

DOI: [10.46943/VIII.CONEDU.2022.GT14.011](https://doi.org/10.46943/VIII.CONEDU.2022.GT14.011)

# OS METAIS PESADOS NO ENSINO DE QUÍMICA

**Jocielys Jovelino Rodrigues**

Professor Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [jocielysr@gmail.com](mailto:jocielysr@gmail.com)

**Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho**

Professor Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

## RESUMO

Ao longo dos anos os problemas relacionados ao ambiente vêm se agravando, ocasionados principalmente por contaminações do ar, água, solo. Assim como, esgotamento dos recursos naturais e perda da biodiversidade. Desequilíbrios provocados pela explosão demográfica, consumismo descontrolado, atividades empresariais e tecnológicas predatórias, que favorecem a uma crise ambiental sem precedentes. Entretanto, um movimento de reordenação está em curso e requerem da educação em geral e em particular da educação científica e tecnológica a contingência de seu vir a ser. Assim, focando a realidade social e tecnológica, a questão da problemática ambiental, de forma circunstancial, demanda o esforço de conscientização das mentes, com o intuito de construção de uma nova compreensão de ambiente, que privilegie a sua multidimensionalidade e interdisciplinariedade. Nessa perspectiva da problemática ambiental, é importante explorar o campo de estudos de outras ciências e ultrapassar as fragmentações que separam o homem da natureza e lhe confirma o poder de dominação. É fundamental evoluir para o entendimento da realidade, e para uma observação de mundo mais integrada. É nesse enfoque que se evidenciam as novas possibilidades que poderão ser inseridas pela

operacionalização de estudos no enfoque CTS no ensino de Química, as quais considerando, entre outros, os temas ambientais, incluem novos espaços para interações, e também introduz um novo fazer pedagógico, mais crítico e contextualizado. O objetivo deste trabalho é refletir sobre a importância da utilização do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS para a abordagem da problemática ambiental no ensino de Química. Entende-se que a aprendizagem em relação ao meio ambiente é uma das vertentes necessárias à formação no ensino de Química, visto que sua prática profissional se encontra relacionada com a utilização de recursos do ambiente, execução de tecnologias e atendimento de necessidades e interesses da sociedade.

**Palavras-chave:** Meio ambiente, Metais pesados, Ciência, Tecnologia, Sociedade

## INTRODUÇÃO

Este trabalho busca argumentar sobre a importância da utilização do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS para a abordagem da problemática ambiental no ensino de Química. Entende-se que a aprendizagem em relação ao meio ambiente é uma das vertentes necessárias à formação no ensino de Química, visto que sua prática profissional se encontra relacionada com a utilização de recursos do ambiente, execução de tecnologias e atendimento de necessidades e interesses da sociedade. Assim como a utilização de processos favoráveis ao meio ambiente como o processo de Adsorção e o uso de materiais denominados peneiras moleculares.

Desde meados da década de 60 os problemas relacionados ao ambiente vêm se agravando, ocasionados principalmente por contaminações do ar, água, solo. Assim como, esgotamento dos recursos naturais e perda da biodiversidade. Desequilíbrios provocados pela explosão demográfica, consumismo descontrolado, atividades empresariais e tecnológicas predatórias, que favorecem a uma crise ambiental sem precedentes. Entretanto, um movimento de reordenação está em curso e requerem da educação em geral e em particular da educação científica e tecnológica a contingência de seu vir a ser.

Já que, se por um lado, o desenvolvimento técnico científico possibilitou um avanço de conhecimentos a respeito das questões ambientais, por outro, tal conhecimento ainda não é utilizado de forma adequada e conveniente ao equilíbrio almejado.

Assim, focando a realidade social e tecnológica, a questão da problemática ambiental, de forma circunstancial, demanda o esforço de conscientização das mentes, com o intuito de construção de uma nova compreensão de ambiente, que privilegie a sua multidimensionalidade.

Na perspectiva da problemática ambiental, é importante explorar o campo de estudos de outras ciências e ultrapassar as fragmentações que separam o homem da natureza e lhe confirma o poder de dominação. É fundamental evoluir para o entendimento da realidade, e para uma observação de mundo mais integrada. É nesse enfoque que se evidenciam as novas possibilidades que

poderão ser inseridas pela operacionalização de estudos no enfoque CTS no ensino de Química, as quais considerando, entre outros, os temas ambientais, incluem novos espaços para interações, e também introduz um novo fazer pedagógico, mais crítico e contextualizado (MORIN, 2001).

O texto explora inicialmente alguns princípios que fundamentam a intencionalidade do processo de formação no ensino de Química, apresenta metodologias concernentes à inserção do enfoque CTS na educação científica e tecnológica, assim como as contribuições desse enfoque para a abordagem da problemática ambiental no ensino de Química.

