



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÂNICA E INORGÂNICA**  
**LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**MARIA AISLÂNIA XAVIER BEZERRA**

**UMA ABORDAGEM DIFERENCIADA DOS METAIS PESADOS**  
**CONTEXTUALIZADA EM EFLUENTES INDUSTRIAIS VOLTADA PARA O**  
**ENSINO MÉDIO**

**FORTALEZA**

**2015**

MARIA AISLÂNIA XAVIER BEZERRA

UMA ABORDAGEM DIFERENCIADA DOS METAIS PESADOS CONTEXTUALIZADA  
EM EFLUENTES INDUSTRIAIS VOLTADA PARA O ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura Plena Química do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de graduada em Licenciatura Plena em Química.

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ruth Maria Vidal Bonfim.

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- B469a Bezerra, Maria Aislânia Xavier.  
Uma abordagem diferenciada dos metais pesados contextualizada em efluentes industriais voltada para o ensino médio / Maria Aislânia Xavier Bezerra. – 2015.  
43 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, Licenciatura em Química, Fortaleza, 2015.  
Orientação: Profa. Dra. Ruth Maria Vidal Bonfim.
1. Química - Estudo e ensino. 2. Química (Ensino médio). 3. Efluentes industriais. 4. Metais pesados. I. Título.

MARIA AISLÂNIA XAVIER BEZERRA

UMA ABORDAGEM DIFERENCIADA DOS METAIS PESADOS  
CONTEXTUALIZADA EM EFLUENTES INDUSTRIAIS VOLTADA PARA O ENSINO  
MÉDIO

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura Plena Química do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de graduada em Licenciatura Plena em Química.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ruth Maria Vidal Bonfim (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Nágila Maria Pontes Silva Ricardo

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Ms. Leôncio Mesquita de Sousa

Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

À minha família.

E aos meus amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por todas as oportunidades concedidas e pela minha vida.

À minha família, pelo apoio incondicional nos momentos mais difíceis e pelo companheirismo nos momentos mais alegres.

Aos meus amigos, por todas as boas horas juntos e por todos os “galhos quebrados”.

Ao meu namorado, Klauber de Oliveira, pela compreensão e companheirismo.

A minha orientadora, Ruth Maria Vidal Bonfim, pela paciência, pela disposição, pelos conhecimentos repassados sem nenhuma vaidade e pela oportunidade a mim cedida de participar desse trabalho.

As professoras Selma Elaine Mazzeto e Nágila Ricardo, e a todos os outros professores dos departamentos de Físico-Química e Analítica e Orgânica e Inorgânica, que se engajaram em ajudar a turma como um todo nos ensinamentos e apoio.

A escola Liceu Estadual, em toda a sua extensão, diretoria, alunos e professores, por ter aceitado participar de forma tão brilhante dessa iniciativa.

A todos os meus professores de graduação e aos funcionários dos departamentos da Universidade, por fazerem parte da minha formação.

“Viver é enfrentar desafios.

Quem nunca enfrentou desafios, apenas passou  
pela vida, não viveu.” (Augusto Branco)

## RESUMO

Metais pesados é um assunto que está sendo abordado, de modo recorrente, no nosso cotidiano e torna-se de grande importância no ensino médio. Para a compreensão dos estudantes em relação a esse conceito foi proposta uma abordagem diferenciada dos metais pesados contextualizada com a temática efluentes industriais, enfatizando definições, propriedades, características, vantagens, desvantagens no dia a dia e implicações ambientais. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo geral avaliar o conhecimento dos alunos sobre o conceito de metais pesados e sua relação com os efluentes industriais. Através das aulas expositivas, percebeu-se que, além de atingir de forma positiva no conhecimento adquirido, também, impactava na motivação dos jovens estudantes. Dessa forma, essa pesquisa teve por objetivo específico avaliar o conhecimento prévio dos alunos da escola Liceu Estadual através da aplicação de um questionário para averiguar o grau de aprendizado antes e depois do conteúdo repassado. Para se avaliar a viabilidade desse trabalho foi realizado um estudo diagnóstico com 40 estudantes do Ensino Médio, do turno tarde, da escola Liceu Estadual, de Maracanaú, além da realização de uma prática para demonstrar as propriedades dos metais pesados. Com base nos resultados, observou-se que os estudantes se mostraram, de certo modo, receptivos nas aulas. Portanto, a partir da experiência adquirida com o trabalho realizado dentro da escola constatou-se que é possível abordar metais pesados, de forma contextualizada, com efluentes industriais.

**Palavras-chave:** Metais pesados. Efluentes industriais. Contextualização.

## ABSTRACT

Heavy metals is an issue that is being addressed in a recurrent way, in our daily lives and it is of great importance in high school. For the students' understanding in relation to this concept a different approach was proposed to the contextual heavy metal themed industrial effluents, emphasizing definitions, properties, characteristics, advantages, disadvantages in everyday life and environmental implications. In this context, the work aimed to evaluate the students' knowledge on the concept of heavy metals and its relationship with industrial effluents. Through lectures, it was noted that in addition to achieving a positive way in the acquired knowledge it also impacted the motivation of young students. Thus, this research had the objective of evaluating the students' prior knowledge of the State College school through the application of a questionnaire to assess the degree of learning before and after the transferred content. To evaluate the viability of this work a diagnosis study of 40 high school students was carried out, the afternoon shift, the State Lyceum school, Maracanaú, in addition to conducting a practice to demonstrate the properties of heavy metals. Based on the results, it was observed that the students were, in a way, responsive in class. Therefore, from experience gained from the work carried out within the school it was found that it is possible to address heavy metals, in context, with industrial effluents.

**Keywords:** Heavy metals. Industrial effluents. Contextualization.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>1.1</b>	<b>Química ambiental</b> .....	9
<b>1.2</b>	<b>Efluentes industriais</b> .....	9
<b>1.3</b>	<b>Metais pesados</b> .....	10
<b>1.4</b>	<b>Contextualização de metais pesados em efluentes industriais</b> .....	11
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	13
<b>2.1</b>	<b>Geral</b> .....	13
<b>2.2</b>	<b>Específicos</b> .....	13
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	14
<b>3.1</b>	<b>Escolha da escola</b> .....	14
<b>3.2</b>	<b>Seleção dos metais pesados</b> .....	14
<b>3.3</b>	<b>Elaborações das aulas</b> .....	15
<b>3.4</b>	<b>Elaboração do instrumento investigativo</b> .....	16
<b>3.5</b>	<b>Aplicações do questionário</b> .....	16
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>4.1</b>	<b>Avaliações do conhecimento prévio dos estudantes da escola Liceu Estadual</b> .....	18
<b>4.1.1</b>	<i>Conhecimento prévio dos estudantes</i> .....	18
<b>4.2</b>	<b>Avaliações do conhecimento adquirido dos estudantes da escola Liceu Estadual</b> ..	24
<b>4.2.1</b>	<i>Conhecimento adquirido dos alunos</i> .....	24
<b>4.3</b>	<b>Análises dos experimentos realizados com estudantes da escola Liceu Estadual</b> ...	30
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	33
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34
	<b>ANEXO A - PLANO DE AULA – 2015</b> .....	36
	<b>ANEXO B - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO APLICADO AOS ESTUDANTES DA ESCOLA LICEU ESTADUAL</b> .....	38
	<b>ANEXO C - ROTEIRO</b> .....	42

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Química Ambiental

A Química Ambiental aborda as reações dos destinos, dos movimentos e das fontes das substâncias químicas no ar, na água e no solo. Na falta do ser humano, a discussão se limitaria às substâncias químicas de ocorrência natural. Atualmente, com o aumento da população da terra, junto com o contínuo crescimento da tecnologia, as atividades humanas têm influência sempre contínua na química do meio ambiente. Desde os primeiros seres vivos e até um século atrás, o homem acreditava que a terra era tão vasta que as atividades humanas poderiam causar efeitos apenas locais no solo, na água e no ar. Agora, percebemos que nossas atitudes podem trazer consequências locais, regionais e globais, de acordo com Baird (2011).

Em 1983, as Nações Unidas incubiram uma comissão especial para desenvolver um plano de desenvolvimento sustentável. Em 1987, um documento chamado “Nosso Futuro Comum” foi divulgado. Neste documento (mais comumente conhecido como O Relatório de Brundtland) são apresentadas as seguintes premissas de desenvolvimento sustentável:

Desenvolvimento sustentável é o avanço que satisfaz as necessidades do presente sem afetar a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades.

As pessoas em particular, devem se esforçar para levar um estilo de vida que seja sustentável. Isso não quer dizer necessariamente uma diminuição no padrão de vida, mas significa encontrar meios (tecnologias eficientes junto com conservação) para diminuir nosso consumo de recursos naturais e a simultânea produção de resíduo como defende Baird (2011).

## 1.2 Efluentes industriais

Efluente industrial é o despejo líquido proveniente de estabelecimentos industriais, compreendendo emanções de processos industriais, como águas de refrigeração poluída e esgoto doméstico, respeitados os padrões de lançamento. Tem-se uma enorme variedade de resíduos, como em tipo, composição, volumes e concentrações. Diferenciam de indústria para indústria e, muitas vezes, dentro do mesmo grupo de fabricação. Além disso, os efluentes industriais podem acontecer em variações diárias e horárias, que fazem com que cada caso de poluição industrial deva ser apurado de forma específica, considerando o tipo de indústria que ocasionou o problema. As amostras de efluentes se caracterizam como amostra simples ou composta. Na amostra simples, o volume do efluente líquido é recolhido ao acaso

ou em um determinado instante proporcional à vazão de lançamento do efluente naquele momento. A amostra composta provém da mistura de várias alíquotas (amostras simples) buscando reduzir os efeitos de variabilidade da amostra individual, ou seja, garantir melhor representatividade do universo amostral como afirmam Rocha, Rosa e Cardoso (2009).

