotsky (1998), é preciso estimular o uso de "signos e palavras", que "constituem para as crianças, primeiro e acima de tudo, um meio de contato social com outras". (p.38).

A partir desse entendimento constatou-se que, quando a atividade foi desenvolvida de forma individualizada, boa parte dos estudantes mostraram interesse em se comunicar com os demais colegas da sala de aula e, alguns solicitavam a presença do professor para discutir o desenvolvimento da atividade.

De acordo com Vygotsky (1998), quando o estudante se depara com um problema com o nível de maior complexidade pode apresentar os seguintes comportamentos: “tentativas diretas de se atingir o objetivo, uso de instrumentos, fala dirigida à pessoa que conduz o experimento ou fala que simplesmente acompanha a ação e apelos verbais diretos ao objeto de sua atenção” (p.40).

Vygotsky acredita que a elaboração de ideias é realizada por meio da interação entre o sujeito e o objeto (mundo), com o intuito de ultrapassar os conhecimentos espontâneos dos estudantes, bem como aprofundar e sistematizar o conhecimento, contribuindo para diminuir o índice de evasão e reprovação escolar (REGO, 1995). Em especial, a atividade 1 pode exemplificar esse cenário, pois foi desenvolvida contemplando os momentos individual e grupal de organização, objetivando o levantamento dos conhecimentos espontâneos e a relação com os conhecimentos espontâneos apresentados no vídeo “Lixo x Resíduo”².

Inicialmente, por meio das ações de reflexão e registro, os estudantes responderam questionamentos sobre as palavras “rejeito” e “resíduo”. Além de identificar esses termos por meio de imagens com a finalidade de nomeá-las, visando provocar uma inquietação quanto à necessidade de debater os conhecimentos ainda não apreendidos. Na continuidade ao processo de debate foi possível observar um maior envolvimento dos alunos, além de promover a construção de novos significados. Segundo Martins (1997):

Esta reconstrução interna é postulada por Vygotsky na lei que denominou de dupla estimulação: tudo que está no sujeito existe antes no social (interpsicologicamente) e quando é aprendido e modificado pelo sujeito e desenvolvido para a sociedade passa a existir no plano intrapsicológico (interno ao sujeito). A criança vai aprendendo e se modificando (p.114).

² Vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QRj-OpPm-K0>.

Portanto, durante o desenvolvimento da atividade, é importante o registro dos conhecimentos espontâneos, principalmente referentes à questão que solicitava o significado das palavras “rejeito” e “resíduo”, para que, no final da exibição da videoaula, o estudante pudesse organizar e/ou modificar os conhecimentos mediados.

Essa percepção inicial também foi um fator relevante para a organização grupal no desenvolvimento das outras seis atividades apresentadas na SE. Logo, o diálogo foi o instrumento utilizado para a compreensão do cotidiano do estudante com a finalidade de entender como ele promove a organização mental por meio da linguagem. “A linguagem do meio ambiente [...] cumpre uma dupla função: de um lado, permite a comunicação, organiza e medeia a conduta; de outro, expressa o pensamento e ressalta a importância reguladora dos fatores culturais existentes nas relações sociais” (MARTINS, 1997, p.115).

As interações sociais, no viés sociocultural, possibilitam a construção e transformação do estudante no processo de ensino-aprendizagem. Observou-se que a troca de experiência entre estudantes mais experientes e os menos experientes contribui para a aquisição de conhecimento e autonomia na resolução das atividades. Em Martins, “o processo de internalização, com todas as suas particularidades, caracteriza-se como uma aquisição social, onde, partindo do socialmente dado, processamos opções que são feitas de acordo com nossas vivências e possibilidades de troca e interação” (1997, p.115).

A troca de experiência estudante e professor deve ser também destacada, pois, para Vygotsky, o professor deve entender seu papel enquanto organizador de atividades que promovam o desenvolvimento do estudante e o aluno deve exercer uma função ativa durante o processo de interação. Segundo Martins (1997), a partilha e a construção se dão de forma conjunta.

Sendo assim, as atividades da Situação de Estudo foram elaboradas partindo desse princípio de organização em grupos, desenvolvidas por meio de rodas de conversas. Nesse processo houve retomada dos conhecimentos, por meio de questionamento e discussões em sala de aula, e a divulgação e a socialização de trabalhos elaborados pelos estudantes, tendo a orientação e o apoio da professora.

