

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP**

**Instituto de Ciências Exatas e Biológicas – ICEB**

**Departamento de Química – DEQUI**

**Elaboração de Unidades Didáticas – QUI503**

**Prof<sup>ª</sup>.: Nilmara Braga Mozzer**

# UNIDADE DIDÁTICA

## **Implicações da mineração para a sociedade**

Diego Magno Martins

Josimara Souza Andrade

Lohayne Ligya Barbosa

Ouro Preto

2017

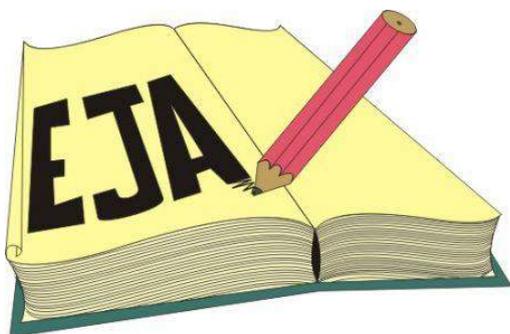
# SUMÁRIO

<b>PÚBLICO ALVO</b>	<b>04</b>
<b>ESCOLHA DO TEMA</b>	<b>04</b>
<b>POSSÍVEIS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS</b>	<b>05</b>
<b>CONHECIMENTOS PRÉVIOS</b>	<b>05</b>
<b>OBJETIVO GERAL DA UNIDADE DIDÁTICA E DE APRENDIZAGEM DOS ALUNOS</b>	<b>07</b>
<b>PLANEJAMENTO GERAL DAS AULAS</b>	<b>07</b>
<b>AULA 1: INTRODUÇÃO DE UM CASO PARA ABORDAR A SITUAÇÃO PROBLEMA</b>	<b>08</b>
<b>AULA 2: INTRODUÇÃO À ARGUMENTAÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>AULA 3: ELABORAÇÃO DOS ARGUMENTOS</b>	<b>17</b>
<b>AULA 4: ATIVIDADE INVESTIGATIVA</b>	<b>21</b>
<b>AULA 5: REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E DISCUSSÃO DE ASPECTOS DE NATUREZA DA CIÊNCIA</b>	<b>26</b>
<b>AULA 6: ANÁLISE DO EXPERIMENTO</b>	<b>28</b>
<b>AULA 7: RELAÇÃO DOS METAIS NO ORGANISMO E NO MEIO AMBIENTE</b>	<b>31</b>
<b>AULA 8: DISCUSSÃO SOBRE OS METAIS PESADOS</b>	<b>35</b>
<b>AULA 9: ASPECTOS POSITIVOS DA MINERAÇÃO</b>	<b>38</b>
<b>AULA 10: INTRODUÇÃO E PREPARAÇÃO PARA O JÚRI SIMULADO</b>	<b>40</b>
<b>AULA 11: PRODUÇÃO DOS ARGUMENTOS</b>	<b>43</b>

<b>AULA 12: APRESENTAÇÃO DA ATIVIDADE DE JÚRI SIMULADO</b>	<b>47</b>
<b>AULA 13: RÉPLICA DO JÚRI-SIMULADO</b>	<b>49</b>
<b>AULA 14: PARECER DOS ALUNOS</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS MATERIAL PARA O ALUNO</b>	<b>56</b>

## PÚBLICO ALVO

A unidade didática elaborada apresenta uma proposta de abordagem argumentativa planejada para ser ministrada para estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA).



Acreditamos que a unidade em questão promoverá uma maior participação dos indivíduos quando o debate envolver questões sociocientíficas, bem como, as habilidades de argumentação e busca por soluções para os problemas ambientais atualmente enfrentados referentes ao tema mineração.

Geralmente, as turmas do EJA são heterogêneas e diversificadas. Este fator contribui de forma significativa para um maior engajamento dos indivíduos nas discussões e debates, pois, muitos destes indivíduos trazem para a sala de aula suas experiências de vida, relacionadas à profissão, à família, etc. E dessa forma, contribuem com informações enriquecedoras para toda a classe, portanto estas devem ser valorizadas.

Acreditamos ainda, que, trabalhar essa unidade didática proporcionará aos alunos conhecimentos que contribuirão com o desenvolvimento pessoal, e permitirá a ampliação dos significados das suas experiências de vida.

## ESCOLHA DO TEMA

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) um ensino de qualidade busca selecionar temas relevantes para os alunos, assuntos ligados ao meio ambiente, à visão do universo, à saúde e à transformação científico-tecnológica do mundo, bem como à compreensão do que são a ciência e a tecnologia. Ao estudar diferentes temas, os alunos precisam ter oportunidades para conhecer as bases lógicas e culturais que apoiam as explicações científicas, bem como para discutir as implicações éticas e os alcances dessas explicações na formulação de visões de mundo.

Pensando no contexto da região central do estado de Minas Gerais, que é cercada por empresas mineradoras entre elas a VALE e a SAMARCO, escolhemos abordar o

tema “Implicações da mineração para a sociedade”. Pois apesar de ser um assunto bastante polêmico, no qual envolve questões científicas, políticas, sociais e ambientais, é de extrema importância que a população conheça as implicações da implementação de uma empresa mineradora e a partir disso desenvolvam um posicionamento crítico à respeito.

Segundo a pesquisa realizada pelos autores (Nriagu e Pacyna, 1988; Esteves, 1998; Jordão, Pereira et al., 1999; Ramalho, Sobrinhos et al., 2000) atualmente, a principal fonte de contaminação das águas de rios é a indústria, com seus despejos de resíduos ricos em metais pesados. No caso dos processos da mineração, as empresas utilizam as barragens para reter os rejeitos. Contudo, sabemos que esse método não é tão seguro, e que as barragens podem se romper, como ocorreu em 2015, o maior desastre ambiental envolvendo uma das empresas de mineração da região. Devido a este fato, é importante que os alunos tenham um conhecimento aprofundado sobre as implicações que estas empresas podem trazer para o ser humano desde a geração de empregos como também dos impactos ambientais.

O Ensino de Química deve desenvolver no aluno a capacidade de avaliar e compreender as tecnologias produzidas por esta ciência sob o ponto de vista ético para o exercício da cidadania com respeito, responsabilidade e integridade (Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. p. 115). Desta forma, o aluno deve estar preparado para o debate, pois através da comunicação pode expressar a sua maneira de ver o mundo. O ensino de ciências deve, então, promover informações e habilidades para que o aluno possa argumentar sobre o seu ponto de vista com maior clareza, não sendo meramente reprodutor de ideias quando o debate envolver situações sociocientíficas.

O debate é fundamental para que ocorra mudança de perspectiva do sujeito, mesmo que este não mude o seu ponto de vista. Estando o debate centrado no exercício da argumentação que é uma atividade social discursiva, tendo como objetivo último promover mudanças nas representações dos participantes sobre o tema discutido (De Chiaro e Leitão, 2005, p. 350) pode-se considera-lo muito importante para a formação crítica do cidadão.