## EFLUENTES CONTAMINADOS POR COMPOSTOS ORGÂNICOS

### PROCESSOS DE ADSORÇÃO

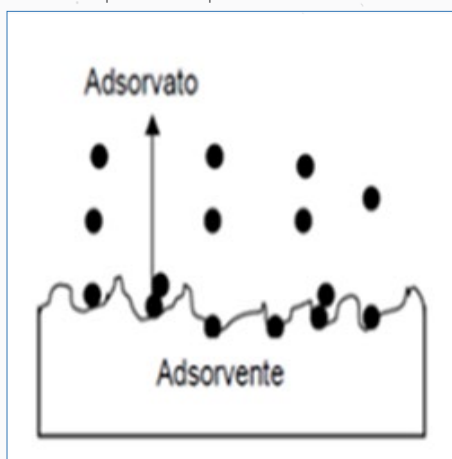
O fenômeno da adsorção foi descoberto por volta do século XVIII. As primeiras observações foram feitas por Scheele, em 1773, idealizando experimentos com carvão ativado e argilas, descobrindo que esses materiais poderiam reter certos gases. Mais tarde, no ano de 1823, Lowitz observou o mesmo fenômeno, realizando experimentos com soluções (MCKAY, 1995).

Adsorção é o nome do fenômeno no qual moléculas de uma fase fluida aderem em uma superfície sólida, sem modificação química. De um modo geral, a adsorção acontece como resultado de forças não balanceadas na superfície de um agente sólido, o adsorvente, e que seguram certas moléculas do fluido, o adsorvato, ao redor da superfície do sólido ( ).

O fenômeno de adsorção ocorre porque átomos da superfície têm uma posição incomum em relação aos átomos do interior do sólido. Os átomos da superfície apresentam uma força resultante na direção normal à superfície, para dentro, a qual deve ser balanceada. A tendência a neutralizar essa força gera uma energia superficial, atraindo e mantendo na superfície do adsorvente as moléculas de gases ou de substâncias de uma solução com que estejam em contato. Durante o processo, as moléculas encontradas na fase fluida são atraídas para a zona interfacial devido à existência

de forças atrativas, tais quais ligações de Hidrogênio, ligações covalentes, interações dipolo-dipolo, forças de van der Waals, ligações eletrostáticas, entre outras (JOVELINO. J. R, 2015).O esquema representativo do processo de adsorção, Figura 1, é o processo em que as moléculas de adsorvato (substância a ser adsorvida) são transferidas para a superfície do adsorvente (material onde ocorre a adsorção).

Figura 1- Esquema representativo da adsorção.



Fonte: BUTT; GRAF; KAPPL (2006).

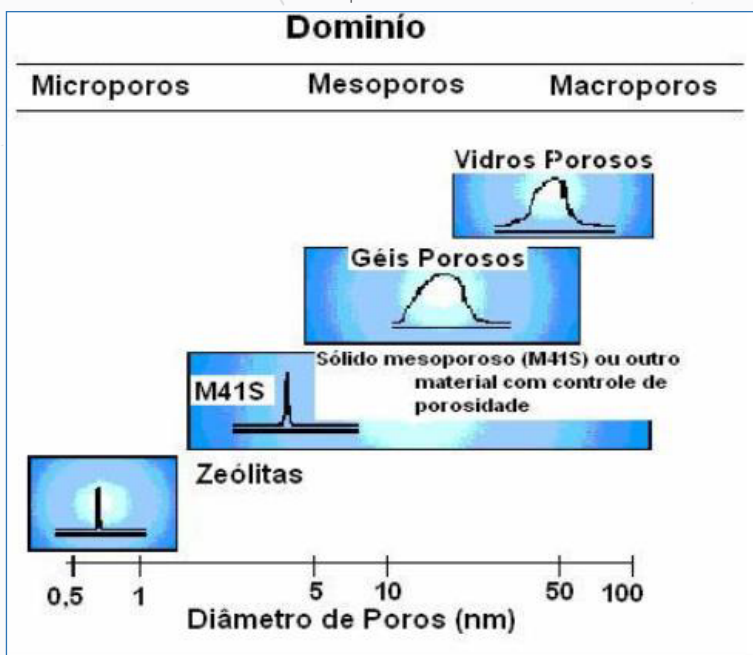
De acordo com Ruthven (1984), a adsorção é um fenômeno físico-químico de superfície no qual uma substância de fase líquida ou gasosa é transferida para uma de fase sólida, permanecendo ligada por interações físicas ou químicas. Dependendo da natureza das forças envolvidas, são diferenciados dois tipos de adsorção: física ou fisissorção e química ou quimissorção.