A atividade de orientação do professor enquanto organizador de atividades que promovam desenvolvimento é possibilitada, a partir de Vygotsky, com a Zona de Desenvolvimento Possível.

Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1998, p.112).

Cabe ao professor a organização do conhecimento por meio de diversas ações, envolvendo a relação de conhecimentos espontâneos e científicos, identificando nas interações sociais uma maneira de considerar/compreender o cotidiano do estudante, visando uma prática mais significativa para do mesmo.

Ações interdisciplinares

A interdisciplinaridade pode ser compreendida como a atitude da prática e está ligada à forma como se encara e pensa a realidade da sala de aula. Pode-se observar pelo presente trabalho, e também por outros estudos, como Veiga-Neto (1996), que essa prática não é um fato isolado, mas a consequência da relação entre muitos outros, na busca da construção coletiva de um novo conhecimento.

Portanto, a segunda categoria trata das ações interdisciplinares para discutir a preocupação em identificar evidências sobre a prática de reflexão do professor no processo de organização, elaboração e desenvolvimento das atividades escolares, com intuito de promover uma aprendizagem mais significativa para o estudante.

Ao se estudar o conceito de interdisciplinaridade nota-se que há uma variedade de definições, como a apresentada por Lenoir (1997) no texto da fundamentação teórica deste trabalho. Partindo dessa ideia de polissemia foi feita a opção por selecionar alguns autores que discutissem sobre práticas docentes (reflexão e ação) norteadas pela interdisciplinaridade, a exemplo de Veiga-Neto (1996) que destaca a falta de preparo e orientações para os professores formados ou em formação para o desenvolvimento de uma prática interdisciplinar.

A falta de preparo foi vivenciada pela autora desse trabalho que, inicialmente, não havia estudado/experimentado ações ou atividades interdisciplinaridades durante sua formação inicial e nem nos primeiros anos de atividade docente. O primeiro contato ocorreu somente em algumas disciplinas do mestrado que discutiram e desenvolveram propostas de trabalhos interdisciplinares. A partir de então começou a praticar na sala de aula os conhecimentos apreendidos para entender melhor esse tipo de trabalho, com as possíveis limitações e avanços.

Na grande maioria das vezes, o foco do convívio interdisciplinar se colocava (e se coloca) ou numa dimensão atitudinal como busca do resgate de uma dimensão humana, vias práticas pedagógicas, ou numa dimensão epistemológica que não vai muito além da pluridisciplinaridade naquela acepção de trocas de conhecimentos, experiências e metodologias (VEIGA-NETO, 1996, p.115).

Apesar do estudo e discussão sobre interdisciplinaridade, o desenvolvimento no contexto escolar deve ser gradativo, para que ocorra também a reflexão do professor sob o formato linear e fragmento dos conteúdos e suas consequências na aprendizagem dos estudantes. Auth (2002) sugere que a interdisciplinaridade, na perspectiva escolar, deve ser usada como um instrumento para explicar e compreender problemas concretos e fenômenos do cotidiano do estudante.

O ensinar e o aprender, muitas vezes pela pressa e pela tendência imediatista, confundem-se com a idéia de resultado, perdendo sua característica de processualidade, onde está em jogo o conhecimento, a formação do cidadão, a preparação para o trabalho e o próprio vestibular como forma de acesso ao terceiro grau (AUTH, 2002, p.107).

Nesse viés, foi apresentada aos professores das componentes curriculares de Ciências da Natureza e Matemática a modalidade de Situação de Estudo, visando à organização, elaboração e desenvolvimento no contexto escolar de uma temática de forma interdisciplinar e coletiva. Porém, os professores não se sentiram à vontade com essa proposta de trabalho e começaram a se ausentar dos encontros de planejamento. Tendo em mente a ideia de Lenoir (1997), de que a interdisciplinaridade não deve ser imposta e, sim, surgir a partir das experiências do professor em sala de aula e da vontade de mudança por parte dele, os encontros de planejamento não deram continuidade.

Para Lenoir (1997) "Não é mais a procura do saber ou a procura de respostas a problemas práticos que serve de horizonte para a formação; são agora os atos profissionais que exigem saberes profissionais" (p.14).