São vários os processos de tratamento de efluentes (ETE), as etapas de floculação, sedimentação e tratamento biológico (aeróbico e /ou anaeróbico) no qual são monitorados e otimizados. Seguindo ainda o que afirmam Rocha, Rosa e Cardoso (2009), geralmente, elas apresentam níveis de tratamentos e o número de estágios depende do custo financeiro (infelizmente) do tipo de efluente de entrada e da qualidade desejada para o efluente final. A capacidade de muitas ETES tem sido estendida a remoção de carbono orgânico, de nitrogênio (por nitrificação e desnitrificação), como a remoção de fosfatos e metais potencialmente tóxicos.

### 1.3 Metais pesados

Na Química, o termo metal pesado não faz referência a um tipo de música de rock, mas a um determinado tipo de elemento químico e, muitos exemplos deles, são perigosos para os seres humanos. Os metais tornam-se diferentes dos compostos orgânicos tóxicos por não serem totalmente degradáveis em formas não tóxicas, apesar de poder transformá-los em formas insolúveis e, portanto, biologicamente indisponíveis a menos que sejam novamente convertidos para espécies mais solúveis. O destino final para metais pesados normalmente são os solos e sedimentos, de acordo com Baird (2011).

Os metais pesados encontram-se próximos ao meio e ao topo da tabela periódica. De acordo com Duffus (2002), com relação às propriedades químicas, as principais definições encontradas foram:

- Massa específica: metais pesados possuem massa específica elevada, sendo maior ou igual a um determinado valor de referência que, em função de cada autor que publica, varia entre 3,5 a 7,0g/cm<sup>3</sup>;

- Massa atômica: metais pesados apresentam elevada massa atômica, tendo o sódio (massa atômica igual a 23) como referência;

- Número atômico: metais pesados apresentam elevado número atômico, sendo o cálcio (número atômico igual a 20) usado como referência.

Dentro desses parâmetros, alguns autores afirmam que qualquer tipo de metal pode ser um metal pesado, enquanto outros consideram apenas os metais de transição. Lima e

Merçon (2011) afirmam que, além dessas definições principais, outras também foram inseridas em função de outras propriedades, como a capacidade de formar sabões ou conceitos que datam de antes de 1936 e empregam critérios variados, como o uso da arma de fogo.

Percebeu-se que, além da elevada massa específica, havia outras propriedades importantes para a sua definição: a formação de sulfetos e hidróxidos insolúveis, de sais que originam soluções aquosas coloridas e a de complexos coloridos. Cabe salientar que a principal técnica de remoção dos metais no tratamento de efluentes industriais é a precipitação, geralmente com a elevação do pH e a formação de hidróxidos insolúveis, de acordo com Hawkes (1997).

Foi verificado que, nas últimas décadas, a definição de metal pesado tem sido utilizada em vários artigos e legislações como um conjunto de metais e semimetais associados com contaminações e potencial ecotoxicidade.

Apesar de o mercúrio ser altamente tóxico, os metais pesados Hg, Pb, Cd, Cr e As não são particulamente venenosos como elementos livres condensados. Entretanto, todos os cinco são perigosos na forma de seus cátions, e a maioria é também altamente tóxica quando ligada a cadeias curtas de átomos de carbono. A toxicidade para quatro dos metais pesados depende muito de sua especiação, ou seja, da forma química do elemento. Algumas substâncias são quase completamente solúveis e passam pelo corpo humano sem serem muito tóxicas como afirma Baird (2011).

Ainda levando em consideração Baird (2011), os metais exercem funções importantes no metabolismo dos seres vivos. Suas propriedades tornam-se fundamentais na manutenção da estrutura tridimensional de biomoléculas essenciais ao metabolismo celular.

Os metais podem ser encontrados em despejos de diferentes tipos de indústrias, como mineradoras, galvanoplastia, curtumes e manufaturas de produtos eletrônicos. Apesar dos efeitos tóxicos diferirem em relação às espécies de um metal, a legislação faz menção apenas a concentração total de cada metal. Como se pode constatar, a legislação não se aplica a todos os metais conhecidos, mas apenas àqueles que são comumente encontrados em águas naturais ou residuárias e que podem acarretar riscos à saúde e ao meio ambiente (LIMA; MERÇON, 2011, p. 201).

#### **1.4 Contextualização de metais pesados em efluentes industriais**

Lima e Merçon (2011) apontam que os metais pesados é um assunto que vem sendo abordado com grande importância no ensino médio, pois envolve uma

multidisciplinaridade com outras áreas afins e um tema que traz consigo conhecimento químico, implicações ambientais, sociais e tecnológicas.

Buscando uma maneira de repassar esse conteúdo para os estudantes de forma simples e de fácil compreensão, foi possível abordar metais pesados em efluentes industriais com o objetivo de atingir um público alvo que pudesse entender o conteúdo e, dessa forma, adquirir consciência ambiental para o holocausto que se vive nesse momento em relação aos impactos causados pelo homem.

Esse tema pode ser contextualizado com os efluentes industriais, pois vivemos uma era voltada para as tecnologias, que por sua vez são fabricadas por indústrias que depositam os seus resíduos no solo, ar e água. É nesse contexto que entrará o assunto sobre metais pesados, efluentes industriais e a própria Química Ambiental, o qual será repassado para os alunos que com consciência ética podemos mudar um pouco o curso da história.

O intuito é fazer com que os estudantes entendam o conceito do que será aplicado em sala de aula e adquiram além do conhecimento químico, respeito pelo meio ambiente e passem a entender de forma simples o real significado de metais pesados em efluentes industriais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o conhecimento dos alunos sobre o conceito de metais pesados e sua relação com os efluentes industriais.

### **2.2 Específicos**

- ✓ Avaliar o conhecimento prévio dos alunos através de um questionário inicial;
- ✓ Aplicar um questionário específico para averiguar o grau de aprendizado/conhecimento da metodologia aplicada;
- ✓ Realizar uma prática de identificação de metais para demonstrar a teoria aplicada.

### **3 METODOLOGIA**

Este trabalho de intervenção no meio escolar foi realizado junto às turmas do segundo e terceiro ano do ensino médio da escola Liceu Estadual de Maracanaú. Este grupo de alunos foi escolhido para a pesquisa por terem visto a maioria dos conteúdos de química pertinentes ao ensino médio e, por essa razão dispor de uma bagagem maior de conhecimentos teóricos.

A pesquisa, de maneira geral, teve como inspiração a Química Ambiental e, como meio de realização, uma contextualização no ensino de ciências e uma perspectiva crítica, apresentando como tema uma abordagem diferenciada dos metais pesados contextualizada em efluentes industriais.

#### **3.1 Escolha da escola**

Inicialmente foi realizada uma visita à escola Liceu Estadual de Maracanaú para apresentação da proposta à coordenadora e professora de química. O objetivo principal dessa visita era conseguir autorização para realizar as atividades previstas. Nesse contexto fora solicitado pela mesma um plano de aula (ANEXO A) para estimar como seriam aplicadas as aulas solicitadas.

#### **3.2 Seleção dos metais pesados**

**Merúrio** – É utilizado em várias aplicações, devido à vantagem de suas diferentes propriedades, como a de ser um líquido conduzindo bem a eletricidade. Usado em bulbos de fluorescentes e nas lâmpadas de rua. Um dos metais mais volatéis e seu vapor é altamente perigoso à saúde humana. Alguns compostos de mercúrio são comercializados em produtos farmacêuticos e cosméticos, de acordo com Baird (2011).

**Chumbo** – Devido a seu ponto de fusão baixo permite ser trabalhado. Este metal é extraído do minério e pode ser moldado. Utilizado em telhados e chapas para cobrir juntas e em isolamentos acústicos. O chumbo não é tão perigoso quanto o mercúrio, entretanto, a população está mais exposta ao chumbo, pois este é proveniente de uma maior variedade de fontes e muito tóxico na forma orgânica, também seguindo o que afirma Baird (2011).

**Arsênio** – Não é considerado um metal; ele é metaloide - suas propriedades são intermediárias entre as dos metais e dos não metais. Vários medicamentos contêm este

elemento e pode ser encontrado em níveis pequenos em muitos alimentos e quantidade de traço do elemento é essencial para a boa saúde humana, ainda segundo Baird (2011).

Cobre – Apesar de ser um metal pesado, torna-se essencial para plantas e microrganismos, sendo classificado como micronutriente. Em concentrações elevadas, pode acarretar efeitos tóxicos as células vegetais e causar a deficiência de outros nutrientes importantes através de interações antagônicas, de acordo com Baird (2002).

### **3.3 Elaborações das aulas**

Com o auxílio da professora de química da escola, foram identificados dez alunos aleatoriamente de cada turma do segundo e terceiro ano que foram escolhidos para aplicar a metodologia proposta. Após a formação dos grupos foi realizado um trabalho com o ciclo de cinco aulas expositivas e discursivas.

A primeira aula foi apresentada aos grupos dos estudantes selecionados do turno da tarde, no qual, foi exposto o seguinte protocolo: apresentação prévia, formação, objetivos do trabalho e, por final, desenvolvido um trabalho de diagnóstico do perfil dos estudantes. Para essa finalidade, utilizou-se um questionário (ANEXO B) para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre a temática a ser desenvolvida.

A abordagem da segunda aula incluiu os conteúdos básicos, necessários para a compreensão do tema desenvolvido a princípio, ou seja: conceito de efluentes, características (físicas, químicas e biológicas), lançamentos em corpos hídricos, processos de tratamento e legislação. Durante toda a aula o assunto em pauta foi discutido através de slides e conversa informal com os alunos.