## 2.2 PENEIRAS MOLECULARES

O termo peneira molecular foi empregado pela primeira vez em 1932 por McBain, para definir materiais sólidos microporosos com a propriedade de adsorver moléculas seletivamente (RODRIGUES, 2011). Segundo classificação da IUPAC (IUPAC "manual of symbols and terminology", 1978), Figura 2, as peneiras moleculares podem ser classificadas em função do seu tamanho de poro, sendo

microporosas com poros menores que 2 nm, mesoporosas com tamanho de poro intermediário entre micro e macroporos na faixa de 2 nm a 50 nm e, por fim, as macroporosas com poros acima de 50 nm de diâmetro.

**Figura 2** - Classificação das peneiras moleculares de acordo com o tamanho dos poros.



Fonte: adaptada por RODRIGUES, 2011.

O grande interesse na obtenção de novas peneiras moleculares deve-se, principalmente, ao amplo campo de aplicações industriais destes materiais como adsorventes e catalisadores no refino de petróleo, petroquímica, catálise, bioquímica, química ambiental, síntese orgânica, química fina, reações de oxidação, alquilação, isomerização e fotoquímica (HWANG et al., 2005).

## METODOLOGIA

Analisar o processo de aprendizagem no ensino de Química em escolas de ensino médio, a partir da abordagem CTS, utilizando o tema Meio ambiente. Apresentar uma proposta de Ensino baseada

nos documentos referenciais curriculares (PCN, OCNEM, PCN+) através da utilização de temas geradores com base no tratamento contextualizado do conteúdo de Eletroquímica; Discutir a importância do enfoque CTS na educação científica e no ensino de Química. Compreender o efeito dos metais pesados no meio ambiente através do descarte inadequado de pilhas e baterias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### O ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL: BREVE RESGATE HISTÓRICO

As ciências, em especial a química não tinham muito espaço nas escolas no passado. Tais ciências adquiriram espaço na educação em virtude dos avanços e atribuições favorecidas pelo seu desenvolvimento proporcionando mudanças de práticas sociais e na forma de ver as coisas (ROSA, 2005).

As ciências foram inseridas no ensino das escolas no início do século XIX, nessa época o ensino pautava na matemática e no estudo das línguas clássicas. Com a revolução industrial, houve a criação de unidades escolares com enfoque na área da química, motivados principalmente pelo reconhecimento da ciência e tecnologia como vitais para a economia da sociedade.

De acordo com estudos realizados por Lopes (2007), a partir da década de 50, verifica-se que o reconhecimento da Ciência e Tecnologia como fundamentais para o desenvolvimento econômico, social e cultural estimulou o ensino de química em todos os níveis e se torna objeto de vários movimentos de transformação do ensino. A partir da década de 20, as questões relacionadas ao processo ensino-aprendizagem da ciência química nas escolas brasileiras passaram a ter mais enfoque com a inclusão desta disciplina de forma obrigatória no currículo (LOPES, 2007).

O período da Guerra Fria foi marcante na história do ensino de química. Na década de 60 houve grande investimento de recursos financeiros na educação por parte dos Estados Unidos, baseados na justificativa da formação de uma sociedade que garantisse a hegemonia do país. Nesse período foi desenvolvido o chamado “sopa alfabética” favorecidos pelos projetos de química (Chemical Bond

Approach – CBA), de Biologia (Biological Science Curriculum Study – BSCS) e física Física (Physical Science Study Committee – PSSC).

As ciências, em particular a química, teve seu objeto de estudo ampliado no currículo das escolas com a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei, nº. 4024, de 1961-LDB). Nessa época ampliou-se a visão de que a química, física e biologia eram disciplinas que contribuiriam através do método científico para desenvolver o espírito crítico dos estudantes.

O ensino de química foi alterado pela ditadura militar que revolucionou o cenário político do Brasil. Observa-se interferência do modelo norte-americano no desenvolvimento da política educacional do Brasil, estimulado principalmente pela ideologia do sistema desenvolvimentista que tinha como objetivo o aperfeiçoamento do sistema industrial e econômico capitalista.

Nesse período houve a criação de seis centros de ciências pelo MEC nas cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Recife, Salvador, Belo Horizonte e Porto Alegre. A partir daí com o crescimento das pesquisas nos programas de pós-graduação, as universidades passaram a estudar os fatores que proporcionassem melhorias para o processo de ensino e aprendizagem dessa área. A criação de programas vinculados a CAPES, como o SPEC (Subprograma de Educação para a Ciência) e o pró-ciências impulsionou a expansão do estudo do ensino de química nas escolas.

## O ENSINO DE QUÍMICA E OS DOCUMENTOS REFERENCIAIS CURRICULARES

A LDB de 1971 estabeleceu a concepção educacional de um ensino direcionado para o desenvolvimento de uma mentalidade pragmática, nesta, deveria haver a valorização do ensino médio profissional (LOPES, 2007).