Auth (2002) vai além e propõe que a ação interdisciplinar é um processo de construção a ser realizado pelo professor, evitando futuras frustrações em relação ao desenvolvimento dessa ação.

Inicialmente, os professores desistiram dos encontros de planejamento por se sentirem incapacitados para trabalharem interdisciplinarmente na sala de aula e, também, tiveram receio de comentar sobre essa inquietação para não desmotivar a autora deste trabalho.

O medo de perder a sua autonomia pode aumentar substancialmente a resistência do professor para atuar em grupos de trabalho. Ao evidenciar esse aspecto em nossa experiência, buscamos explorá-lo sistematicamente de modo que os professores entendessem que trabalhar em grupo não significa abrir mão de sua autonomia (AUTH, 2002, p.72).

A Situação de Estudo foi planejada sob viés interdisciplinar, embora não coletivamente, pois alguns professores auxiliaram com sugestões durante a organização, elaboração e desenvolvimento dela por meio de conversas nos horários de planejamento e corredores da escola. Teve-se a ideia inicial da aula 1, do módulo 1, para o levantamento dos conhecimentos espontâneos dos estudantes. Após esse processo inicial, essa aula foi reestruturada devido à indução, por parte da professora, de apresentar os termos "rejeito" e "resíduo" (a serem estudados) como título desta atividade. Quando os alunos se deparam com o primeiro *slide*, onde se encontrava o título das aulas, grande parte deles responderam as perguntas da atividade evidenciando os termos "rejeito" e "resíduo", apesar de terem tido dificuldade de caracterizar e distinguir os dois.

As demais aulas e atividades foram elaboradas e desenvolvidas a partir dos questionamentos realizados em sala de aula. Por exemplo, quando foi discutido sobre a prática do Reduzir, Reutilizar e Reciclar, grande parte dos alunos não entendia quais materiais eram considerados recicláveis e, muito menos, como e quais deveriam descartar para auxiliar o processo de coleta seletiva.

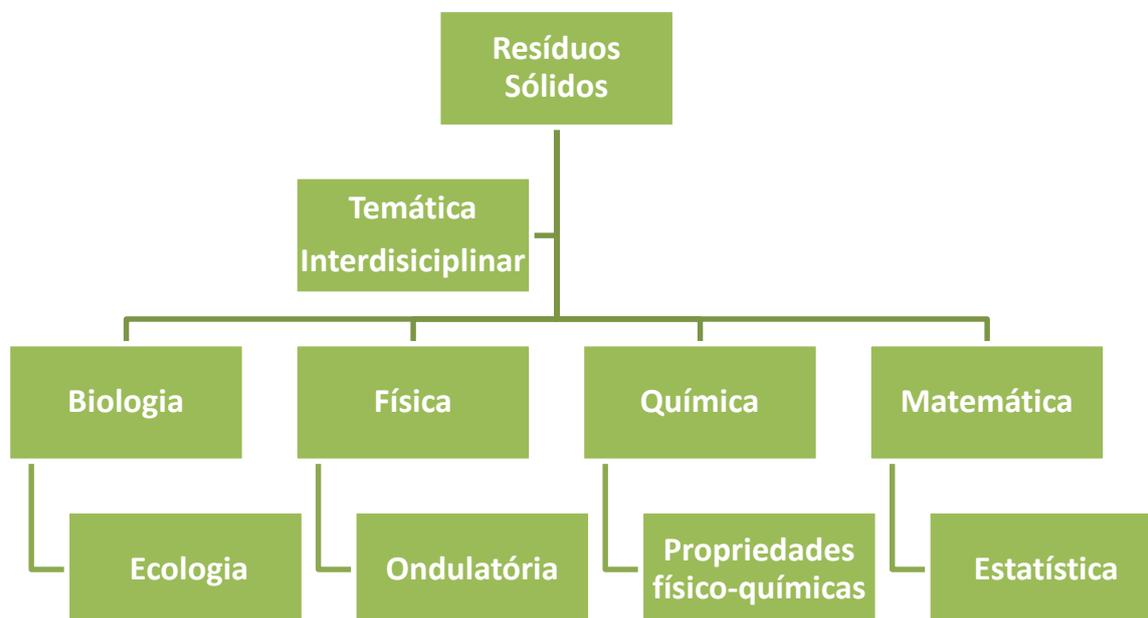
Após a atividade sobre a coleta seletiva, alguns alunos tiveram interesse em entender mais sobre a composição química dos materiais e foi iniciada uma discussão sobre como esses materiais "*desaparecem*". Ao escutar o termo "*desaparecer*", em contradição à Lei de Lavoisier, teve-se a preocupação em apresentar o conhecimento científico sobre os Ciclos Biogeoquímicos do Carbono, Oxigênio, Nitrogênio e da Água. Estes contribuem para entender a modificação da composição dos materiais no ambiente e como consequência a transformação das substâncias disponíveis no ambiente.