A terceira aula abordou o tema “metais pesados” na qual foram incluídos assuntos relacionados a conceitos, propriedades, vantagens, desvantagens e aplicação no cotidiano. Durante a aula foi chamada à atenção dos alunos para a importância de alguns metais e discussões construtivas para um melhor entendimento do conteúdo. Nesta aula foi vista a importância de alguns metais específicos como mercúrio, chumbo, arsênio e cobre.

Durante a quarta aula foi feita uma contextualização dos problemas relacionados no dia a dia com metais pesados provenientes dos efluentes industriais, buscando uma maior compreensão dos estudantes para a temática desenvolvida. Por final, utilizou-se um questionário para medir o grau de conhecimento adquirido pelos alunos.

Visando fortalecer a participação e o interesse dos estudantes dos grupos, na quinta aula foi realizada uma prática de identificação de alguns metais pesados como chumbo e cobre, na qual cada turma ficou responsável de descobrir o metal correspondente.

Figura 1 - Experiência realizada pelos Alunos da escola Liceu Estadual de Maracanaú



Fonte: Próprio autor.

### 3.4 Elaboração do instrumento investigativo

O questionário foi dividido em 13 perguntas no qual eram discutidos os seguintes temas: Efluentes Industriais e Metais Pesados. Foram feitas duas perguntas: a primeira indagava os alunos sobre o conceito de efluentes industriais e a segunda abordava a definição de efluentes industriais de forma contextualizada e objetiva. Após responderem a primeira pergunta eles receberam a segunda questão. Tal procedimento garantiu que o enunciado da questão 2 não interferisse na pergunta 1. As demais perguntas citavam tópicos relacionados aos temas já comentados.

### 3.5 Aplicações dos questionários

Totalizou-se uma amostra de quarenta alunos. Dessa forma, o questionário foi utilizado como um diagnóstico para averiguar o grau /aprendizado dos alunos selecionados.

O questionário aplicado foi dividido em dois momentos: o primeiro deles tinha o objetivo de avaliar o conhecimento prévio dos alunos antes da aplicabilidade da temática; o segundo momento tinha a finalidade de verificar o grau de aprendizado adquirido após as aulas. Os resultados dos questionários foram tabulados com o auxílio do programa Microsoft Excel® e transformados em gráficos para facilitar as análises do panorama investigado.

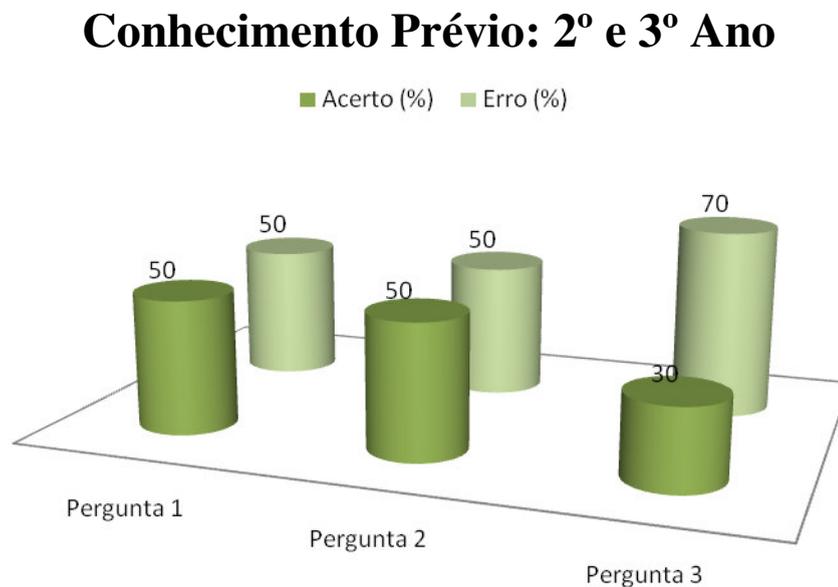
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliações do conhecimento prévio dos estudantes da escola Liceu Estadual

#### 4.1.1 *Conhecimento prévio dos estudantes*

Com o objetivo de estar ciente do conhecimento prévio dos estudantes escolhidos sobre o tema trabalhado, foi aplicado um instrumento investigativo para averiguar o grau de aprendizado. Esse instrumento possibilitou perceber o nível de conhecimento dos alunos sobre os conteúdos abordados durante o desenvolvimento das atividades, com a perspectiva de promover uma ideia de senso comum que os alunos trazem, visando alcançar o aprendizado dos mesmos. Inicialmente, foi aplicado um questionário com 40 alunos do Liceu Estadual, sendo das turmas do segundo e terceiro ano da tarde. O questionário foi composto por perguntas de efluentes industriais e metais pesados. Os gráficos mostram através do conhecimento prévio dos alunos a relação de acertos e erros de cada pergunta nesta etapa da pesquisa.

Figura 2 - Gráfico mostrando o conhecimento prévio dos estudantes do 2º ano e 3º ano do Ensino Médio da Escola Liceu Estadual de Maracanaú relacionado à 1ª, 2ª e 3ª perguntas



Fonte: Próprio autor.

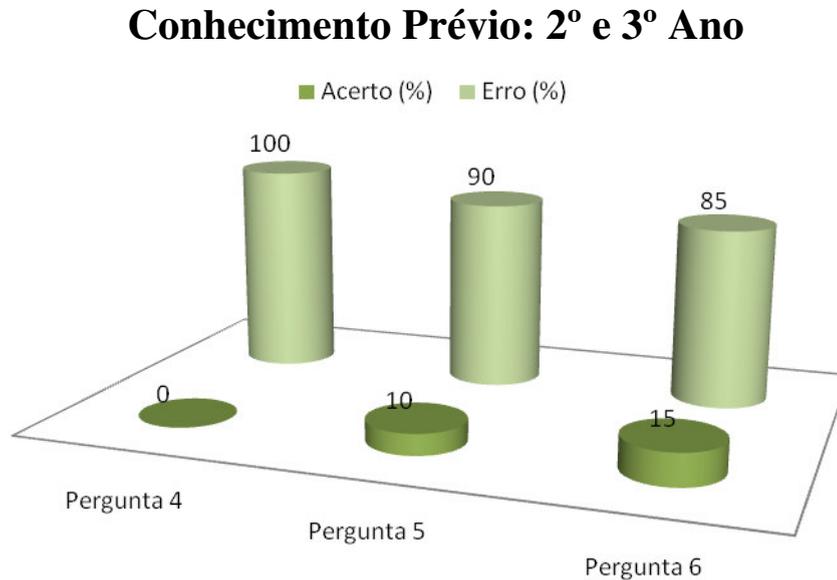
De acordo com os resultados atingidos na primeira pergunta “O que vocês entendem por efluentes industriais?”. Cerca de 50% responderam corretamente afirmando que

são despejos líquidos provenientes de estabelecimento industrial que contamina o solo e a água. Os outros 50% responderam de forma incorreta ou não sabiam fazer a questão. Esse resultado demonstra que possivelmente os estudantes tem um conhecimento parcial em relação à definição de efluentes. Entre as respostas elaboradas pelos discentes a que chamou mais atenção foi referente aos despejos industriais com a rede de esgoto, como mencionado por Mello (2007), que discute sobre os despejos industriais como líquidos provenientes de indústrias, esgotos domésticos, águas de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. Esse estabelecimento de ligações entre o que o estudante sabe e o que está aprendendo é uma aprendizagem significativa, pois essa nova informação entra em contato com conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, como afirma Guimarães (2009).

Em seguida, a segunda questão citava de forma objetiva e contextualizada sobre o conceito de efluentes industriais. Os dados obtidos mostram que 50% dos alunos confirmaram a resposta da primeira questão, pois marcaram como despejos líquidos compreendendo emanções de indústrias, águas pluviais, águas de refrigeração poluída e esgoto doméstico. Possivelmente esses estudantes já ouviram falar sobre o tema abordado em redes de televisão, jornais, sala de aula e internet. De acordo com Piaget (1978) essa interação dos alunos com o mundo cotidiano é que faz com que eles adquiram o conhecimento químico necessário para relacionar fatos existentes no dia a dia. Os 50% restantes marcaram outros itens incorretos, provavelmente não se lembravam do assunto ou não prestaram atenção quando a matéria foi transmitida.

A terceira pergunta fazia uma relação entre as divisões de efluentes existentes além dos industriais e domésticos. 30% relacionou que depósitos de lixões, agrícolas e pluviais urbanos faziam parte dos efluentes. Os demais marcaram efluentes gasosos, agrícolas e pluviais urbanos. Esses resultados demonstraram que eventualmente os alunos adquiriram um conhecimento no cotidiano sobre as subdivisões dos efluentes industriais e domésticos, pois supostamente devem ter ouvido falar que existem esses outros resíduos através da mídia escrita, falada ou ouvida. Segundo Chassot (1990) a razão pelo qual há motivação por parte dos discentes em relação a temas abordados em química é o abandono das aulas baseadas na tradicional memorização de fórmulas e nomes em sala de aula, tornando-as vinculadas aos conceitos e conhecimentos do dia a dia do alunado.

Figura 3 - Gráfico mostrando o conhecimento prévio dos estudantes do 2º ano e 3º ano do Ensino Médio da Escola Liceu Estadual de Maracanaú relacionado à 4ª, 5ª e 6ª perguntas



Fonte: Próprio autor.