Com a criação da Lei 9394/96 ocorreram mudanças significativas para a educação brasileira estimulada pela mudança no contexto social em torno da educação. A partir desta lei surgem documentos com o objetivo de orientar a educação nacional e se tornam diretrizes para criação de uma nova proposta de ensino para a educação básica e tem buscado inserir o Ensino Médio às atuais tendências educacionais que têm como principal objetivo a



interdisciplinaridade e a contextualização, Opondo-se ao currículo conteudista e fragmentado em torno do qual se organizava a educação escolar no Brasil desde a década de 70 (MORTIMER, 2007).

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, a inserção do estudante no mercado de trabalho também é uma meta relevante na construção da presente proposta. Sendo assim, neste contexto, as ferramentas relacionadas às Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) se apresentam como instrumentos importantes, estes, facilitam a mediação de relações significativas entre o universo da química e o mundo do trabalho. O ensino de Química atual busca uma forma de relacionar o conceito ao contexto, entretanto, esta contextualização, deve assumir um caráter político e social inserindo situações onde o aluno se constitua como parte de um processo consciente de produção dos saberes tanto científicos quanto escolares (LOPES, 2002).

Atualmente, diversas temáticas ligadas a problemas sociais de âmbito mundial têm sido incorporados aos currículos, dentre estas se destaca os estudos de ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

## O ENFOQUE CTS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

As CTS surgiram nas décadas de 60 e 70 em um contexto marcado pela crítica ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico. Motivado pela preocupação com as armas nucleares e químicas e assim como pelo agravamento dos problemas ambientais (MORTIMER, 2003).

Santos, (2008) caracteriza a orientação curricular de CTS como pesquisa e desenvolvimento de currículos que buscam utilizar o conteúdo de ciências como abordagem social e tecnológica, nessa perspectiva, o indivíduo utiliza a tecnologia com o conhecimento científico, assim como o mundo social de suas experiências do dia-a-dia.

De acordo com Ziman (1985) a orientação Básica, CTS deveria ser utilizada pelos educadores com perspectiva de orientação interdisciplinar no tratamento dos temas científicos ordinários. Entretanto, este autor enfoca que na formação acadêmica desses professores há obstáculos que devem ser enfrentados principalmente no que diz respeito à institucionalização de inovações: criação

de espaço nas unidades acadêmicas das universidades para abordagens interdisciplinares e transdisciplinares; treinamento pessoal em estudos e pesquisas avançadas de CTS; legitimação nos currículos; etc.

No contexto atual, a orientação curricular CTS constitui uma diversidade de programas multidisciplinares, tais programas, buscam enfatizar sobre a importância e dimensão social da ciência e da tecnologia. Observa-se que entre os objetivos centrais desses programas, está a participação do indivíduo na tomada de decisões sobre Ciência e Tecnologia (GARCIA, CERESO E LÓPEZ, 1996).

De acordo com estudos realizados por Hofstein, Aikehead e Riquarts (1988), os CTS apresentam possibilidades para o educador trabalhar com uma variedade de estratégias e metodologias de ensino, como debates, demonstrações, pesquisa de campo, solução de problemas etc.

Cerezo, 1998 aponta que os programas CTS são constituídos por basicamente estudar o campo da investigação, o campo das políticas públicas e o campo da educação. No primeiro, busca uma reflexão contextualizada sobre a ciência e tecnologia; no segundo campo, estuda a criação de mecanismos relativos à política científico-tecnológica e no terceiro campo, busca problematizar a inclusão de programas CTS no ensino médio e universitário.

## O ENFOQUE CTS E O ENSINO DE QUÍMICA

De acordo com Santos (2000) a orientação curricular CTS com temas relacionados a sociedade têm importância fundamental no ensino de Química, contribuindo para o processo de contextualização do tema com a vida cotidiana do aluno, possibilitando também a compreensão das habilidades inerentes à cidadania. Ainda de acordo com este autor, as CTS permitem a compreensão do ensino de Química através da comparação com o ensino tradicional de Química, como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** – Características do Ensino Clássico de Ciências e o Ensino CTS .

Ensino clássico de ciência	Ensino CTS
1. Organização conceitual da matéria a ser estudada (conceitos de física, química e biologia)	1. Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais
2. Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	2. Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum.
3. Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	3. Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamento de valor.
4. Busca da verdade científica sem perder a praticidade e a aplicabilidade.	4. Prevenções de consequências a longo prazo.
5. Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.	5. Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das 6. decisões humanas deliberadas.
6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática	7. Ênfase à prática para chegar à teoria.
7. Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial.	8. Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar).