Dando continuidade às discussões, alguns alunos ficaram intrigados para entender "*Como tanta coisa que a gente tem, hoje em dia, pode ser transformada tão rapidamente? Para onde elas vão? Como isso acontece?*". Identificou-se que os alunos entenderam que todos os materiais são transformados por meio dos Ciclos Biogeoquímicos. Também queriam entender se para os outros elementos também funcionava assim "*Professora, os outros elementos químicos da tabela periódica também são mudados por Ciclos Biogeoquímicos?*".

Foi retomada a discussão e assistido o documentário sobre reciclagem com o intuito de reforçar a ideia da importância da redução da geração de materiais e, para aqueles que foram gerados, a aplicação dos procedimentos de reutilização e/ou reciclagem, pois a população gera mais resíduos do que é possível transformá-lo ou modificar a disposição deles.

De maneira geral, se fosse para elencar os conteúdos dos componentes curriculares específicos (Biologia, Física, Química e Matemática) que foram desenvolvidos de forma interdisciplinar na Situação de Estudo, a organização ficaria conforme a figura 1 a seguir.

Figura 1 | Organização da temática Resíduos Sólidos a partir da perspectiva interdisciplinar.



Fonte: Própria.

Logo, o professor deve se preparar para praticar a interdisciplinaridade, em que os conteúdos específicos de diversas áreas do conhecimento são relacionados com a finalidade de uma intervenção educacional mais significativa no processo de ensino-aprendizagem do estudante. Portanto, a componente curricular de Ciências Aplicadas veio com o intuito de integrar as componentes curriculares de Biologia, Física e Química, minimizando o impacto causado pela separação e especialização das áreas de conhecimento.

Problematização

Na terceira categoria, a problematização, segundo Delizoicov (2005), deve ser utilizada com o intuito de estabelecer diálogos, questionamentos e interfaces entre o conhecimento científico e o espontâneo dos estudantes.

A partir desse pressuposto, o presente trabalho teve como objetivo utilizar a problematização para aproximar de questões do cotidiano dos estudantes e que, também, essas questões fossem do interesse deles.

Na Situação de Estudo “Resíduos Sólidos”, de acordo com Freire (1987), foi realizado um levantamento preliminar da situação em que se percebeu a questão dos rejeitos acumulados sobre as mesas após o intervalo e com o descarte inadequado de materiais recicláveis nas lixeiras da coleta seletiva distribuídas pela escola. Fazendo uma análise das situações escolares recorrentes, foi conversado com a coordenação da escola com o intuito de organizar uma ação de conscientização sobre a produção e descarte de resíduos ou disposição final de rejeitos por meio da intervenção do projeto “Ritmando com Lixo”.

Para Auth (2002), “A problematização de uma Situação de Estudo deve ocorrer a partir de situações de negociação de significados aos conceitos introduzidos, de modo a permitir o entendimento e a ação no contexto em novos níveis” (p.140). Portanto, tentou-se compreender, por meio de diálogos informais com os estudantes no horário de intervalo ou dentro da sala de aula, qual o motivo que leva os esses a deixarem os resíduos descartados de forma inadequada ambientalmente, sendo que na escola havia as lixeiras para a coleta seletiva.

Ainda em Auth (2002):

Ao professor cabe fazer perguntas desafiadoras para perceber os sentidos que os alunos atribuem aos conceitos quando de suas falas e pode recolocá-las em outro nível de significação. Isso deve tornar possível aos alunos refletir crítica e conceitualmente sobre o meio social para que possam recriá-lo, modificá-lo, à medida que aprendem e modificam-se a si próprios (p.140).