## POSSÍVEIS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS



Segundo os autores Driver (1985), Fensham e Fensham (1987), Pietro, et al. (1989), Ebenezer e Erickson (1996) e Abraham, et al. (1992;1994), os alunos concebem o processo de dissolução como sendo uma reação química, junção de matérias formando uma nova matéria, ou ainda a reorganização de partículas. Os alunos consideram este processo como sendo resultante da penetração ou choques entre solvente e soluto, decorrente da quebra do soluto e seu espalhamento no solvente. Destaca-se também como concepção alternativa, a definição de metais pesados, os quais podem ser interpretados, dependendo do contexto de maneiras diferentes. Ou seja, os alunos podem levar em considerações as propriedades dos metais para classificá-lo como metais pesados, mas também, a sua toxicidade no organismo.

## CONHECIMENTOS PRÉVIOS

É importante que os alunos tenham o conhecimento sobre o que são átomos, estejam familiarizados com a tabela periódica e tenham noções básicas sobre o conceito de concentração.

É necessário o conhecimento dos alunos sobre átomos e tabela periódica para que as discussões envolvendo metais pesados possam fluir de maneira que os alunos compreendam os conteúdos trabalhados. Quando se for explicar as definições de metal pesado o professor poderá mostrar os átomos na tabela periódica para os quais ele deseja chamar a atenção. Por exemplo, ele poderá mostrar a posição do mercúrio na tabela periódica quando se for discutir esse elemento.



Já no caso do conceito de concentração, este é fundamental para que os alunos compreendam que a contaminação depende da concentração do poluente no meio, ou seja, para que se possa considerar que um corpo é poluente ele deve estar em uma

concentração que altere o ecossistema. Além disso, no experimento o professor poderá trabalhar com uma solução mais diluída e uma mais concentrada do contaminante.

## **OBJETIVO GERAL DA UNIDADE DIDÁTICA E DE APRENDIZAGEM DOS ALUNOS**

Este trabalho visa apresentar uma proposta de sequência didática de 14 aulas envolvendo o tema mineração, incluindo-se algumas discussões sobre metais pesados. A abordagem escolhida foi argumentação no ensino de ciências. Deseja-se que ao final dessa sequência didática os alunos tenham melhorado um pouco as suas habilidades argumentativas, consigam criar argumentos melhores e estejam preparados para lidar com outras situações que não tenham sido trabalhadas nessa unidade didática. Acredita-se que esta unidade irá contribuir para que os alunos reflitam mais, e sejam capazes de se posicionar mais criticamente, diante da elaboração do parecer dos estudantes com relação à questão problema apresentada.

## **PLANEJAMENTO GERAL DAS AULAS**

Foi elaborada uma sequência didática contendo quatorze aulas, ao longo das atividades os alunos irão construir argumentos embasados em textos teóricos e vídeos relacionados ao tema. A fim de contribuir com um parecer que será apresentado no final da sequência.

1

AULA

## Introdução de um caso para abordar a situação problema

### OBJETIVOS

Esta aula visa introduzir o tema que será trabalhado ao longo da unidade didática: A mineração e suas implicações. Para isso será passado algumas questões, um texto e um vídeo que abordam essa temática. Será sondado algumas concepções que os alunos têm sobre o assunto, através de um questionário. Eles serão engajados na proposta da unidade didática por um caso que os colocará em uma situação problema, a qual terão de trabalhar ao longo da unidade para poder solucionar.

### Orientações para o professor:

No primeiro momento será feita uma sondagem com algumas perguntas aos alunos para saber seus conhecimentos prévios sobre a mineração. Este momento eles poderão apresentar suas ideias e impressões gerais sobre o assunto.

- 1) Você sabe o que é mineração e como funcionam os processos da mineração?
- 2) Você já esteve em uma usina, barragem ou mina do setor da mineração? Ou conhece alguém que já esteve?
- 3) Você sabe o que é uma barragem de rejeitos?

No segundo momento será passado um texto que visa introduzir a questão problema. Os alunos irão ler o texto em silêncio, e em seguida será feita a leitura do texto em voz alta com os alunos. Logo após, será passado um vídeo de uma empresa falando como essa exerce a atividade mineradora. Em seguida a questão problema será debatida.

**Texto com um caso, para introduzir a questão problema.**

Em uma pequena cidade, chamada Ósmio, localizada no interior de São Paulo, alguns pesquisadores de uma universidade de uma cidade vizinha ao investigarem o terreno da cidade, em um dia que faziam trabalho de campo, perceberam que em Ósmio havia muito minério de ferro.

Os pesquisadores publicaram em uma revista os resultados do estudo, e uma empresa que teve acesso a essa pesquisa desejou explorar o minério na cidade. Mandou, então, um representante da empresa ir conversar com o prefeito que havia acabado de tomar posse. O representante passou um vídeo para o prefeito de como estava uma cidade que havia recebido os serviços da empresa (vídeo será passado pelo professor).



O prefeito ficou dividido com a proposta, devido ao fato da cidade se encontrar em crise, e ainda com alto índice de desemprego.

Por outro lado, a população preocupava-se bastante com a preservação do meio ambiente e ele sabia que os recursos minerais não são renováveis e um dia acabariam.

Admitindo-se que você é o prefeito dessa cidade, que acabou de ser eleito, e terá que decidir se implementará ou não a atividade mineradora na cidade. **Você é contra ou a favor a implementação?**

Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=4BeGx7NRx-g>

Esse vídeo tem objeto de apresentar aos alunos informações básicas sobre a mineração e os processos que estão envolvidos.

### **Tabela de eventos 1:**

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
Organização da sala	5 minutos
Sondagem com algumas perguntas para saber os conhecimentos prévios dos alunos sobre mineração.	15 minutos
Leitura de um caso e apresentação de um vídeo para contextualizar os alunos e engajá-los nas atividades.	15 minutos
Discussão para que os alunos comecem a pensar na questão problema	15 minutos

## Introdução à argumentação

### OBJETIVOS

Esta aula visa introduzir para os alunos a estrutura de um argumento. O professor deverá apresentar os conceitos de afirmativa, evidência e justificativa, baseando-se no modelo proposto pela autora Jiménez-Alexandre, conforme encontra-se no texto elaborado para o professor sobre argumentação. E ainda, demonstrar cada uma destas estruturas, através do exemplo proposto.

### Orientações para o professor:

Geralmente, uma atividade argumentativa envolve temas polêmicos e controversos que promovem discussões e debates entre indivíduos com diferentes pontos de vista. Para essa aula a discussão girará em torno do seguinte tema: Você é contra ou a favor a venda de CD's e DVD's piratas?

Diante disso, o professor trabalhará a estrutura de argumentação, baseando-se nos critérios de afirmativa, evidência e justificativa, para a elaboração dos argumentos, explicitando a questão problema. Inicialmente o professor irá explicar como um argumento deve ser estruturado. Ele pode usar exemplos do quadro apresentado no material para o professor referente a essa aula ou algum outro que achar melhor.

Em seguida o professor dividirá a turma em dois grupos. Dará para um grupo um argumento a favor da pirataria, e para o outro um argumento contra a pirataria. Pedirá

que os grupos apresentem seus argumentos e defendam a posição que foram selecionados para defender.