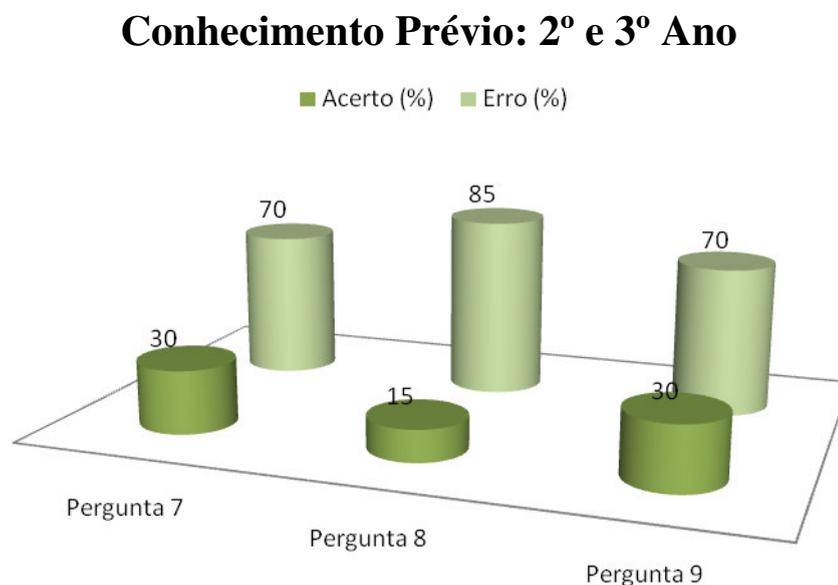
A quarta questão era subjetiva e buscava descobrir o conhecimento prévio em relação às características de tratamento físico, químico e biológico. Entretanto, na referida questão, ninguém conseguiu dar exemplos assertivos sobre os processos existentes. Dentre os 100% das respostas ou foram deixadas em branco ou responderam que não tinham ideia sobre o assunto. Pressupõe que esse tema não tenha sido abordado no Ensino Médio de forma completa até o presente momento.

A quinta pergunta faz referência ao tratamento mais indicado nas indústrias que geram resíduos líquidos, 10% dos estudantes marcaram o item que falava do tratamento físico – químico como o mais apropriado. Nota-se através de estudos realizados que os processos de corrigir efluentes mais comuns pela maioria das indústrias são baseados em tratamento por sistemas físico – químico, o que é dito por Kunz *et al.* (2002). Os outros 90% marcaram de forma equivocada entre químico, físico e biológico. Esse resultado sugere que os alunos têm um conhecimento limitado sobre os tratamentos de efluentes.

A sexta questão pedia um exemplo de um tratamento físico – químico utilizado nas indústrias, mas apenas 15% conseguiu responder corretamente sobre a pergunta solicitada. Os 85% responderam erroneamente. Esses dados possivelmente mostram que os estudantes ao estudarem sobre tratamento físico – químico tem um pensamento fragmentado sobre a matéria transmitida em sala de aula pelo professor. Um dos comentários que mais chamou atenção foi

que alguns discentes relacionaram o tratamento físico – químico com a precipitação, o que provavelmente mostra que os mesmos estudaram de forma parcial o assunto. O saber por parte do discente consiste na forma planejada do processo de ensino aprendizagem, deste modo o docente precisa conduzir o estudante ao invés de se concentrar demasiadamente no assunto a ser ensinado, pois o conhecimento adquirido é visto como resultado de uma relação pessoal do professor e aluno, como defende Santos (2001).

Figura 4 - Gráfico mostrando o conhecimento prévio dos estudantes do 2º ano e 3º ano do Ensino Médio da Escola Liceu Estadual de Maracanaú relacionado à 7ª, 8ª e 9ª perguntas



Fonte: Próprio autor.

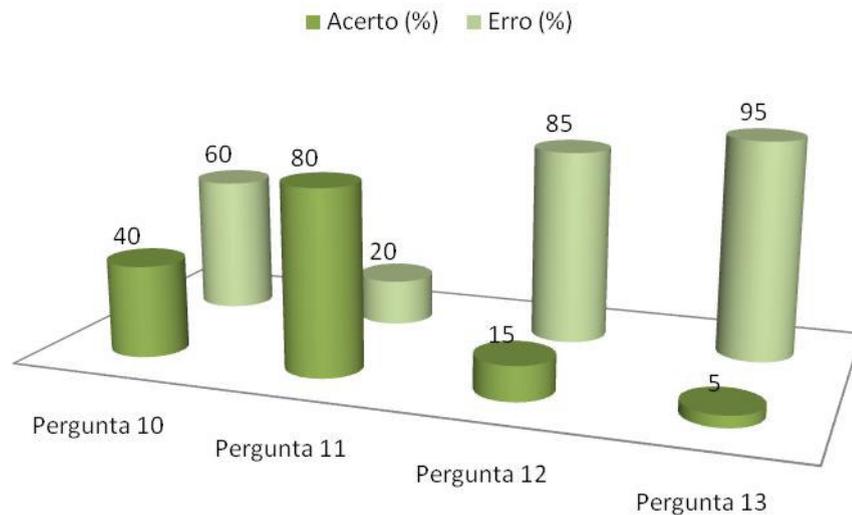
A sétima pergunta foi voltada para o impacto ambiental causado devido ao lançamento indevido dos líquidos industriais que ocasiona contaminação no solo e na água. A pergunta mencionava a poluição gerada com os resíduos depositados no meio ambiente. Acerca dessa questão 30% acertou o item que discutia a modificação estética, a composição do meio físico e a mínima ameaça à saúde humana, plantas e animais. O cuidado com a poluição refere-se à redução ou eliminação do volume, concentração ou toxicidade das fontes geradoras. Isso requer modificações nos procedimentos e nos processos para minimizar o impacto ambiental de acordo com Figueiredo, Santos e Ferrari (2000). Enquanto 70% marcaram outras respostas incompletas, o que demonstra que eles foram levados a assinalar respostas através do senso comum. “O baixo índice de aprendizagem dos alunos é resultado, principalmente, da postura passiva que eles demonstram nesse processo: ouvir professores, memorizar conceitos e despejar respostas.” (SANTOS, 2001, p. 75).

A oitava questão vinha de forma subjetiva onde solicitava a definição de metais pesados. Os dados mostraram que apenas 15% conseguiram de forma correta afirmar que os elementos químicos metais e semimetais contêm uma massa específica elevada, isso faz referência a um conceito de metais pesados relatado por Duffus (2002) que define como sendo elementos químicos aqueles com massa específica, massa atômica e número atômico elevado. Os 85% restante deixaram a questão em branco ou deram exemplos de metais que contaminam o ambiente. De acordo com os resultados obtidos, possivelmente, os alunos que descreveram de forma correta o que havia sido solicitado, prestaram atenção à aula de metais que o professor deve ter repassado em um dado momento em sala, e por isso definiram de forma assertiva o que havia sido solicitado. Os demais, provavelmente, devem ter esquecido o assunto e por isso colocaram apenas os exemplos. Nessas últimas décadas a prática pedagógica vem sendo vista apenas de maneira conteudista a qual predomina o ensino tradicional, a pouca preparação dos professores para lidar com seus aprendizes e os critérios de avaliação adotados em que predomina a falta de criatividade e uma visão não processual leva o aprendiz a esquecer assuntos já vistos, como defendem Moradillo e Oki (2004).

O nono problema fazia referência aos locais que os metais pesados eram encontrados. 30% dos estudantes marcaram o item correto colocando resíduos descartados por indústrias e urbanos, o que sugere que os discentes tinham uma ideia fragmentada sobre a matéria. Entretanto os 70% assinalaram de forma equivocada os demais itens, o que hipoteticamente percebe-se que estes não costumam ler ou pesquisar sobre o assunto. Segundo Pozo (1998), a leitura é uma estratégia de aprendizagem que facilita a compreensão, o armazenamento de ideias e a utilização da informação.

Figura 5 - Gráfico mostrando o conhecimento prévio dos estudantes do 2º ano e 3º ano do Ensino Médio da Escola Liceu Estadual de Maracanaú relacionado à 10ª, 11ª, 12ª e 13ª perguntas

### Conhecimento Prévio: 2º e 3º Ano



Fonte: Próprio autor.

A décima questão perguntava pelos principais metais pesados lançados por indústrias. Os resultados mostraram que houve um acerto de 40% dos alunos em relação a essa questão marcando o quesito que se referia ao zinco, cromo, chumbo, cádmio e mercúrio. Os dados, possivelmente, provam que estes alunos tem uma noção de quais metais contaminam, com sua elevada concentração, o meio ambiente. Os demais que assinalaram o item incorreto, provavelmente, associaram a resposta a outros que estão presentes em nosso cotidiano. “Os metais tem importante função no nosso metabolismo, enquanto alguns são essenciais em quantidades mínimas, o restante pode vir a causar danos aos seres vivos.” (VALLS; LORENZO, 2002, p 335).

A questão 11 foi onde houve o maior número de acertos, pois relacionava os efeitos tóxicos que os metais poderiam vir a causar aos seres humanos que ingerissem algum tipo de alimento contendo os mesmos. Os resultados apresentaram que 80% dos discentes sublinharam de forma correta, isso, possivelmente, se deve ao fato da mídia escrita e falada noticiar a contaminação como forma de prevenir os cidadãos quanto aos metais pesados. Em relação aos 20% que erraram pode se dar ao fato de terem pensado que não afetava de forma tão drástica os seres vivos. Essas intoxicações mais comuns relacionadas aos metais se devem ao alumínio, arsênio, bário, berílio, cádmio, chumbo, mercúrio e níquel. Esses elementos

modificam as células e as enzimas do nosso corpo. O excesso ou a carência desses metais podem levar o indivíduo a morte, como afirmam Mindell e Mundis (1996).

A décima segunda indagação mencionava que de acordo com a Semace o efluente industrial ao ser lançado na rede coletora obedece aos padrões de lançamento. De acordo com os dados obtidos foi visto que apenas 15% conseguiu marcar corretamente o item, o que provavelmente apresenta que os estudantes tem um conhecimento parcial sobre o quesito relacionado à legislação. Os 85% dos alunos marcaram de forma errada os demais itens que tinha na pergunta o que provavelmente demonstra que o saber é limitado sobre o conteúdo exposto.