Com as conversas informações, alguns estudantes disseram que *“deixavam o lixo na cesta (lixeira) da mesa do lanche, pois o cantineiro deixava ela lá mesmo”*. Outros afirmam que *“não vi o porquê levantar e ir até as lixeiras coloridas se na mesa já tinha uma”*. Alguns reconheciam a preguiça ou falta de conhecimento para descartar os materiais nas lixeiras da coleta seletiva *“o que eu vou fazer lá (na lixeira da coleta seletiva) se eu nem sei usar”*. E, a resposta mais inquietante *“não vou jogar o lixo nas lixeiras coloridas, porque as meninas da limpeza colocam todos os lixos juntos depois”*.

Conforme Gehlen, Auth e Auler (2008):

Se a problematização, no entanto, é concebida apenas como a identificação dos conceitos da Ciência, que são palavras cujo significado ou a compreensão inicial explicitada pelos estudantes é frágil, ela passa a ser apenas um questionamento inicial que poderá trazer condições para os alunos apresentarem suas vivências (p.73).

O diálogo possibilitou uma orientação em relação à redução temática, assim como uma aproximação do cotidiano do estudante. Na maioria das vezes, os momentos informais entre professor e estudante não são praticados devido ao distanciamento entre eles ou pela própria rotina escola que inviabiliza essa relação. De acordo com Gehlen, Auth e Auler (2008), com *“questões mais próximas da vivência dos alunos, proporcionamos uma maior participação e envolvimento nas discussões durante a problematização”* (p.73).

Outro ponto importante da aproximação do cotidiano do estudante é a possibilidade de discutir outras problemáticas, levantadas pelos eles ou pelo professor, a partir da discussão sobre Resíduos Sólidos. *“A discussão em grupo proporcionou a reflexão e o surgimento de outras situações que fazem parte do dia-a-dia dos estudantes”* (GEHLEN, AUTH e AULER, 2008, p.73). Como foram os casos mencionados pela autora desse trabalho na categoria anterior, a partir da discussão informal sobre o descarte inadequado ambientalmente dos resíduos sólidos, surgiu a problemática da falta de entendimentos sobre alguns aspectos da coleta seletiva.

A partir das problemáticas originadas por meio das discussões, as aulas e as atividades da Situação de Estudo “Resíduos Sólidos” foram organizadas, elaboradas e desenvolvidas possibilitando uma nova organização mental dos estudantes e estimulando o desenvolvimento de uma visão crítica do meio em que vivem. Houve a busca constante para levar em consideração e estabelecer relações entre conhecimentos espontâneos e conhecimentos científicos por meio da interação social.

Tomada de consciência

A tomada de consciência considera a aprendizagem significativa para a análise de problemas aplicados à prática e que contribuem para o processo de ensino-aprendizagem do estudante. Nessa perspectiva, esse tende a formar concepções a partir das experiências vivenciadas no ambiente. “A verdadeira essência de memória humana está no fato de os seres humanos serem capazes de lembrar ativamente com a ajuda dos signos” (VYGOTSKY, 1998, p.68)

Para Vygotsky (1998, 2000), os conhecimentos espontâneos são oriundos das experiências do cotidiano e as experiências socioculturais são consideradas superiores, pois apresentam características sociais, como a intencionalidade das ações provocadas pelos homens. Esses dois tipos de experiências foram identificados no processo de desenvolvimento da Situação de Estudo “Resíduos Sólidos”, a experiência do cotidiano nas conversas informais e no módulo 1, durante a atividade de levantamento dos conceitos espontâneos por meio do questionário sobre os termos “rejeito” e “resíduo”.

Segundo Rego (1995), é possível explicar como os conceitos podem ser aprendidos.

O processo de formação de conceitos, fundamental no desenvolvimento dos processos psicológicos superiores, é longo e complexo, pois envolve operações intelectuais dirigidas pelo uso das palavras (tais como: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar). Para aprender um conceito é necessário, além das informações recebidas do exterior, uma intensa atividade mental por parte da criança (p.78).