**Primeiro argumento:** Eu sou a favor da pirataria, pois sem ela muitas pessoas não teriam um CD ou um DVD pelo simples fato de que os originais têm um alto custo. A pirataria possui um lado positivo que vai muito além de garantir acesso grátis a filmes e séries: o estímulo cultural em nações em desenvolvimento.

Um levantamento realizado pelo Instituto Africano de Governança revela que a pirataria aumentou as taxas de alfabetização nos países pesquisados, e colaborou com a difusão de conhecimento. Os dados foram colhidos entre os anos 2000 e 2010, em 11 nações africanas.

A pesquisa sustenta que países que aderem a leis rígidas de proteção a direitos autorais correm o risco de estrangular o fluxo de material didático e cultural, o que agrava ainda mais o problema dos baixos índices de alfabetização.

Outro estudo, concluído em agosto do ano passado, já indicava um efeito positivo da pirataria sobre a economia do conhecimento na África, representada principalmente pela distribuição ilegal de publicações científicas. A coincidência entre os dois resultados reforça o efeito causal entre a pirataria e o aumento nas taxas de alfabetização.

**Fonte:** Instituto Africano de Governança e Desenvolvimento e TorrentFreak.

**Segundo argumento:** Eu digo não à pirataria. Todos nós sabemos o quanto os artistas se esforçam para gravar um CD. Muitos investem em recursos de alta tecnologia em seus discos, esperando o retorno dos fãs. E fã que é fã compra CD original. Devemos prestigiar e valorizar o trabalho dos nossos ídolos comprando CD's originais. Imagine se roubassem o seu salário com um clique? Você acharia justo?

O trabalho do artista ou produtor de conteúdo deve ser remunerado. Não é justo que a pessoa se envolva na gravação de um álbum e descubra que seu trabalho não foi comercializado e, devido a isso, ele não vai receber pela obra.

Após o debate realizado pelos alunos o professor explicará o que é argumentação e de que forma esse processo pode contribuir para o aprendizado dos alunos.

## **Material para o professor:**

### **Discutindo um pouco mais sobre argumentação...**

Segundo Driver e Osborne (1999) a argumentação é manifestada para se estabelecer os conhecimentos científicos. Sendo a ciência o produto de uma comunidade e as novas descobertas não sendo publicadas sem serem revisadas e avaliadas por um especialista, a argumentação se faz presente no processo de aceitação dessas ideias, pois para que elas sejam publicadas é necessário que a comunidade científica seja convencida através de evidências e justificativas que deem suporte ao argumento defendido. Por exemplo, um cientista que faz uma descoberta ao tentar publicá-la deverá apresentar de forma clara e coerente suas ideias através de bons argumentos. Por isso, entende-se que a argumentação faz parte da construção do conhecimento científico, então não deve-se ignorá-la nas aulas quando pretende-se que os alunos compreendam a natureza da ciência.

Segundo Leitão (2000) embora o confronto entre argumento e contra-argumento não garanta mudança no ponto de vista o processo é pré-requisito fundamental para que mudanças de perspectiva possam ocorrer. Altarugio et al (2010) afirmam que práticas envolvendo o debate são pouco comuns em aulas de ciências. Por isso optou-se por propor uma atividade em que haja interações entre os alunos, que está de acordo com recomendações atuais para o ensino de ciências, em que os alunos saem de uma posição de passividade e sejam sujeitos ativos na construção de seus conhecimentos, tornando-se cidadãos mais críticos.

Abrir espaço para exposição e a discussão pode contribuir não apenas para a apropriação da linguagem e dos conceitos científicos por parte dos alunos, mas também fornecem elementos para os professores compreenderem como esse processo acontece Altarugio et al (2010). Nesse tipo de aula o educador deverá dispor de atenção e de criatividade para gerenciar os imprevistos que podem aparecer principalmente na parte do Júri-simulado.

O júri-simulado é espaço propício para que o aluno fale e o professor deixa de ser o centro das atenções, e passa a ser mediador. Segundo Altarugio et al (2010) em aulas que envolvam debate aluno será obrigado a sair da posição de passividade, de

mero espectador do processo e de dependência do professor, para uma posição mais ativa de participação.

Segundo Mendonça (2011) argumentação consiste no ato de argumentar, ao reunir vários argumentos tem como objetivo chegar a uma conclusão e convencer alguém de algo. Esses podem ser manifestados de forma oral ou escrita, quando objetiva-se defender o ponto de vista nas mais diversas situações.

Segundo Martins e Justi (2017) uma das ferramentas mais utilizadas para analisar a estrutura dos argumentos foi proposta por Toulmin em 1958. No modelo de Toulmin a estrutura do argumento era composta pelos *dados*, que são as evidências que dão suporte às afirmativas, a *conclusão*, uma afirmativa cujos méritos se procura estabelecer, a *garantia* que estabelece uma conexão entre os dados e a conclusão. Para que um argumento fosse mais elaborado ele deveria conter além destes elementos o *qualificador*, que estabelece um grau de confiança entre os *dados* e a *conclusão*; o *apoio*, a *justificativa* da *garantia*; e a *refutação*, que indica em que situação a conclusão não é válida. Componentes do argumento e suas relações segundo Toulmin (1958, p.148).



Pesquisadores da área de ensino de ciências identificaram que esta estrutura para o argumento não era tão apropriada para trabalhar com os alunos da Educação Básica, pois é complexo. Por isso, propuseram adaptações ao modelo de Toulmin, para que este pudesse ser utilizado em aulas de ciências.

Neste trabalho propõe-se trabalhar com os alunos habilidades básicas da argumentação os alunos deverão estruturar seus argumentos com base na estrutura proposta por Jiménez-Alexandre (2010) em que o argumento teria três partes

fundamentais: a *afirmativa*, teoria, ponto de vista ideia ou opinião que se deseja provar; a *justificativa*, razão ou causa que dá suporte a uma afirmativa e a conecta a evidências; e a *evidência*, observação, fato ou dado que oferece suporte a afirmativa. A tabela a seguir apresenta três exemplos de como um argumento pode ser estruturado segundo os critérios de Jiménez-Alexandre (2010). Sugerimos que o professor trabalhe de modo a orientar os alunos a produzirem argumentos estruturados dessa maneira.