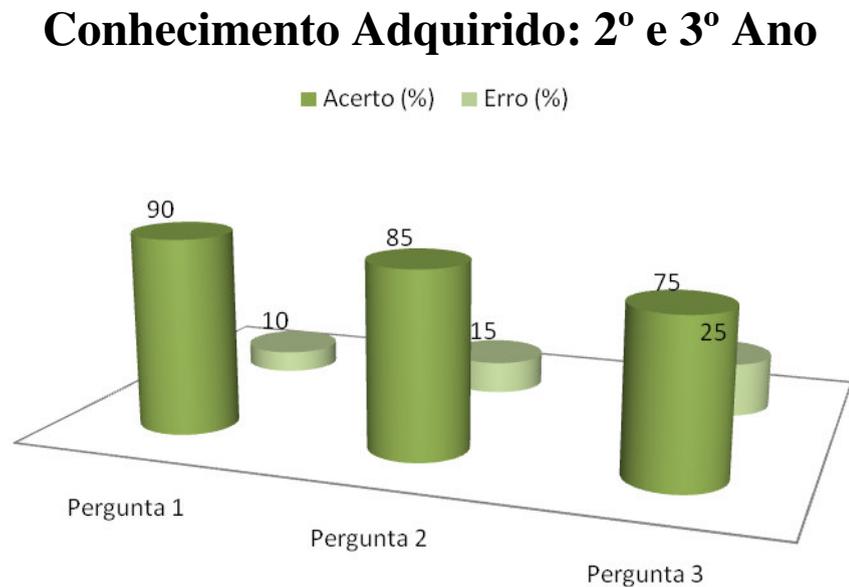
A última questão era uma pergunta relacionada com um cálculo básico de regra de três que envolvia ppm, mas apenas 5% acertou corretamente. Os 95% restante disseram que não tinham conhecimento e por isso não sabiam fazer os cálculos e outros apenas marcaram o item incorreto. Foi visto que os alunos não tinham tanta habilidade sobre o assunto e nem estratégias de resolução dos problemas colocados no questionário. Segundo Pozo (1998), é preciso que os alunos aprendam a solucionar questões, ou seja, habituá-los a encontrar por si mesmo respostas a perguntas que os inquietam ou que eles precisam responder, ao invés de esperar uma resposta já elaborada pelo professor.

## **4.2 Avaliações do conhecimento adquirido dos estudantes da escola Liceu Estadual**

### ***4.2.1 Conhecimento adquirido dos alunos***

Como maneira de avaliar todas as informações e para avaliar o grau de aprendizagem dos alunos através dos conhecimentos adquiridos após a metodologia aplicada inicialmente nessa segunda parte da pesquisa, foi aplicado novamente o mesmo instrumento investigativo (ANEXO B). Na data de aplicação do questionário se encontravam presentes os 40 alunos das turmas do segundo e terceiro ano da tarde. Os gráficos mostram a relação de acertos e erros de cada questão nesta etapa.

Figura 6 - Gráfico mostrando o conhecimento adquirido dos estudantes do 2º ano e 3º ano do Ensino Médio da Escola Liceu Estadual de Maracanaú relacionada à 1ª, 2ª e 3ª perguntas



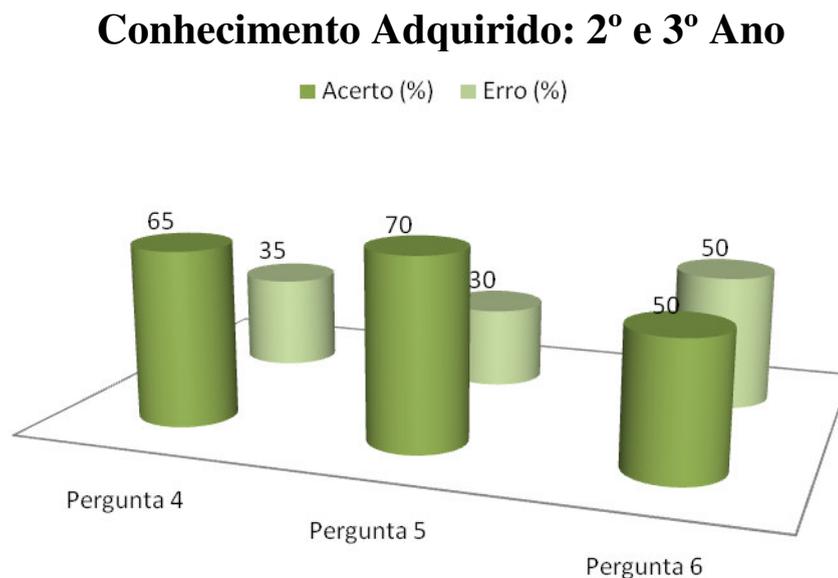
Fonte: Próprio autor.

Foi visto que na primeira pergunta sobre os efluentes industriais, após a metodologia aplicada, aproximadamente 90% dos estudantes concluíram como sendo resíduos que provem de um determinado estabelecimento industrial com águas pluviais, refrigeração e esgoto doméstico poluído. Isso confirma um acerto de 40% a mais em relação à primeira pesquisa realizada, o que mostra que os alunos foram capazes de compreender melhor o conteúdo aplicado. Entre as respostas obtidas pelos alunos, uma delas fazia relação ao volume de efluentes produzidos por indústrias e a toxicidade gerada no despejo final. A utilização doméstica e as atividades industriais produzem elevadas quantidades de resíduos e efluentes que impactam o meio ambiente, segundo Britto e Rangel (2008). Os 10% que não conseguiram acertar a questão, possivelmente não compreenderam de forma clara o conteúdo abordado e por essa razão não fizeram uma relação correta sobre a definição de efluentes industriais. De acordo com Guimarães (2009), o professor pode utilizar as aulas expositivas e discursivas para trabalhar significativamente os conteúdos propostos, pois dessa forma ao lidar com as dificuldades dos alunos ao fenômeno, ele conseguirá um elo entre as concepções prévias aos novos conhecimentos.

Na segunda pergunta que fazia alusão à primeira, anteriormente mencionada, obteve-se 85% de acerto, o que comprova o conhecimento obtido dos alunos. Os 15% restante continuaram provavelmente tendo uma ideia parcial sobre o tema, pois os itens marcados pelos mesmos mostraram esse dado.

O terceiro questionamento buscou averiguar se os alunos haviam entendido as subdivisões dos efluentes industriais e domésticos. Nota-se através da figura 6 que 75% dos estudantes marcaram a alternativa correta, o que possivelmente pode se perceber que eles fizeram uma correlação entre as divisões dos resíduos que existem no meio em que vivemos. Segundo Guimarães (2009), o enfrentamento de problemas por parte do discente pode ser essencial para que o educador encontre vestígios de que ele através do seu saber cognitivo fez alusão a novos conceitos. Enquanto os 25% que erraram fizeram relação com os outros tipos de efluentes, como por exemplo, os gasosos, pois na aula aplicada foi mencionado esse assunto. Os efeitos desses poluentes na forma de gases ou atmosférico são irritantes e tóxicos e nunca trazem um só tipo de inconveniente, como defendem Branco e Murgel (2000).

Figura 7 - Gráfico mostrando o conhecimento adquirido dos estudantes do 2º ano e 3º ano do Ensino Médio da Escola Liceu Estadual de Maracanaú relacionada à 4ª, 5ª e 6ª perguntas



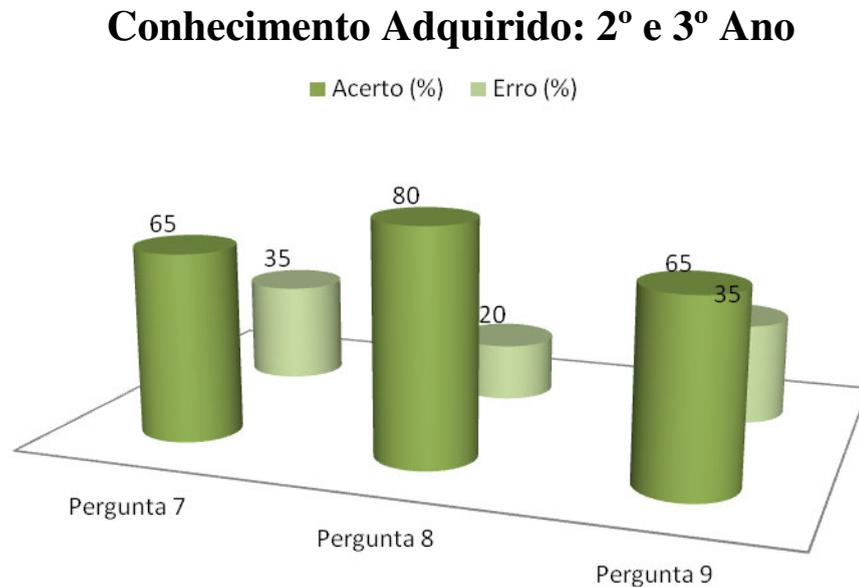
Fonte: Próprio autor.

A quarta questão atingiu um nível de respostas coerentes e corretas de 65% dos alunos. Eles conseguiram colocar nas entrelinhas o conhecimento adquirido sobre as características físicas, químicas e biológicas dos princípios existentes atualmente sobre o tratamento de efluentes e exemplificar cada um. Entretanto 35% dos estudantes escreveram de forma incompleta o que havia sido pedido na pergunta. O que há uma confirmação que eles sabiam e tinham noção sobre a matéria, mas não se lembraram de todos os processos como os demais.