Nesse caso, foi aplicado um questionário, sob a orientação da professora, para facilitar o processo de sistematização dos conhecimentos espontâneos dos estudantes e, em seguida, a comparação com os conhecimentos espontâneos (VYGOTSKY, 1998). Mesmo assim, muitos desses estudantes se sentiram incapacitados para responder, pois tinham medo de errar. Eles partiam do pressuposto de que para cada pergunta haveria uma resposta correta e que seria atribuída uma nota. Então, como intervenção foi feita uma fala com eles explicando a necessidade da atividade para a orientação e andamento das aulas futuras. E, o importante era tentar fazer de acordo com o entendimento deles e seguindo as orientações da professora.

É fácil perceber que, nesse ponto, os sinais escritos constituem símbolos de primeira ordem, denotando diretamente objetos e ações e que a criança terá ainda de evoluir no sentido do simbolismo de segunda ordem, que compreende a criação de sinais escritos representativos dos símbolos falados nas palavras (VYGOTSKIY, 1998, p.153).

Nos momentos de orientação da atividade tentou-se compreender, inicialmente, os conhecimentos espontâneos dos estudantes por meio de questionamentos sobre representação e possível nomeação, com o objetivo de facilitar a linguagem escrita.

A compreensão da linguagem escrita é efetuada, primeiramente, através da linguagem falada; no entanto, gradualmente essa via é reduzida, abreviada e a linguagem falada desaparece como elo intermediário. A julgar pelas evidências disponíveis, a linguagem escrita adquire o caráter de simbolismo direto, passando a ser percebida da mesma maneira que a linguagem falada (VIGOTSKY, 1998, p.154).

Como alguns alunos apresentaram dificuldades para representar “resíduos” e “rejeito” pediram para fazer em forma de desenho. Para Vygostsky (1998, p. 153), “o desenvolvimento da linguagem escrita nas crianças se dá, conforme já foi escrito, pelo deslocamento do desenho de coisas para o desenho de palavras”. Sendo assim, foi permitido a esses estudantes com dificuldade de exposição dos conhecimentos espontâneos que fizessem a representação por meio de desenho.

Os desenhos também têm suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem, pois se o estudante consegue representar sua fala por meio deles pode-se evidenciar um processo de memorização. Inicialmente, o desenho é representado na memória e, quando já evoluído, tem uma função simbólica (VYGOTSKY, 1998), pois há a necessidade de descobrir de forma original uma maneira para representar graficamente as falas.

As representações, escrita e por desenho, contribuem, segundo a perspectiva Vigotskiana, com as experiências socioculturais, conforme mencionado anteriormente, consideradas superiores. No presente trabalho, as atividades desenvolvidas em sala aula puderam dar possibilidade aos estudantes de experimentarem a construção do conhecimento por meio de uma atuação ativa e sociointeracionista, como discutido na categoria 2.

O aprendizado escolar produz algo fundamentalmente novo no desenvolvimento da criança. Para elaborar as dimensões do aprendizado escolar, descreveremos um conceito novo e de excepcional importância, sem o qual esse assunto não pode ser resolvido: a zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY, 1998, p.110).

A Zona de Desenvolvimento Possível, de acordo com Vygotsky (1998), acontece quando a criança parte de um desenvolvimento real (forma autônoma) e chega no nível de desenvolvimento possível (colaboração de um adulto ou indivíduos mais capazes).

Fato esse constatado durante a etapa de desenvolvimento da Situação de Estudo, pois os estudantes iniciaram como uma orientação do professor, na maior parte do tempo e, em seguida, conquistaram uma autonomia para a realização das atividades, com a colaboração em grupo.

As atividades referentes ao levantamento dos conhecimentos espontâneos sobre “rejeito” e “resíduos”; pesquisa dirigida sobre as classes da coleta seletiva (papel, plástico, vidro, metal, orgânicos e outros) e representação gráfica dos ciclos biogeoquímicos (água, carbono, oxigênio e nitrogênio) foram acompanhadas com certa rigorosidade de orientações visando facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. Para as atividades de levantamento de problemáticas da classe da coleta seletiva - papel, plástico, metal, vidro, orgânicos e outros; elaboração de tabela e gráfico para organização das informações representadas em uma notícia houve um equilíbrio entre a rigorosidade de orientações e o início da autonomia de trabalho por parte dos estudantes.

A autonomia foi proporcionada por meio de reflexões próprias e discussões em grupo a partir da visualização do documentário “Aprendendo Reciclagem: Lixo” para responder a atividade além da realização de pesquisas complementares, pelos estudantes, para conseguirem um melhor direcionamento nas atividades sobre noções de estatística, tabelas e gráficos.