**Fonte:** SANTOS, 2000.

A orientação curricular CTS apresenta como objetivo principal a contextualização do ensino, porém este enfoque não se limita a apenas isso. O enfoque CTS desenvolve o estudo de situações reais, buscando explorar conceitos científicos e aplicando-os para a compreensão da realidade e dos fenômenos, dessa forma, o enfoque CTS favorece motivação para os alunos a estudarem a Ciência.

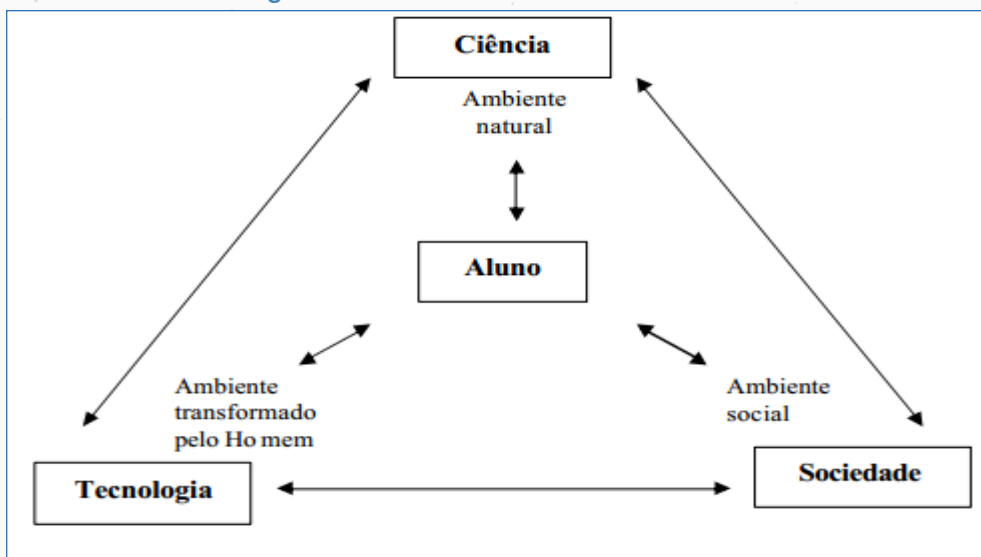
De acordo com Solomon (1988), o ensino de Química com enfoque CTS deve ser apresentado como uma forma de conhecimento que possibilite atender às necessidades sociais, dessa forma, constituindo-se de um recurso para auxiliar na compreensão das pressões provocadas pela variedade de inovações tecnológicas na sociedade.

No ensino de Química com enfoque CTS além de estudar os fenômenos direcionados ciência Química, aspectos tecnológicos que são inseparáveis dos aspectos científicos e sociais daquele

conhecimento e da situação de origem são levados em consideração. Neste sentido, o ensino no enfoque CTS possibilita ao aluno a compreensão do seu poder como cidadão.

Na Figura 1 está apresentado, o modelo desenvolvido por Santos e Schnetzler, 2000 que representa de forma sintetizada as ideias do ensino de Química baseado no enfoque CTS.

**Figura 1** - SANTOS E SCHNETZLER (2000).



De acordo com Santos, 2000, o ensino de Química tendo como base apenas os conceitos científicos, sem o envolvimento de situações vividas no cotidiano, torna a disciplina desmotivadora para o aluno. O enfoque baseado no ensino CTS apresenta-se como uma ferramenta importante para o professor destacar a importância dos conceitos ensinados e desenvolver com o aluno observações mais amplas das aplicações e implicações de Ciência e Tecnologia da sociedade atual.

A investigação teórico-reflexiva que justifica a pesquisa constante por metodologias adequadas para tratar da dimensão ambiental no ensino de Química, expande a constantes questionamentos sobre como proceder para proporcionar a compreensão do processo tecnológico em suas implicações e estimular a avaliação dos impactos positivos e negativos provenientes da produção, gestão e incorporação de tecnologias.

## 2.4 OS METAIS PESADOS E O MEIO AMBIENTE

Levando em conta as diretrizes curriculares nacionais que impõem como deveres da educação científica e tecnológica, entre outros: “Estimular o entendimento do processo tecnológico, considerando suas causas e efeitos e assegurar a compreensão e a avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais provenientes da produção, gestão e adição de novas tecnologias”, constata-se a necessidade de desenvolver de forma clara as inter-relações presentes nos conflitos socioambientais, entendimento dos fatores que os fizeram emergir e a adição dessa temática nos currículos da Educação Científica e Tecnológica de forma integrada (BRASIL-MEC, 2002).

Dessa forma, com o objetivo de evidenciar o potencial que o enfoque CTS possui para possibilitar que a abordagem da problemática ambiental permeie a formação no ensino de Química, faz-se necessário abordar as possíveis fontes de poluição do meio ambiente pela contaminação por metais pesados.