A quinta pergunta teve um índice de 70% de acerto no item que mencionava o tratamento físico – químico como o mais indicado para remediar e tratar poluentes tóxicos, inorgânicos e não biodegradáveis nos rios e solo. Em relação a esse quesito, houve um crescimento de 60% em relação à primeira etapa da pesquisa. Os alunos marcaram de forma objetiva e clara, demonstrando um pensamento coerente sobre a questão mencionada e que assimilaram o conteúdo. Aprender é um processo gradual que acontece com o estudante e do qual ele se torna o principal agente. Em suma, é de fundamental importância que o professor compreenda isto, entendendo seu papel de facilitador da aprendizagem de seus alunos, seguindo o que afirma Santos (2001). Em contrapartida, os 40% dos discentes que assinalaram de forma inexata como sendo físico, químico ou biológico, possivelmente, confundiram com os outros tratamentos existentes, pois dentre esses processos, o biológico é bastante utilizado por indústrias devido ao seu baixo custo. Como relatado por Melo Filho (1997) diz que os efluentes gerados por unidades industriais são tratados por processo físico – químico como mais utilizado ou por tratamentos biológicos.

Com o objetivo de constatar o conhecimento dos estudantes em relação ao tratamento físico – químico aplicado nos poluentes das águas, a sexta questão buscava de forma contextualizada um exemplo relacionado ao tratamento já mencionado. A contextualização pode ser vista como uma estratégia metodológica que facilita a compreensão de fatos ou situações do cotidiano dos alunos e conhecimentos formais escolares, como afirma Scaffi (2010). Dentre os 50% que exemplificaram, uma das respostas chamou atenção pelo fato de além do que havia sido pedido, o aluno relatou a importância de utilizar esse processo para recuperar algumas substâncias e diminuir a toxicidade no impacto ambiental sob o ponto de vista de efluentes contaminados com metais pesados. A outra parcela dos 50% deixou a questão em branco, o que sugere que eles não compreenderam esse tópico que foi comentado e apresentado nas aulas sobre efluentes industriais.

Figura 8 - Gráfico mostrando o conhecimento adquirido dos estudantes do 2º ano e 3º ano do Ensino Médio da Escola Liceu Estadual de Maracanaú relacionada à 7ª, 8ª e 9ª perguntas



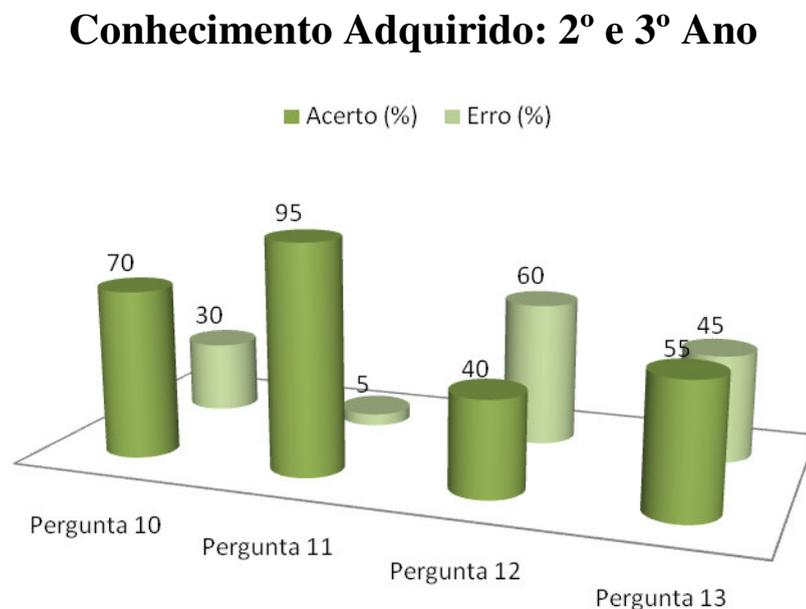
Fonte: Próprio autor.

Os resultados da sétima questão mostraram que 65% assinalaram a alternativa certa sobre o tema poluição gerada através do uso indevido de resíduos. Isso indica que mais de 50% dos discentes nesta etapa aprenderam que qualquer tipo de contaminação altera física, química ou biologicamente a composição da fauna e da flora. Já a poluição aquática afeta diretamente o ser humano quando esta água é consumida, como afirma Fellenberg, (1980). Os 35% marcaram de forma equivocada os demais itens que mencionavam de forma incompleta sobre o assunto discutido. Provavelmente, eles erraram por não terem conhecimento extra, como em jornais e internet, onde esse assunto é bastante debatido em redes sociais.

A oitava pergunta pedia o conceito de metais pesados com base no que já havia sido visto ou estudado pelos alunos. O conhecimento de forma contextualizada abre um novo conceito para a aprendizagem significativa mútua entre o aluno e o objeto do saber, pois o torna capaz de fazer relações entre o conhecimento cognitivo e o adquirido, como relatado por Scafi (2010). Os dados atingidos demonstram que 80% definiram de forma clara e objetiva o tema abordado. Em uma das respostas escritas, o discente descreveu e relatou a prevenção quanto ao descarte desses metais advindos de efluentes nas redes públicas, como menciona Fellenberg, (1980). Os 20% fizeram de forma errada a questão, possivelmente não entenderam o conteúdo quando o mesmo foi aplicado, resultando como consequência respostas sem preenchimento e incompletas.

Observou-se que na nona pergunta 65% indicaram como resposta correta metais provenientes de indústrias, locais urbanos, deposição atmosférica, provenientes do uso de agrotóxicos e agroquímicos. Esse resultado indica que os discentes assinalaram a alternativa fazendo uso do senso comum e por terem feito uma correlação com a poluição gerada com o despejo incorreto desses metais. Entretanto, os 35% restante marcaram itens que eram falsos, pois não citavam de forma abrangente o local correto de onde provinham os metais pesados. Nota-se que, essa questão ocasionou dúvidas aos estudantes que sublinharam o quesito inexato, pois eles não se atentaram ao item mais preciso como os demais alunos que acertaram.

Figura 9 - Gráfico mostrando o conhecimento adquirido dos estudantes do 2º ano e 3º ano do Ensino Médio da Escola Liceu Estadual de Maracanaú relacionada à 10ª, 11ª, 12ª e 13ª perguntas



Fonte: Próprio autor.

A décima questão fazia alusão aos principais metais lançados por indústrias. Cerca de 70% dos discentes responderam o item que falava do zinco, cromo, chumbo, cádmio e mercúrio. Esses dados sugerem que os estudantes aprenderam sobre os tipos de metais que existem e o grau de perigo que estes representam a uma determinada concentração no organismo. Enquanto a outra parte dos alunos que se equivocaram, possivelmente se influenciaram por metais conhecidos e que acreditavam ser danosa a saúde humana.

A questão 11 relata os efeitos tóxicos causados pelos metais pesados quando o indivíduo entra em contato ou ingere uma amostra contendo o mesmo. Os resultados obtidos

mostram um acerto de 95% dos estudantes, em comparação à primeira pesquisa realizada. A mídia torna acessível ao aluno adquirir o saber prévio de vários assuntos de forma horizontal e menos seletiva, segundo Pozo (1998). Observa-se que os alunos apenas fortaleceram o conhecimento prévio que tinham sobre os sintomas prejudiciais que poderiam vir a causar problemas para o ser humano. No entanto, os 5% que assinalaram erroneamente o item, ou seja, a minoria, não deve ter percebido que todas as respostas anteriores estavam corretas.

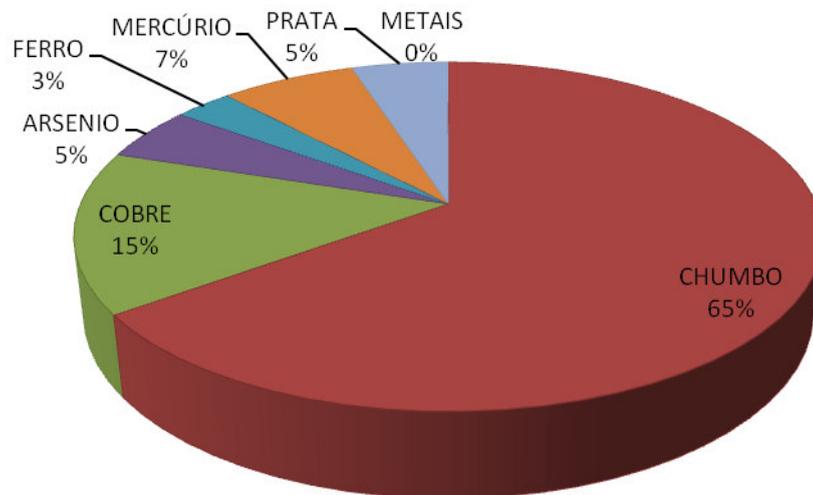
A pergunta 12 fazia referência aos padrões de lançamento que devem ser seguidos para que se possa lançar um efluente industrial. Os dados alcançados revelam que 40% dos estudantes marcaram a alternativa correta que fazia menção ao pH, a temperatura, aos materiais sedimentáveis e substâncias solúveis que propõe a Semace. Esses alunos, através das aulas contextualizadas e aplicadas, conseguiram entender como funciona a legislação que permite o descarte final dos efluentes industriais através de determinados tratamentos. Contextualizar um tema facilita o processo de ensino – aprendizagem pelo contato com o assunto e estimula o interesse pelo conhecimento, de acordo com Scafi (2010). Os 60% que sublinharam a questão de forma errada, devem ter se confundido com os demais órgãos que relatam os outros lançamentos.