<b>Afirmativa</b>	<b>Evidência</b>	<b>Justificativa</b>
O oxigênio é necessário para reações de combustão e para a formação de óxidos	- As chamas se apagam em recipientes fechados - A oxidação (ou não) de pregos em diferentes meios	Os produtos de ambas as reações são átomos de oxigênio combinados com outros átomos
A massa se conserva nas reações químicas	Empíricas: Reação $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KI} \longrightarrow 2 \text{KNO}_3 + \text{PbI}_2$ Comprovando que não há variação na massa	Reagentes e produtos possuem os mesmos átomos, portanto a mesma massa
A temperatura da água pura permanece constante durante a vaporização	Empírica: Medir a temperatura da água fervendo com um termômetro	A mudança de estado requer energia. Ao atingir a temperatura de ebulição, toda a energia fornecida ao sistema é usada na mudança de estado

## Tabela de eventos 2:

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
Apresentação da estrutura de um argumento	15 minutos
Apresentação e discussão comentada do exemplo para facilitar a compreensão dos alunos sobre a estrutura do argumento	15 minutos
Discussão com os alunos sobre o que é argumentar	15 minutos
Fechamento da aula e retomada dos conceitos discutidos	5 minutos

## Elaboração dos argumentos

### OBJETIVOS

Esta aula visa introduzir um texto contendo aspectos gerais da mineração para que os alunos, por meio dele, elaborem argumentos apresentando pontos positivos e negativos da mineração, com base no que foi discutido na aula anterior. Diante disso, o objetivo da aula é trabalhar e desenvolver habilidades argumentativas, bem como as habilidades de escrita dos alunos.

### Orientações para o professor:

Os alunos serão divididos em grupos e receberão o texto abaixo “Aspectos gerais da mineração”, para ser discutido. Em seguida o professor deverá fazer uma apreciação do texto e pedir aos alunos que façam um apontamento especificando com base na aula anterior as estruturas necessárias para a construção de um argumento. Apresentando pontos favoráveis e desfavoráveis à implementação de empresas de minerações.

#### **Texto: Aspectos gerais da mineração**

Na crosta terrestre, estão presentes minérios de origens e formações variadas, que são definidos como uma associação de minerais e apresentam em sua grande maioria, elevado valor econômico. A principal atividade geradora de matérias-primas para a humanidade é a mineração.

O Brasil possui um enorme patrimônio mineral, sendo um dos maiores produtores e exportadores de minérios do mundo. Produz 72 substâncias minerais, das quais 23 são metálicas, 45, não-metálicas e 4, energéticas. O minério de ferro lidera com 60% do valor total da produção mineral brasileira, e em segundo lugar o ouro, com apenas 5%.

Desde o início do século XXI, a indústria extrativa mineral (mineração e lavra garimpeira) vem sendo alavancada por elevado investimento: somente nos últimos 10 anos, o valor da produção cresceu 550% e, ao mesmo tempo, os investimentos programados de 2012 a 2016 são de US\$ 75 bilhões!

O Brasil é o principal produtor mundial de nióbio e tântalo, figurando em segundo lugar na produção de magnesita e, em terceiro, na de minério de ferro, bauxita, crisotila e grafita. Também se destaca na produção de rochas ornamentais e de revestimento, fosfato, talco, vermiculita e estanho, dentre outros minérios (DNPM, 2012). Essa produção acontece em 3.354 minas, sendo a maioria de pequeno porte (PINHEIRO, 2011).

A geração de riqueza proporcionada pela indústria extrativa mineral pode ser comprovada pelos seguintes dados: Em 2013, os registros oficiais do valor da Produção Mineral Brasileira (sem petróleo) foram de US\$ 42 bilhões, com o emprego direto de 175 mil trabalhadores. O que corresponde a 4 % do PIB brasileiro e, se computarmos os segmentos da indústria transformadora de base mineral atinge US\$150 bilhões.

A balança comercial da indústria extrativa mineral (sem petróleo) foi extremamente favorável, atingiu US\$ 30 bilhões, e as exportações foram de US\$ 39 bilhões.

A indústria extrativa mineral (sem petróleo) também gera um efeito multiplicador na economia, tanto na produção como no emprego, pois os bens que extrai fornecem insumos tanto para a indústria de transformação quanto para o setor de construção, e os seus empreendimentos geram, um amplo conjunto de atividades relacionadas a bens e serviços.

Apesar de gerar riqueza e crescimento econômico, sendo um dos importantes setores da economia brasileira, a indústria extrativa mineral está entre as atividades que

resultam da ação humana que mais causam impactos socioeconômicos e ambientais negativos, afetando, portanto, o território onde se realiza a mineração.

Embora exista quem argumente que estes impactos negativos apresentam consequências pontuais e locais, esta carga impactante da indústria extrativa mineral se caracteriza por ser diariamente exercida, pelas mais de 3 mil minas e das 9 mil mineradoras hoje em atividade no Brasil, as quais se somam ainda algumas centenas de milhares de garimpeiros e pequenos produtores informais de minerais para uso imediato na construção, aleatoriamente localizados no território brasileiro.

Não se pode deixar de mencionar, ainda, os grandes passivos ambientais, cujo número exato em todo o país é desconhecido, mas certamente ultrapassa as dezenas de milhares de minas e garimpos, inativos e abandonados, produto da mineração ininterrupta, exercida no Brasil há mais de 500 anos. Os efeitos ambientais negativos da extração mineral (mineração e lavra garimpeira) estão associados às diversas fases de exploração dos bens minerais, desde a lavra até o transporte e beneficiamento do minério, podendo estender-se após o fechamento da mina ou o encerramento das atividades. Ainda, a mineração altera de forma substancial o meio físico, provocando desmatamentos, erosão, contaminação dos corpos hídricos, aumento da dispersão de metais pesados, alterações da paisagem, do solo, além de comprometer a fauna e a flora. Afeta, também, o modo de viver e a qualidade de vida das populações estabelecidas na área minerada e em seu entorno.

### Tabela de eventos 3:

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
O professor irá organizar a sala e dividir a turma em grupos	5 minutos
Os alunos farão a leitura do texto “Aspectos gerais da mineração”.	10 minutos
O professor realizará uma apreciação do texto, em seguida irá propor aos alunos que especifiquem os argumentos baseando nos critérios: afirmativa, evidência e justificativa.	30 minutos
Cada grupo deverá fazer a leitura de um dos argumentos elaborados	5 minutos

## Atividade investigativa

### OBJETIVOS

Nesta aula o professor irá introduzir o conceito de metais pesados para que os alunos consigam compreender melhor a proposta da atividade. Em seguida será iniciada uma atividade experimental investigativa buscando fazer com que os alunos vivenciem uma prática similar às realizadas pelos cientistas. Os alunos deverão entender que podem propor experimentos para buscar evidências para dar suporte a um argumento. Serão discutidos certos aspectos de natureza da ciência, como os experimentos tem variáveis que devem ser controladas.

O experimento será realizado em uma perspectiva investigativa. Logo, os alunos devem propor a metodologia de como será realizado. Esta atividade possui objetivos específicos e por isso é papel do professor conduzir os alunos de modo que eles sejam alcançados. A questão problema é a seguinte: Os metais poluem ou não poluem? Eles fazem mal ou não para os seres vivos? Deste modo, a atividade não é completamente aberta e será necessário que o professor siga algumas recomendações descritas neste roteiro para facilitar a condução do trabalho experimental.

### **Orientação para professor:**

Nos momentos iniciais da aula recomenda-se que o professor retome algo discutido anteriormente em um dos vídeos ou textos que falava sobre metais pesados, Sendo assim, o professor deverá introduzir o conceito de metais pesados com os alunos discutindo um texto que será disponibilizado em anexo, para que os alunos compreendam melhor o objetivo da atividade investigativa. O professor poderá utilizar como recurso a tabela periódica, identificando os metais presentes e relacionando com

suas propriedades físicas e químicas. Será disponibilizado um texto para auxiliar o professor na abordagem dos metais pesados.