A zona de desenvolvimento proximal provê psicólogos e educadores de um instrumento através do qual se pode entender o curso interno de desenvolvimento. Usando esse método podemos dar conta de não somente dos ciclos e processos de maturação que já foram completados, como também daqueles processos em estado de formação, ou seja, que estão apenas começando a amadurecer e a se desenvolver (VYGOTSKY, 1998, p. 113).

Logo, a atividade que propunha a construção de artefatos a partir de materiais recicláveis apresenta o nível mais elevado de maturação das atividades organizadas, elaboradas e desenvolvidas na Situação de Estudo.

Nessa habilidade de criação espera-se do estudante um nível de abstração para poder organizar os conhecimentos espontâneos e conhecimentos científicos apreendidos ou modificados. E, ainda, possibilita a tomada de consciência a partir da temática Resíduos Sólidos.

Significação conceitual

Na quinta categoria, significação conceitual, atenta-se para identificar nas produções dos estudantes à reconstrução dos conhecimentos científicos apreendidos por meio da linguagem. O processo da passagem de psicologia elementar em superior é mediado pelas instruções simbólicas da linguagem, e com a função psicológica superior é possível emergir todas as outras funções (REGO, 1995).

Tendo como base as produções desenvolvidas nas atividades da Situação de Estudo: "Resíduos Sólidos" atentou-se para a utilização, pelos estudantes, dos termos "rejeito" e "resíduo". Pôde-se perceber que, inicialmente, os estudantes tinham uma dificuldade para compreender o termo "rejeito", pois estavam acostumados com o termo "lixo". E, quando se deparavam, simultaneamente, com os termos "rejeito" e "resíduo", vários deles tinham dificuldades de reconhecer os respectivos significados. Segundo Martins (1997), deve-se distinguir significado de sentido, pois sentido é a interpretação da palavra em acordo com as concepções de cada um e o significado corresponde à significação dada à palavra pelo dicionário ou pela própria comunidade científica.

No decorrer das aulas, alguns estudantes começaram a internalizar os termos o que foi identificado em algumas falas e escritas dos trabalhos de apresentação em *Power Point*, *Word* e mapa mental. Os alunos, de acordo com Gehlen, Auth e Auler (2008, p.70), ao utilizarem "certas palavras em suas produções textuais, estão iniciando a formação de novos conceitos".

Mas, outros ainda não conseguiam expressar os termos de acordo com a significação deles e, dentre esses, com dificuldades de internalização, alguns não acham necessário essa discussão e estudo aprofundado desses termos.

Para Gehlen, Auth e Auler (2008), "a pouca apropriação, por parte dos estudantes, de conceitos trabalhados durante as atividades indica que: a) a aprendizagem de um conceito não ocorre em um único momento;" (p.68). Esses autores também apontam que a abordagem pouco significativa e/ou a problematização mal elaborada podem contribuir para a falta de interesse dos estudantes para o estudo da temática. Portanto, as dificuldades encontradas por eles nem sempre representam fracasso ou incapacidade de apropriação de um novo conceito.

Uma prática rotineira, que contribuiu para a minimização dessa pouca apropriação, foi a retomada de termos e conhecimentos trabalhados na aula anterior para ampliar os seus significados e dar continuidade à construção de novas organizações que estavam por vir. A palavra, segundo Gehlen, Auth e Auler (2008), é importante para o processo de desenvolvimento do aluno assim como no processo de interação social com outros estudantes e professor.

Nesta perspectiva, a significação conceitual consiste de uma atividade dinâmica e não acontece apenas em um único momento devido aos desdobramentos das interações sociais dentro e fora da sala de aula, contando com a retomada de conhecimentos como forma de promover uma nova organização mental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No panorama atual o ensino de Ciências deve ser trabalhado de maneira a levar o estudante a ter uma compreensão dos fenômenos que ocorrem em seu ambiente, por meio de atividades desafiadoras e que sejam desenvolvidas ativamente por ele, o que ressoa com os objetivos alcançados com o desenvolvimento da Situação de Estudo. Além disso, pôde-se confirmar a necessidade da prática de reflexão e ação durante o processo de ensino-aprendizagem com o intuito de sistematizar o conhecimento levando em consideração os conhecimentos espontâneos do estudante.