Atualmente estimulado pelas pressões exercidas pela legislação ambiental, uma crescente preocupação vem surgindo em relação à preservação do meio ambiente, principal prejudicado pelo contínuo aumento de poluentes. A descarga de íons de metais pesados vem prejudicando o ambiente e pondo em risco a saúde humana. Geralmente, esses íons não são biodegradáveis e podem facilmente acumular dentro do corpo humano induzindo a várias doenças (ULUSOY E AKKAYA, 2009; FU E WANG, 2011).

Um grande enfoque tem sido dado à preservação do meio ambiente, principalmente quando se trata de recursos naturais não renováveis. A fiscalização através dos órgãos competentes, com relação aos impactos ambientais e a preservação do meio ambiente têm estimulado as indústrias a se preocuparem com o tratamento dos seus efluentes (FU E WANG, 2011).

Diariamente uma série de produtos orgânicos é descartada, provenientes de diversas fontes antrópicas como esgotos domésticos, efluentes industriais, atividades agropecuárias, produtos farmacêuticos, descartes de laboratórios, curtumes, refinarias de petróleo, entre outros (Ijagbemi et al., 2009; Cheremisinoff, 1995; Sabaté e Bayona, 2001).

Os impactos ambientais ocasionados principalmente pela degradação dos ambientes aquáticos e do solo, em virtude do aumento desenfreado do crescimento industrial desde a década de 90, vêm atraindo atenção especial, principalmente no que diz respeito aos lançamentos de efluentes por fontes antrópicas sobre os recursos hídricos e solos urbanos. Dentre as atividades potencialmente poluidoras merecem destaque as industriais e as agrícolas, em virtude destas fontes se instalarem de modo indiscriminado sobre determinada área modificando as suas propriedades através de uso de substâncias em quantidades e concentrações elevadas.

Como consequência dessas práticas, é observado com frequência mudanças no ciclo geoquímico, e dessa forma alterando a flora e fauna local e muitas vezes prejudicando também a biodiversidade de áreas vizinhas e até continentais. É importante ressaltar que os impactos ambientais por elementos classificados como metais pesados também trazem sérios danos à saúde humana principalmente por seu efeito bioacumulativos.

O setor industrial é o mais preocupante em relação à disposição de metais pesados no meio ambiente, uma vez que lançam grandes quantidades de metais pesados, com destaque para o Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn (LIMA, 2008).

A poluição das águas por óleos representa um percentual elevado nos problemas gerados por contaminantes orgânicos uma vez que os combustíveis fósseis, como o petróleo e seus subprodutos, são matéria prima para a geração de energia de alguns processos industriais. Os óleos prejudicam a aeração e a iluminação natural de cursos d'água, devido à formação de um filme insolúvel na superfície, produzindo efeitos nocivos na fauna e flora aquática (ROSA; RUBIO, 2002).

Um grande enfoque tem sido dado à preservação do meio ambiente, principalmente quando se trata de recursos naturais não renováveis. A fiscalização através dos órgãos competentes, com relação aos impactos ambientais e a preservação do meio ambiente têm estimulado as indústrias a se preocuparem com o tratamento dos seus efluentes (FU e WANG, 2011). As refinarias de petróleo são no geral, grandes consumidoras de água, gerando assim grandes quantidades de efluentes. O refino do petróleo acarreta a geração

de uma quantidade significativa de resíduos potencialmente poluidores (FELIX et al., 2006).

Os efluentes oleosos são caracterizados por apresentarem composição bastante complexa, podendo conter óleo (mineral, vegetal ou sintético), ácidos graxos, emulsificantes, inibidores de corrosão, bactericidas e outros compostos químicos (GRYTA et al., 2001). De acordo com Cheryan e Rajagopalan (1998), o óleo é um poluente comum em uma ampla faixa de indústrias, como as de aço, alumínio, alimentos, têxtil, couro, petroquímica e de acabamento de metais que apresentam altos níveis de óleo nos seus efluentes.

Segundo Moosai e Dawe (2003) a legislação exige que os componentes dissolvidos e não dissolvidos sejam removidos do efluente antes do descarte. Conforme Gryta et al. (2001), grande parte dos efluentes oleosos apresenta-se na forma de emulsões óleo/água.