Em seguida visando fazer com que os alunos se engajem na atividade: “Em um texto que trabalhamos na aula anterior falava que os metais pesados gerados no processo de mineração eram responsáveis por contaminar o meio ambiente, o que poderia fazer mal aos seres vivos. Mas será que esses metais realmente podem prejudicar os seres vivos?” Para dar continuidade o professor deve lançar perguntas como: “O que vocês pensam sobre o assunto?”, “Vocês acreditam que é possível realizarmos alguma atividade experimental para que possamos testar se os metais poluem?”

### **Metodologia:**

O professor deve conduzir os alunos a proporem um bioensaio com plantas, para verificar a toxicidade dos metais. O professor pode falar com os alunos que será usado um sal de ferro, pois este elemento está presente no minério mais explorado no Brasil. Caso o professor não tenha um sal de ferro disponível, tal como sulfato ferroso, ele pode sugerir que os alunos utilizem outro elemento como referência, como por exemplo, um sal que possua magnésio.

- Os alunos podem sugerir diferentes plantas que podem ser utilizadas. O professor deve sugerir que as que forem utilizadas deverão crescer significativamente no período de uma semana. Como possibilidades apresentamos plantar sementes de alface, soja e feijão crescem no algodão. Ou ainda pode-se realizar um bioensaio tal como proposto por Soraya, Marcia, Fernando e Daniele (2013), em que a planta utilizada foi cebola. Testes realizados por um dos autores dessa proposta didática mostraram que feijões dão resultados bons de serem analisados.

A metodologia de como será feito o experimento deve ser estabelecida com os alunos. É importante que o professor tenha em mente que deve se fazer um controle rigoroso das variáveis e ele deverá ajudar os alunos a pensarem nessas variáveis. Não é o objetivo desta atividade, mas conforme ocorra a proposição do experimento o professor pode discutir aspectos de natureza da ciência atrelado a proposição da metodologia.

## **Fechamento:**

O professor deve retomar como ficou acordado a atividade. Quais serão os materiais utilizados, quem trará os materiais e as substâncias. Como será feito o experimento, quais as variáveis serão controladas, exemplos: iluminação, concentração do contaminante, tempo de atividade, etc. O professor pode pedir que os alunos anotem a metodologia de como será realizado o experimento em seus cadernos.

## **Material para o professor:**

### **Metais Pesados no Ensino de Química**

Metal pesado apresenta ser um conceito em evolução, o que acarreta diversas incertezas em sua definição. Há algumas décadas bastava se conhecer a densidade de um elemento para defini-lo como *pesado*, atualmente as questões ambientais e toxicológicas têm um papel fundamental na caracterização de um metal pesado. De acordo com a literatura científica, as definições mais antigas baseiam-se em propriedades químicas como massa atômica, número atômico e massa específica. Entretanto, as conceituações mais recentes levam em consideração aspectos ambientais e toxicológicos. Nesse sentido, outros fatores importantes foram agregados a essa abordagem, tais como espécie química, biodisponibilidade, bioconcentração e amplificação biológica. Em relação às propriedades químicas, as principais definições identificadas foram:

- Massa específica: metais pesados apresentam massa específica elevada, sendo maior ou igual a um determinado valor de referência que, em função de cada publicação, varia entre 3,5 e 7,0 g/cm<sup>3</sup>.
- Massa atômica: metais pesados apresentam elevada massa atômica, sendo o sódio (massa atômica igual a 23) usado como referência;
- Número atômico: metais pesados apresentam elevado número atômico, sendo o cálcio (número atômico igual a 20) usado como referência.

Dentro desses critérios, alguns autores consideram que qualquer tipo de metal pode ser um metal pesado, enquanto outros incluem apenas os metais de transição.

Os impactos ao ambiente e à saúde humana decorrentes do descarte de metais fizeram com que fatores ambientais e toxicológicos fossem associados à definição de metal pesado. Esses argumentos indicaram a necessidade de uma articulação

multi/interdisciplinar de conceitos para melhor descrever a atual compreensão dos metais pesados. A toxicologia é a ciência que estuda os efeitos nocivos das interações das substâncias com os seres vivos (Moraes et al., 1991). Com o estudo da toxicologia, constatou-se que cada metal pode vir a apresentar um efeito toxicológico específico sobre determinado ser vivo. Além disso, outros fatores, como biodisponibilidade e espécie química, influenciam na toxicidade de um elemento químico (Valls e Lorenzo, 2002).

A forma mais tóxica de um metal não é a livre, mas quando este se encontra como cátion ou ligado a cadeias carbônicas. Nos organismos, o principal mecanismo de ação tóxica dos metais decorre de sua afinidade pelo enxofre. Assim, quando presentes em suas formas catiônicas, os metais reagem com o radical sulfidríla (-SH) presente na estrutura proteica das enzimas, alterando suas propriedades, o que pode resultar em consequências danosas ao metabolismo dos seres vivos (Baird, 2002).

Como exemplo, tem-se as espécies químicas de mercúrio. Sua principal espécie catiônica ( $\text{Hg}^{2+}$ ) está associada às partículas em suspensão que se depositarão em sedimentos nos corpos d'água. Nos sedimentos, micro-organismos convertem esse cátion em dimetilmercúrio,  $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$ , o qual, em função do pH do meio, é convertido em metilmercúrio,  $\text{HgCH}_3$ . Em função de sua lipossolubilidade em ambientes aquáticos, ao passar pelas brânquias dos peixes, o metilmercúrio se difunde e acumula no tecido adiposo, em um fenômeno conhecido por bioconcentração. No interior do organismo, o metilmercúrio exercerá sua ação tóxica, interagindo com os grupos sulfidríla das enzimas. De forma análoga ao mercúrio, outros metais pesados têm suas formas mais tóxicas quando ligados a grupamentos carbônicos.

Os metais podem ser encontrados em despejos de diferentes tipos de indústrias, como mineradoras, galvanoplastia, curtumes e manufaturas de produtos eletrônicos.

**Tabela de eventos 4:**

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
Organização da sala	5 minutos
Introdução da questão problema	10 minutos
Introdução do conceito de metais pesados apresentado pelo professor	10 minutos
Propondo uma metodologia para a realização do experimento	20 minutos
Fechamento	5 minutos

## Realização do experimento e discussão de aspectos de natureza da ciência.

### OBJETIVOS

A presente aula visa trabalhar com os alunos conceitos básicos referentes às soluções de forma bem superficial: concentração e o processo de diluição. Os alunos realizarão o experimento conforme a metodologia que propuseram, fato que irá contribuir para a fixação dos conceitos e da metodologia. Será dada continuidade à discussão sobre natureza da ciência, fazendo com que os alunos aprendam mais sobre como o conhecimento científico é construído.