No final do desenvolvimento da Situação de Estudo "Resíduos Sólidos", foi proposta uma atividade com um nível maior de complexidade, com o intuito do estudante atingir o desenvolvimento possível. Grande parte dos estudantes conseguiu resolver a atividade com o auxílio de colegas mais capacitados do grupo ou, até mesmo, com o apoio da professora, evidenciando a importância das interações sociais para a construção do conhecimento. Na perspectiva sociocultural de Vygotsky, o conhecimento é significativo quando, a partir a experiência trazida pelo estudante (conhecimentos espontâneos), é modificado em discussões realizadas em ambientes de socialização.

Durante o processo de desenvolvimento da Situação de Estudo "Resíduos Sólidos", o papel do professor foi o de organizador de atividades que promovam o conhecimento e não um mero transmissor, como ainda ocorre em muitas escolas. Nessa nova roupagem, o professor consegue contribuir no processo de ensino-aprendizagem do estudante por meio de intervenções e orientações que despertam o interesse dele pelo estudo, estimulando-o na busca por novos conhecimentos e ações.

Nesse viés, a significação conceitual foi fundamental para compreender que o estudante não adquire conhecimento em apenas um único momento, mas pode, a qualquer hora, vir a internalizar conhecimentos que serão relevantes para a compreensão de fenômenos que esteja estudando. Portanto, novamente é ressaltada a importância dos professores em fazerem a retomada de conhecimentos estudados anteriormente, antes mesmo de dar continuidade ao seu planejamento.

A utilização de registros escritos e gráficos favorece o processo de internalização de conhecimentos, possibilitando ao estudante uma nova organização mental e conhecimentos que, na maioria das vezes, são expressadas pela fala devido à dificuldade do estudante de “colar a ideia no papel”. Sendo assim, novos conhecimentos são apreendidos e/ou modificados quando o estudo é favorecido pela problematização de temas que dão origem a outros novos problemas.

Ao final de todo trabalho foi entendido que o sucesso das práticas docentes no ambiente escolar se dá por meio das atividades de reflexão e ação que o professor assume diante do contexto em que vive. Cabe a ele a organização, elaboração e desenvolvimento de atividades que de fato reconheçam e incluam o estudante como um sujeito ativo do processo de ensino-aprendizagem, tornando-o autor de seu próprio desenvolvimento humano (pessoal e profissional).

REFERÊNCIAS

ANGOTTI, J. A. Conceitos Unificadores e Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 15, n. (1 a 4), p.191-198, 1993.

AULER, D., DALMOLIN, A. M. T., FENALTI, V. S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**. v.2, n.1, p. 67-84, mar. 2009.

AUTH, M. A. **A formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora.** 2002. 251f. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais) – Faculdade de Educação, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora.** 2ª edição. Florianópolis: ed. da UFSC, 2005. Cap.6, p.125-150.

ELLIOT, J. Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Org.) **Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a).** Campinas: Mercado de letras, 1998, p. 137-152.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa.** Tradução de Joice Elias Costa. Consultoria, supervisão e revisão técnica de Sônia Elisa Caregnato. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405p.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GEHLEN, S. T.; AUTH, M. A.; AULER, D. Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** v.7, n.1, p. 63-85, 2008.

LENOIR, Y. A importância da interdisciplinaridade na formação de professores do ensino fundamental. **Caderno de pesquisa.** n.102, p.5-22, Nov.1997.

MINAYO, M. C. S. Conceito de avaliação por triangulação de métodos. In: MINAYO, M. C. S.; ASSIS, S. G.; SOUZA, E. R. (Org.) **Avaliação por triangulação de métodos: abordagem de programas sociais.** Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2005. 244 p. illus.

PEREIRA, E. M. A. Professor como pesquisador: o enfoque da pesquisa-ação na prática docente. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Org.) **Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a).** Campinas: Mercado de letras, 1998, p. 153-181.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural na educação.** Petrópolis: Vozes, 1995. 138 p.

VEIGA-NETO, A. J. Currículo, Disciplina e Interdisciplinaridade. **Revista Série Idéias.** São Paulo: FDE, n. 2, v. 17, 1996, p. 105-119.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** 6ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

_____. **A construção do pensamento e da linguagem.** 1ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 248p.