O óleo presente em solução aquosa pode apresentar-se sob as formas: livre, disperso e emulsificado. O óleo livre representa as dispersões grosseiras, constituídas por gotas com diâmetro superior a 150  $\mu\text{m}$ ; esse tipo de dispersão é facilmente removido por meio de processos convencionais de separação gravitacional. O óleo disperso, normalmente com diâmetros de gota entre 50 e 150  $\mu\text{m}$ , também pode ser removido por processos gravitacionais, contudo, a eficiência de separação neste caso dependerá essencialmente da distribuição dos diâmetros das gotas e da presença ou não de agentes estabilizantes. No caso do óleo emulsificado, o diâmetro das gotas situa-se abaixo de 50  $\mu\text{m}$ , o que dificulta a sua separação por meios gravitacionais (SILVA, 2010). Rubio et al. (2002), relatam que nos fluidos orgânicos a separação óleo/água se torna especialmente difícil quando o óleo está emulsificado e, apresenta grau de dificuldade maior, quando o tamanho das gotas é pequeno ou quando as emulsões são quimicamente estáveis.

## PROCESSOS DE ADSORÇÃO

O fenômeno da adsorção foi descoberto por volta do século XVIII. As primeiras observações foram feitas por Scheele, em 1773, idealizando experimentos com carvão ativado e argilas, descobrindo que esses materiais poderiam reter certos gases. Mais tarde,

no ano de 1973, Lowitz observou o mesmo fenômeno, realizando experimentos com soluções (MCKAY, 1995; WEBER, 1972).

De acordo com Zuim (2010), foi durante a Primeira Guerra Mundial que a adsorção foi bastante utilizada com a fabricação de máscaras que continham carvão ativado, as quais eram usadas para a proteção do trato respiratório humano contra gases tóxicos. Adsorção é o nome do fenômeno no qual moléculas de uma fase fluida aderem em uma superfície sólida, sem modificação química. De um modo geral, a adsorção acontece como resultado de forças não balanceadas na superfície de um agente sólido, o adsorvente, e que seguram certas moléculas do fluido, o adsorvato, ao redor da superfície do sólido (BALDISSARELLI, 2006).

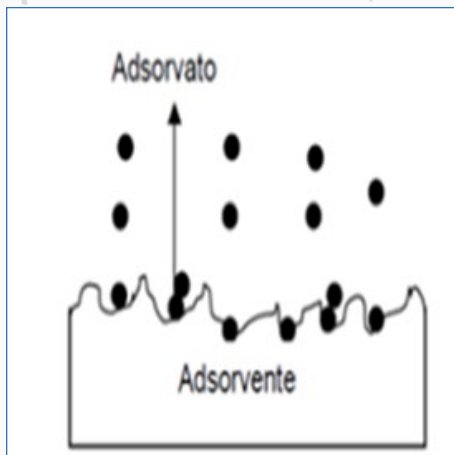
O fenômeno de adsorção ocorre porque átomos da superfície têm uma posição incomum em relação aos átomos do interior do sólido. Os átomos da superfície apresentam uma força resultante na direção normal à superfície, para dentro, a qual deve ser balanceada. A tendência a neutralizar essa força gera uma energia superficial, atraindo e mantendo na superfície do adsorvente as moléculas de gases ou de substâncias de uma solução com que estejam em contato. Durante o processo, as moléculas encontradas na fase fluida são atraídas para a zona interfacial devido à existência de forças atrativas, tais quais ligações de

Hidrogênio, ligações covalentes, interações dipolo-dipolo, forças de van der Waals, ligações eletrostáticas, entre outras (GOLDBERG et al, 2005).

O esquema representativo do processo de adsorção, Figura 1, é o processo em que as moléculas de adsorvato (substância a ser adsorvida) são transferidas para a superfície do adsorvente (material onde ocorre a adsorção) (BUTT; GRAF; KAPPL, 2006).



Figura 2- Esquema representativo da adsorção.



Fonte: BUTT; GRAF; KAPPL (2006).

De acordo com Ruthven (1984), a adsorção é um fenômeno físico-químico de superfície no qual uma substância de fase líquida ou gasosa é transferida para uma de fase sólida, permanecendo ligada por interações físicas ou químicas. Dependendo da natureza das forças envolvidas, são diferenciados dois tipos de adsorção: física ou fisissorção e química ou quimissorção.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo apresenta contribuições do enfoque CTS para a abordagem ambiental no ensino de Química. É fundamental entender que a dimensão ambiental necessita ser contemplada no ensino de Química, em função da aproximação existente entre o setor produtivo e os impactos que desencadeiam a degradação ambiental.

Observa-se que essa problemática tem origem em grande parte da visão de mundo fragmentada, que classificam o ambiente como algo separado de nós. As questões ambientais abordadas no ensino de Química, geralmente vêm assentadas em concepções reducionistas e ainda marcadas em tentativas de dominação e controle da natureza. Excedendo a essa perspectiva, verificam-se propostas educacionais com ligação a uma nova postura educacional, que apesar do aporte técnico-científico têm condições de favorecer ao aluno o desenvolvimento de uma compreensão mais

coerente da natureza da ciência e da tecnologia, onde estão inseridas inúmeras questões de cunho histórico, cultural, político, econômico, social, e ambiental.