### Orientação para o professor:

O experimento será realizado conforme foi acordado com os alunos na aula anterior, seguindo a metodologia proposta pelos mesmos. Eles serão divididos em



grupos, em seguida o professor os recordará a metodologia que propuseram. Os alunos irão realizar o experimento utilizando o material que eles trouxeram, conforme havia sido estabelecido na aula anterior. Neste momento o professor pode sugerir que preparem uma solução com maior concentração do contaminante e outra com menor

concentração. E a medida em que surgem oportunidades, o professor pode destacar algum aspecto de natureza da ciência, associando o trabalho desenvolvidos pelos alunos as práticas realizadas pelos cientistas.

O professor pode eleger um aluno de cada grupo para ficar responsável por monitorar o experimento ao longo de uma semana, caso necessite.

Os aspectos de natureza da ciência que forem surgindo ao longo da atividade serão discutidos com os alunos como exemplo: o fato dos cientistas controlarem variáveis ao longo do experimento será realizado de maneira semelhante pelos alunos.

---

### **Tabela de eventos 5:**

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
Divisão dos grupos	5 minutos
Recordando a metodologia	10 minutos
Realização do experimento	30 minutos
Fechamento	5 minutos

## Análise do experimento

### OBJETIVOS

Os alunos irão observar e analisar os resultados dos experimentos, visto que algumas sementes não se desenvolveram devido ao fato da contaminação pelos metais presentes nas soluções. Os alunos deverão produzir um texto argumentativo propondo uma explicação para esse fato.

### Orientações para o professor:

Nesse primeiro momento o professor poderá conduzir a aula fazendo algumas perguntas para orientar o aluno na produção do texto a partir das observações do experimento:

- O que aconteceu com as sementes que todos os grupos plantaram?
- Por que algumas plantas cresceram mais que as outras? Medir o comprimento da raiz.
- O que aconteceu com as sementes que foram regadas com uma maior concentração do metal?

O professor pode pedir para os alunos construírem uma tabela com a variação das concentrações dos metais que foram utilizadas no experimento

Solução	Concentração do metal (mg L <sup>-1</sup> )	Comprimento da raiz (cm)
1	0	5,00
2	0,10	1,5
3	0,20	1,3
4	1,00	0,3

Tabela ilustrativa

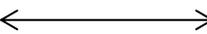
Os alunos deverão produzir um pequeno texto argumentativo explicando se os metais contaminam ou não deixando claro a estrutura dos argumentos (afirmativa, justificativa e evidência) no texto.

No segundo momento da atividade, após os alunos realizarem a análise do experimento, é importante o professor relatar o fato de que algumas sementes não se desenvolveram, após serem regadas com soluções que continham metal.

Para a sistematização da aula é importante o professor relatar que os metais tiveram influência no desenvolvimento das sementes/plantas. Pois se as mesmas estivessem em outro ambiente em que houvesse a presença desses metais, algumas poderiam ser adaptar melhor devido à seletividade natural e também a outros nutrientes que o solo poderia oferecer, sendo assim estas desenvolveriam normalmente, enquanto outras talvez não se desenvolvesse ou apresentariam deformações em seu crescimento como aconteceu no experimento, pois as sementes não tinham outros nutrientes além das soluções contendo os metais.

Dessa forma o professor poderá fazer uma analogia, relacionando o experimento com a influência dos metais nos organismos, pois dependendo das concentrações desses metais eles podem trazer benefícios ou malefícios.

<b>Efeito dos metais nas plantas (Análogo)</b>	<b>Mapeamento</b>	<b>Efeito dos metais no organismo humano (Alvo)</b>
As plantas que foram regadas com menores concentrações de metais pesados, podem se desenvolver normalmente.	↔	Em alguns organismos dos seres humanos, alguns metais em menores concentrações não causam danos à saúde.

As plantas regadas com concentrações maiores de metais pesados, podem não se desenvolver ou apresentar alguma anomalia.		Nos organismos dos seres humanos, os metais em maiores concentrações podem causar risco à saúde, levando até a morte.
---	---	---

É importante o professor explicitar a limitação presente nessa comparação de que as reações que acontecem nas plantas são diferentes das reações que ocorrem nas vias metabólicas dos seres humanos.

### Tabela de eventos 6:

Evento	Tempo programado
Organização da sala	5 minutos
Observação e análise do experimento	10 minutos
Produção do texto argumentativo sobre a influência dos metais	15 minutos
Discussão da analogia e sua limitação	10 minutos
Sistematização do experimento	10 minutos

## Relação dos metais no organismo e meio ambiente

### OBJETIVOS

Esta aula visa relacionar a influência das concentrações dos metais nos organismos e no meio ambiente. Será trabalhado a análise de gráfico a fim de facilitar a compreensão dos alunos sobre a interpretação dos dados obtidos no experimento.

### Orientações para o professor:

Alguns metais desempenham funções importantes no metabolismo dos seres vivos, dependendo das suas concentrações. Portanto é importante o professor trabalhar a análise dos gráficos abaixo com os alunos, para que os mesmos desenvolvam habilidades de interpretações de dados.

Na figura 2, é esquematizada a influência da concentração de um metal sobre o desenvolvimento de um ser vivo. Na Figura 2(a), tem-se um metal essencial ao organismo, para o qual, inicialmente, o aumento da concentração acarreta melhoria em seu desenvolvimento, que passa de deficiente para ótimo. Entretanto, acima de uma faixa de concentração ótima, o metal passa a exercer uma ação tóxica sobre o desenvolvimento do ser vivo, sendo que há um limite de concentração, acima do qual o metal é letal. Na Figura 2(b), tem-se um metal não essencial ao organismo. Para este, há uma faixa de concentração em que o organismo tolera sua presença. Novamente, acima de determinados limites de concentração, este se torna tóxico e, em seguida, letal. É

importante destacar que a essencialidade não é característica única dos metais, ocorrendo com outros elementos químicos.