A décima terceira pergunta vinha de forma contextualizada e objetiva abordando efluentes industriais e metais pesados. A mesma buscava dos estudantes uma noção sobre ppm (partes por milhão) de modo que para obter a resposta exata, o aluno necessitava ter conhecimento sobre os temas expostos. Os resultados mostraram que 55% dos discentes realizaram de forma precisa e correta o cálculo que confirmava a resposta. O que chamou a atenção nessa última questão foi o fato dela ser objetiva, entretanto, os alunos fizeram-na de forma subjetiva, ou seja, eles fizeram as contas para saber qual item estava certo. A outra parcela que errou a questão, provavelmente teve dificuldade na hora de realizar os cálculos para obter a alternativa exata.

#### **4.3 Análises dos experimentos realizados com estudantes da escola Liceu Estadual**

Com a finalidade de checar se a teoria aplicada sobre metais pesados em efluentes industriais, de forma contextualizada, resultou de forma positiva aos alunos, foi realizada uma prática de Identificação de Metais Pesados, com o objetivo de que os mesmos pudessem descobrir através do experimento os metais (Chumbo e Cobre) em análise. A figura 10 mostra as respostas sugeridas pelos alunos no experimento realizado com a amostra 02:

Figura 10 - Gráfico mostrando o resultado em porcentagem das respostas dos discentes em relação ao primeiro experimento realizado com a amostra 02

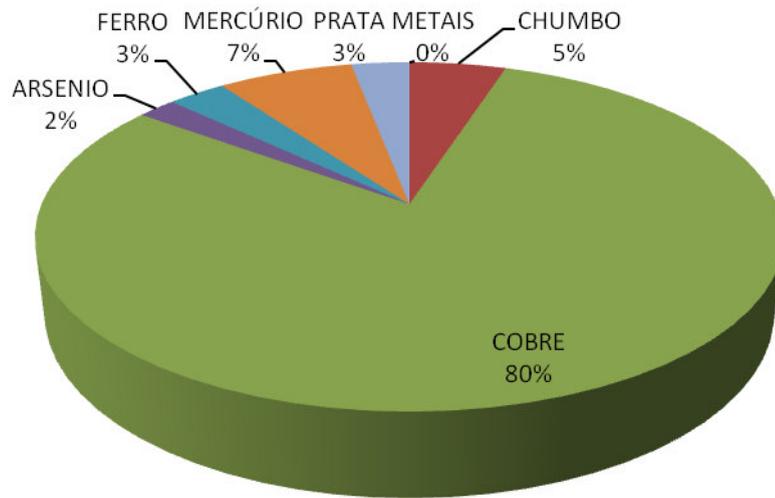


Fonte: Próprio autor.

Como evidenciado através da figura 10, os estudantes do segundo e terceiro ano da escola Liceu Estadual, ao realizarem o primeiro experimento da amostra 02, 65%, conseguiram identificar o Chumbo como o metal analisado. Dentre as respostas obtidas, o que mais chamou a atenção foi a cor da amostra, na qual os alunos demonstraram que tiveram bastante atenção no momento da aula onde foi discutido sobre a cor de determinados metais. Segundo Hodson (1988), as práticas experimentais devem ser realizadas visando diferentes objetivos, tal como ilustrar um fenômeno, enfatizar um princípio teórico, coletar dados e desenvolver habilidades de observação no aprendiz.

O gráfico da figura 11 expõe os resultados obtidos com o experimento da amostra 03 contendo como metal o Cobre:

Figura 11 - Gráfico mostrando o resultado em porcentagem das respostas dos discentes em relação ao primeiro experimento realizado com a amostra 03



Fonte: Próprio autor.

A análise do experimento da amostra contendo Cobre apresenta que 80% dos discentes conseguiram identificar o metal utilizado na prática. Os alunos quando perguntados sobre a maneira que os fizeram diferenciar os metais utilizados na prática dos demais metais, afirmaram que as aulas contextualizadas, envolvendo o tema, os ensinaram a detectar a cor e as diversas características que existem em cada um com suas propriedades. Dessa forma, é possível notar que os estudantes que acertaram, fizeram uso da investigação para chegar à resposta correta. Quando no ensino de ciências, é feito o uso do laboratório, automaticamente, cria-se uma estratégia para a realização de problemas reais que permitem ao aluno poder contextualizar e indagar sobre questionamentos investigativos. Com isso, o conteúdo a ser exposto entra como resposta as perguntas dos educandos durante o contexto teórico, como defende Guimarães (2009). Os demais relacionaram a amostra com outros tipos de metais como demonstrado no gráfico. Possivelmente, esse erro na identificação do metal se deve ao fato de não terem dado a devida atenção no momento em que foi explanado sobre cada um, com ênfase em suas principais diferenças relacionada à suas características.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não é uma tarefa “trivial” abordar a temática metais pesados contextualizada com efluentes industriais. Principalmente por ser um tema que envolve a química ambiental no ensino médio. Esse trabalho buscou propor metodologias e estratégias educacionais que pudessem superar as dificuldades encontradas pelos alunos no ensino tradicional, modificando a dinâmica das aulas, ou seja, tornando-as mais contextualizadas e de forma positiva intensificando as relações professor – aluno nos processos de ensino e aprendizagem.

Atualmente, o ensino de química é abordado de forma tradicional, com ênfase na memorização de conteúdos, equações, fórmulas, símbolos e cálculos matemáticos, sem a devida contextualização, o que vêm trazendo problemas de aprendizado para o discente. Assim, os alunos não conseguem estabelecer uma conexão entre o que foi visto em sala de aula e o cotidiano. Dessa forma, eles não têm a oportunidade de vivenciar a química e de investigá-la através de observações analisadas, o que lhes impossibilita de aprender e entender como de fato se dá a construção do conhecimento químico. E na verdade, a química é um elo de interação do cidadão com o mundo. Ou seja, um trabalho voltado para a experimentação e para a realidade dos alunos, o que não traduz em perda de qualidade do conteúdo, afirma Magalhães (2007).

O ensino de química tem a função de apresentar ao aluno um conceito de ciência como atividade humana em construção, que leva em conta o papel social da ciência. Em concordância com essa visão, se faz necessário recorrer a metodologias que contribuam para uma aprendizagem de Química que colabore para a concretização desses objetivos. Uma dessas opções metodológicas que pode trazer essa contribuição é a experimentação (SILVA *et al.*, 2009).

Entendemos que quando a experimentação é desenvolvida juntamente com a contextualização, ou seja, levando em conta aspectos sócio-culturais e econômicos da vida do aluno, os resultados da aprendizagem poderão ser mais efetivos (SILVA *et al.*, 2009).

O trabalho aqui apresentado busca propor uma abordagem diferenciada para solucionar esses problemas citados, trazendo a contextualização e a experimentação como ferramentas pedagógicas adicionais ao método de ensino.

Portanto, em vista dos resultados obtidos através das aulas contextualizadas discursivas e a prática aplicada com os alunos da Escola Liceu Estadual de Maracanaú, este trabalho tem plenas condições de contribuir positivamente para o conhecimento químico dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

- BAIRD, Collins. **Química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BAIRD, Collins. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BRANCO, Samuel Murgel; MURGEL, Eduardo. **Poluição do ar**. São Paulo: Moderna, 2000.
- BRITTO, J. M; RANGEL, M.C. Processos avançados de oxidação de compostos fenólicos em efluentes. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 114-122, 2008.
- CHASSOT, Áttico Inácio. **A educação no ensino da química**. Ijuí: Unijuí, 1990.
- DUFFUS, J.H. **Heavy metals**: a meaningless term? *Pure and Applied Chemistry*, v. 74, n. 5, p. 793-807, 2002.
- FELLENBERG, Gunter. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária: 1980.
- FIGUEIREDO, M.G; SANTOS, M. S.; FERRARI, L. R. Estação de Tratamento de Efluentes das Indústrias Têxteis: otimização através da implantação de medidas de prevenção à poluição. *In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2000.
- GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
- HAWKES, S.J. What is a heavy metal? *Journal of Chemical Education*, v. 74, n. 11, p. 1374, 1997
- HODSON, D. Experiments in Science and Science Teaching. **Educational Philosophy and Theory**. v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.
- KUNZ, A.; PERALTA-ZAMO.RA, P.; MORAES, S. G.; DÚRAN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v.25, n.1, p.78-82, 2002.
- LIMA, V.F; MERÇON, F. Metais pesados no ensino de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 199-205, 2011.
- MAGALHÃES, Juliana da Silva. **Projeto de implantação de um clube de ciências nos colégios estaduais do estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 2007.
- MELLO, E. J. R. **Tratamento de esgoto sanitário**: avaliação da estação de tratamento de esgoto do Bairro Novo Horizonte na cidade de Araguari/MG. Uberlândia, 2007. Disponível em: [http://www.saearaguari.com.br/desenv/downloads/tratamento\\_esgoto\\_-\\_ETE\\_compacta.pdf](http://www.saearaguari.com.br/desenv/downloads/tratamento_esgoto_-_ETE_compacta.pdf). Acesso em: 09 mar. 2015.
- MELO FILHO, L. C. **Efeito da pré-ozonização sobre a geração de lodo em processos físico - químicos de estações de tratamento de efluentes têxteis**. 1997. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

MINDELL, E; MUNDIS, H. **Vitaminas: guia prático das propriedades e aplicações.** São Paulo: Melhoramentos, 1996.

MORADILLO, E.F; OKI, M.C.M. Educação ambiental na universidade: construindo possibilidades. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 332-336, 2004.

PIAGET, Jean. **Os Pensadores: a epistemologia genética, sabedoria e ilusões da filosofia, problemas de psicologia genética.** São Paulo: Abril Cultural, 1978.

POZO, Juan Ignacio. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ROCHA, Julio César; ROSA, Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. **Introdução à química ambiental.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SILVA, R.T; CURSINO, A.C. T; AIRES, J.A; GUIMARÃES, O.M. Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “experimentação no ensino de química” da revista química nova na escola 2000-2008. **Ensaio – Pesquisa em educação em ciências**; v. 11, n. 2, 2009.