Enfim, ressalta-se que a abordagem CTS inclui metodologias e contribuem para potencializar a formação no ensino de Química para uma nova realidade, como apresentado ao longo do texto.

## REFERÊNCIAS

BALDISSARELLI, V. Z. Estudo da Adsorção do Corante Reativo Preto 5 sobre Carvão Ativado: Caracterização do Adsorvente e Determinação de Parâmetros Cinéticos e Termodinâmicos. **Dissertação de Mestrado em Química da Universidade Regional de Blumenau**. Santa Catarina, 2006.

BUTT, H.J.; GRAF, K.; KAPPL, M. **Physics and chemistry of interfaces**. 2nd ed. Weinheim: Wiley-VCH, 2006. 355p.

BRASIL – MEC – Ministério de Educação, CNE – **Conselho Nacional de Educação – Diretrizes Curriculares** – Nível Tecnológico. Resolução CNE/CP nº3 de 18/12/2002.

CEREZO, J. A. L. Ciência, tecnologia y sociedad: el estado de La cuestion em Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**. v. 18, p. 41-68, 1998.

FU, F., WANG, G., Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. **Journal of Environmental Management**. v. 92, p. 407-418, 2011.

GARCIA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: **Tecnos**, 1996.

GOLDBERG, S.; CORWIN, D.L.; SHOUSE, P.J. & SUAREZ, D.L. Prediction of boron adsorption by field samples of diverse textures. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 69:1379-1388, 2005.

HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G. e RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth symposium. In: **International Journal of Science Education**. v. 10, p. 357-366, 1988.

IJAGBEMI, C. O.; BAEK, M.; KIM, D.; Montmorillnite surface properties and sorption characteristics for heavy metal removal from aqueous solutions. **Journal of Hazardous Materials**, v. 166, p. 538-546, 2009.

LIMA, C. V. S. de. Potencial de fitoextração do nabo forrageiro e da aveia preta em argissolo contaminado por cádmio. 2008, 52 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência do solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008. LOPES, A. C. Currículo e epistemologia. **Ijuí**: Editora UNIJUÍ, 2007.

LOPES, A. C. Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educação & Sociedade**, v. 23, p. 2002.

MCKAY, G. Use of adsorbents for the removal of pollutants from wastewater. **New York: CRC**, 1995. 208p.

MORIN, E. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. 5ª ed. Rio de Janeiro; **Bertrand Brasil**, 2001.p. 128.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química para o Ensino Médio: Fundamentos, Pressupostos e o Fazer Cotidiano – Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil. **Ijuí**: Editora Unijuí, 2007.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Elaboração de conflitos e anomalias na sala de aula. Belo Horizonte: **Autêntica**, 2001.

RODRIGUES, J. J.; FERNANDES, F.A.N.; RODRIGUES, M. G. F. Study of Co/SBA-15 catalysts prepared by microwave and conventional heating methods and application in Fischer–Tropsch synthesis. **Appl. Catal. A**. v.468, p.32-37, 2013.

JOVELINO, J. R.; **Síntese e caracterização da peneira molecular SBA-15 visando seu uso na separação óleo/água**, Monografia. Universidade Federal de Campina Grande, 45 f, 2015.

ROSA, L. G.; LEITE, V. D.; SILVA, Mônica Maria Pereira. O Currículo de uma escola de formação pedagógica e a dimensão ambiental: dilema entre teoria e práxis. **Ciência & Educação**, v. 14, p. 583-599, 2008.

ROSTAMIAN, R.; NAJAFI, M.; RAFATI, A. A., Synthesis and characterization of thiolfunctionalized silica nano hollow spheres as a novel adsorbent for removal of poisonous heavy metal ions from water: Kinetics, isotherms and error analysis, **Chemical Engineering Journal**, v.171, p.1004- 1011, 2011.

RUTHVEN, D. M. Principles of adsorption and adsorption process. United States of America: Wiley – **Interscience Publication**, 1984 p. 1 – 13, 221 – 270.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação brasileira. **Revista Ensaio**, UFMG, v.2, p. 132-162, 2000.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, p. 133-162, 2000.

SOLOMON, J. Science technology and society courses: Tools for thinking about social. issues. **International Journal of Science Education**, v. 10, p.379-387. 1988.

ULUSOY, U; AKKAYA, R., Adsorptive features of polyacrylamide-apatite composite for Pb<sup>2+</sup>, UO<sub>2</sub><sup>2+</sup> and Th<sup>4+</sup>, **Journal of Hazardous Materials**, v.163, p.98-108, 2009.

ZIMAN, J. Teaching and learning about science and society. **Cambridge University Press**, 1980.