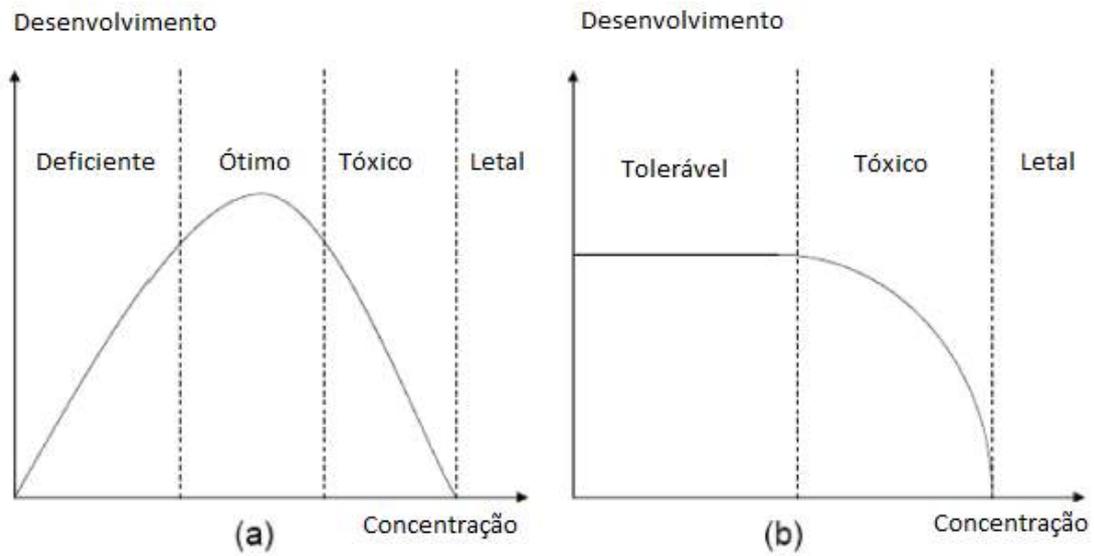
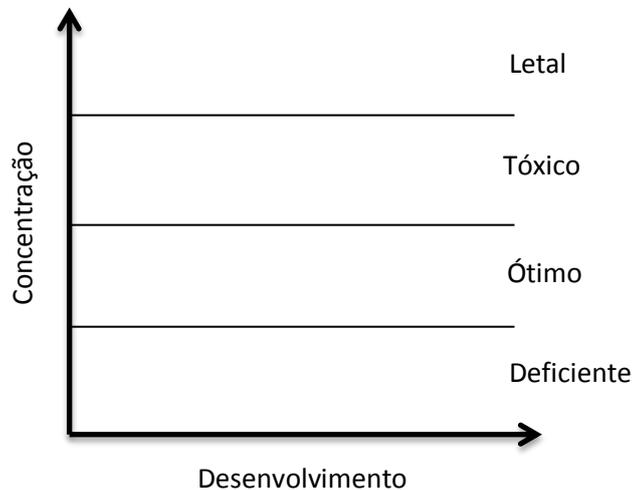


Figura 2. Comportamento de metais no organismo: (a) essencial e (b) não essencial.

Para o ser humano, existem 14 metais essenciais: cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, zinco, cobre, estanho, vanádio, cromo, manganês, molibdênio, cobalto e níquel (Emsley, 2001). Dessa relação, pode-se constatar que até alguns metais considerados tóxicos em concentrações elevadas, como zinco, cobre, cromo e níquel, são fundamentais ao metabolismo em baixas concentrações.

Após a explicação, os alunos deverão propor um gráfico semelhante com base em um problema apresentado (em anexo), relacionando com as concentrações desses metais nos organismos. O professor poderá propor um modelo de gráfico caso os alunos apresentem muitas dificuldades.



No segundo momento da atividade é importante o professor abordar a presença dos metais no meio ambiente e quais as suas consequências. Por exemplo, nos corpos d'água podem afetar os seres que ali habitam de duas formas básicas: pode ser tóxico ao organismo ou pode ser bioacumulado, ou seja o organismo não é capaz de eliminá-los de uma forma rápida e eficaz tendo seu efeito potencializado ao longo da cadeia alimentar. A biomagnificação ou amplificação biológica consiste no aumento progressivo da concentração do metal à medida que se avança na cadeia alimentar. A biomagnificação decorre dos seguintes fatores: a necessidade de um grande número de seres do nível trófico anterior para alimentar um ser do nível trófico posterior e o contaminante não é metabolizável, mas é lipossolúvel, acumulando-se nos tecidos gordurosos dos seres vivos. Em função desse processo, mesmo um descarte de um metal em concentração reduzida pode trazer dano a um ecossistema (Braga et al., 2002).

O professor poderá trabalhar com as duas figuras abaixo: a primeira apresenta o processo de biomagnificação. A segunda imagem abordará a contaminação dos seres humanos por meio desse processo. O professor poderá pedir que os alunos apresentem outros exemplos de cadeia alimentar onde ocorre a contaminação pelo processo de biomagnificação ou bioacumulação, para saber se os alunos compreenderam o conceito trabalhado.