SANTOS, S.C. O processo de ensino: aprendizagem e a relação professor – aluno: aplicação dos “sete princípios para a boa prática na educação de ensino superior”. **Caderno de pesquisa em administração**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 69 – 82, 2001.

SCAFI, S.H.F. Contextualização no ensino de química em uma escola militar. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 176-183, 2010.

VALLS, M; LORENZO, V. **Exploiting the genetic and biochemical capacities of bactéria for remediation of heavy metal pollution.** FEMS Microbiology Reviews, v. 26, p. 327 – 338, 2002.

## ANEXO A - PLANO DE AULA – 2015

### QUÍMICA LICENCIATURA

*Prof (a): Maria Aislânia Xavier Bezerra*

*ENS. MÉDIO.*

#### **Conteúdos**

- Será abordado o tema sobre efluentes industriais: conceito, características (físicas, químicas e biológicas), lançamentos em corpos hídricos, processos de tratamento e legislação.
  
- Outro tema comentado será sobre os metais pesados: conceitos, propriedades, características, vantagens, desvantagens e seu uso no cotidiano.

#### **Avaliação/ Descrição**

- . Observação direta com registro: Pontualidade, motivação, postura, espírito de grupo, respeito e cooperação;
- . Diagnóstico comportamental;
- . Prática (participação nas atividades) - 30%;
- . Conceito (cooperação, espírito de grupo, conhecimento do assunto e apresentação) - 70%.

#### **Objetivo Geral**

Avaliar o conhecimento acerca de metais pesados e sua relação com os efluentes industriais.

#### **Resumo**

Será realizado um ciclo de cinco aulas sobre os conteúdos citados anteriormente. Na primeira aula terá uma apresentação inicial sobre o trabalho e aplicação de um

questionário. Tal aplicação será feita com o intuito de avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre os temas que serão abordados. Com o auxílio da professora de química, serão escolhidos dez alunos aleatoriamente e será realizada a formação dos grupos para dar início ao ciclo de quatro aulas, subdividindo-as em conteúdos relacionados a efluentes industriais, metais pesados, contextualização e no final uma prática para consolidação do conhecimento.

**ANEXO B - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO APLICADO AOS ESTUDANTES  
DA ESCOLA LICEU ESTADUAL**

**Universidade Federal do Ceará  
Departamento de Química Orgânica e Inorgânica  
Curso de Licenciatura em Química**

**Instrumento Diagnóstico**

<b>Turma</b>	<b>Turno</b>	<b>Sexo</b>	<b>Idade</b>
2º Ano ( )	Tarde ( )	Masculino ( )	_____Anos
3º Ano ( )		Feminino ( )	

- 01.** O que vocês entendem por efluentes industriais?
- 02.** A grande diversidade das atividades industriais ocasiona, durante o processo produtivo, a geração de efluentes, os quais podem poluir/contaminar o solo e a água. Com base nessa informação, assinale a alternativa correta.
- a) Os efluentes líquidos industriais são despejos líquidos provenientes do estabelecimento industrial, compreendendo processos industriais, água de refrigeração poluída, águas pluviais e esgoto doméstico.
- b) Os efluentes líquidos industriais são despejos líquidos e sólidos das indústrias, compreendendo apenas processos industriais e esgoto doméstico.
- c) Os efluentes industriais são despejos sólidos provenientes do esgoto doméstico.
- d) Os efluentes líquidos industriais são despejos líquidos provenientes de águas de refrigeração poluída e águas pluviais e não são provenientes das indústrias, apenas tem esse nome.
- 03.** Os efluentes líquidos estão subdivididos em efluentes industriais e domésticos, porém existem outras divisões desses resíduos. Quais são elas?

- a) Efluentes gasosos e agrícolas.
- b) Efluentes gasosos e pluviais urbanos.
- c) Depósitos de lixões, agrícolas e pluviais urbanos.
- d) Agrícolas e domésticos.

**04.** Os processos de tratamento dos efluentes utilizados são classificados de acordo com os princípios físicos, químicos e biológicos. De acordo com o seu conhecimento prévio do assunto, defina esses princípios e dê dois exemplos de cada um.

**05.** Nas indústrias que geram resíduos líquidos tóxicos, inorgânicos ou orgânicos não biodegradáveis existe um tratamento mais indicado. Qual seria?

- a) Tratamento biológico.
- b) Tratamento químico.
- c) Tratamento físico.
- d) Tratamento físico – químico.

**06.** Você sabia que os tratamentos do tipo físico-químico aplicam-se na depuração de águas residuárias geradas, normalmente, pelos processos de tratamento de superfícies. Com base nessa afirmação, dê um exemplo de um dos tratamentos utilizados por indústrias que você já ouviu falar.

**07.** O lançamento indevido de efluentes industriais de diferentes fontes ocasiona modificações nas características do solo e da água, podendo poluir ou contaminar o meio ambiente. Dessa forma a poluição ocorre de que forma?

- a) Quando os efluentes modificam apenas o aspecto estético do meio.
- b) Os efluentes modificam o aspecto estético, a composição ou a forma do meio físico, mas não ameaça a vida humana.

- c) Os efluentes contaminam os homens, plantas e animais.
- d) Os efluentes modificam o aspecto estético, a composição ou a forma do meio físico, enquanto o meio é considerado contaminado quando existir a mínima ameaça à saúde de homens, plantas e animais.

**08.** O conceito de metal pesado vem sendo muito utilizado no dia-a-dia. Com base no conhecimento que vocês têm sobre o assunto, defina metais pesados.

**09.** Os metais pesados provêm de certos locais. Quais são eles?

- a) Águas pluviais e de refrigeração.
- b) Resíduos descartados por indústrias e urbanos, deposição atmosférica e uso de agrotóxicos e agroquímicos.
- c) Resíduos advindos dos animais e dos rios.
- d) Resíduos gerados por indústrias e pelos rios.

**10.** Quais os principais metais pesados lançados pelas indústrias?

- a) Zinco, Cromo, Chumbo, Cádmio e Potássio.
- b) Zinco, Sódio, Potássio, Mercúrio e Chumbo.
- c) Hidrogênio, Sódio, Cromo, Chumbo e Mercúrio.
- d) Zinco, Cromo, Chumbo, Cádmio e Mercúrio.

**11.** A mídia escrita e falada tem noticiado sobre a contaminação de adultos, crianças, lotes e vivendas residenciais, com metais pesados. A manifestação dos efeitos tóxicos está associada à dose e pode distribuir-se por todo o organismo, afetando vários órgãos, alterando os processos bioquímicos, organelas e membranas celulares. Quais sintomas podem vir a causar?

- a) Diarréia e dores abdominais.
- b) Problemas no sistema nervoso e cardiovascular.
- c) Diarréia, sistema nervoso e cardiovascular.

**d)** Todas as alternativas anteriores.

**12.** De acordo com a Semace o efluente industrial ao ser lançado na rede coletora, pertencente ao Sistema de Esgotamento Sanitário dos Distritos Industriais, deverá obedecer aos padrões de lançamento. Quais são eles:

**a)** pH : 6,0 a 10,0 ; temperatura: inferior a 40° C; materiais sedimentáveis: até 20,0 mL/L em teste de 1 hora em “Cone Imhoff”, substâncias solúveis em hexano: 100,0 mg/L;

**b)** pH : 5,0 a 8,0 ; temperatura: inferior a 30° C; materiais sedimentáveis: até 20,0 mL/L em teste de 1 hora em “Cone Imhoff”, substâncias solúveis em hexano: 100,0 mg/L;

**c)** pH : 6,0 a 10,0 ; temperatura: inferior a 20° C; materiais sedimentáveis: até 20,0 mL/L em teste de 1 hora em “Cone Imhoff”, substâncias solúveis em hexano: 100,0 mg/L;

**d)** pH : 6,0 a 10,0 ; temperatura: inferior a 40° C; materiais sedimentáveis: até 20,0 mL/L em teste de 1 hora em “Cone Imhoff”, substâncias solúveis em hexano: 200,0 mg/L;

**13.** A contaminação de águas e solos por metais pesados tem recebido grande atenção dos ambientalistas, devido à toxicidade desses metais ao meio aquático, às plantas, aos animais e à vida humana. Dentre os metais pesados há o chumbo, que é um elemento relativamente abundante na crosta terrestre, tendo uma concentração ao redor de 20 ppm (partes por milhão). Uma amostra de 100 g da crosta terrestre contém um valor médio, em mg de chumbo igual a:

**a)** 20

**b)** 2

**c)** 10

**d)** 5

## ANEXO C – ROTEIRO

### PRÁTICA 01 – IDENTIFICAÇÃO DE METAIS PESADOS

#### 01. OBJETIVOS:

- 1.1. Observar as propriedades dos metais.
- 1.2. Identificar os metais através da cor.
- 1.3. Aprimorar o conhecimento sobre o conteúdo abordado na teoria.

#### 02. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- 2.1. Com o auxílio de uma pipeta pasteur coloque um 1mL da amostra 02 no tubo de ensaio.
- 2.2. Solubilize a mesma agitando- a vagorosamente.
- 2.3. Adicione 1 gota de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  6M na amostra 02.
- 2.4. Em seguida acrescente 5gotas de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  0,5M e agite um pouco.
- 2.5. Haverá a formação de uma amostra colorida.
- 2.6. Com o auxílio de uma pipeta pasteur coloque um 1mL da amostra 03 no tubo de ensaio.
- 2.7. Solubilize a mesma agitando-a vagorosamente.
- 2.8. Adicione 1 gota de  $\text{NH}_3$  15M na amostra.
- 2.9. Haverá a formação de uma amostra colorida.

#### 03. PÓS – LABORATÓRIO

- 3.1. Identifique os respectivos metais pesados das amostras 02 e 03.