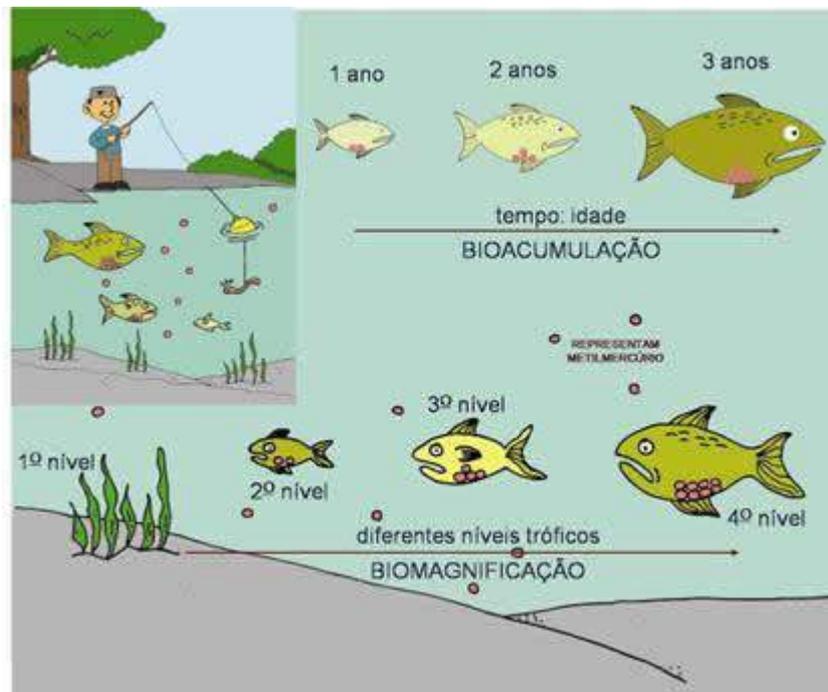


Figura 3: Processo de Biomagnificação e bioacumulação

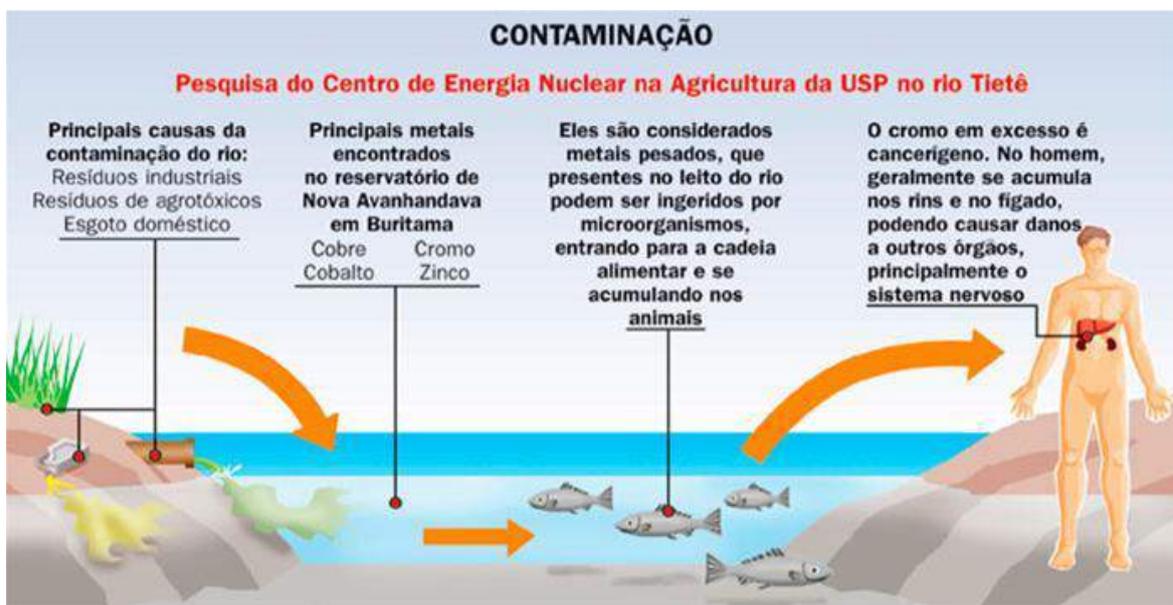


Figura 4: Esquema de contaminação no organismo

### Tabela de eventos 7:

Evento	Tempo programado
Organização da sala	5 minutos
Explicação do professor sobre a influência dos metais no organismo devido às concentrações.	15 minutos
Realização da atividade em que os alunos deverão propor um gráfico para relacionar a concentração dos metais diante de um problema apresentado.	15 minutos
Explicação do professor sobre à influência dos metais no meio ambiente e quais processos estão envolvidos	15 minutos

## Discussão sobre os metais pesados

### OBJETIVOS

Os impactos ao ambiente e à saúde humana decorrentes do descarte de metais fizeram com que fatores ambientais e toxicológicos fossem associados à definição de metal pesado. Esses argumentos indicaram a necessidade de uma articulação multi/interdisciplinar de conceitos para melhor descrever a atual compreensão dos metais pesados. Sendo assim o objetivo dessa aula é que os alunos consigam identificar os metais pesados a partir de suas propriedades químicas e quais são seus impactos na vida humana e no meio ambiente.

### Orientações para o professor:

No primeiro momento, o professor deverá dividir a turma em grupos e entregar um questionário, para ser respondido depois que os alunos assistirem ao vídeo. Em seguida, será passado o vídeo no qual abordará algumas informações sobre metais pesados, sendo assim, neste momento da aula, cabe ao professor promover uma discussão a respeito de como os metais pesados foram inseridos no meio em que vivemos e qual as implicações dos metais para os seres vivos. É importante que o professor discuta de forma sucinta alguns conceitos abordados no vídeo como adsorção e oxidação, pois são assuntos que talvez os alunos não tenham conhecimento.

No segundo momento os alunos deverão discutir entre seus respectivos grupos e responder ao questionário. Para isso eles poderão utilizar uma tabela que será disponibilizada para auxiliar nas questões, pois nesta tabela serão apresentados alguns metais pesados, suas toxicidades, onde são encontrados, seus efeitos para a saúde humana e também em relação ao meio ambiente.

## Questionário:

- O que são metais pesados?

O conceito metal pesado é constantemente veiculado pelos meios de comunicação. Entretanto, muitas vezes, as informações são meramente superficiais ou até incorretas. Nesse sentido, o ensino de química deve contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento científico, de forma a melhorar a compreensão do mundo e contribuir para a formação da cidadania dos alunos.

- Quais metais são essenciais para o ser humano? Cite pelos menos dois e onde eles podem ser encontrados.

Muitos alunos não tem o conhecimento de que os metais desempenham funções importantes no metabolismo dos seres vivos. Suas propriedades demonstram-se fundamentais na manutenção da estrutura tridimensional de biomoléculas essenciais ao metabolismo celular. No entanto, enquanto alguns metais são necessários em quantidades mínimas para os seres vivos, outros não apresentam função biológica relevante, podendo causar danos ao metabolismo (Valls e Lorenzo, 2002).

Por isso é importante o professor exemplificar algum desses metais, quais são suas funções no organismo e onde são encontrados, assim os alunos conseguirão compreender que nem todos os metais encontrados na natureza são tóxicos.

- Quais metais que são prejudiciais para o ser humano e o meio ambiente? E por quê?

Alguns metais em quaisquer concentrações são extremamente tóxicos, é importante os alunos conseguirem identificar esses tipos de metais e saber quais são as suas implicações na vida humana e para o meio ambiente.

- As concentrações podem influenciar na classificação dos metais, para serem considerados metais pesados?

Os alunos devem saber identificar os metais pesados pelas suas propriedades químicas como peso atômico, massa atômica e densidade, e saber que a concentração também pode influenciar na toxicidade dos metais para a vida humana. Para isso o professor pode utilizar os gráficos que estão disponibilizados no texto da aula 06.

1) A partir do que foi discutido na aula anterior, explique o que é biomagnificação e cite um exemplo que foi abordado no vídeo.

Um evento marcante em termos de contaminação por metais pesados que exemplifica a biomagnificação, no qual foi relatado no vídeo, foi registrado na década de 1950 na Baía de Minamata (Japão). Nesse local, o contínuo descarte de resíduos contendo mercúrio contaminou os peixes e, em consequência, milhares de pessoas que se alimentavam desses peixes (Baird, 2002).

- De quais maneiras podem ocorrer a contaminação de um indivíduo, a partir dos metais pesados?

O desenvolvimento tecnológico do homem moderno tem causado além de benefícios e de bem-estar, efeitos adversos de intensidade variável no meio ambiente, comprometendo a qualidade de vida dos organismos que com ele coabitam. Os metais integram naturalmente os ciclos biológicos e geológicos. A erosão provoca a dissolução dos vários componentes da natureza onde, por meio da ação física dos vários elementos, como por exemplo, o ar ou a água acabam por fazer chegar esses sedimentos de metal até aos solos, ar e água, podendo, em resultado da interação com o ecossistema onde estão envolvidos, serem incorporados na cadeia alimentar. Os metais pesados, nos quais, incluem-se o cádmio, o chumbo e o mercúrio, normalmente, apresentam-se em concentrações muito pequenas, associados a outros elementos químicos e, quando lançados no meio ambiente, podem ser absorvidos pelos tecidos animais e vegetais contaminando os ecossistemas terrestres e aquáticos, entrando dessa forma na cadeia alimentar.

### **Tabela de eventos 8:**

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
Organização da sala	5 minutos
Apresentação do vídeo	15 minutos
Discussão e realização do questionário	30 minutos

## Aspectos positivos da mineração

### OBJETIVOS

O objetivo da aula é que os alunos tenham conhecimento de impactos positivos da atividade mineradora sobre a sociedade tal como a geração de emprego e o crescimento econômico. Nesta aula eles trabalharão habilidades referentes a argumentação como: identificação de evidências, e produção de argumentos. Sendo que essas habilidades serão trabalhadas em questões referentes ao texto. Por isso nessa aula os alunos exercitam a escrita e a leitura.

### Orientações para o professor:

Inicialmente o professor distribuirá o texto para os alunos. Em seguida será pedido para que os alunos leiam o texto individualmente. Logo após o professor sorteará alguns alunos de modo a fazer a leitura do texto em voz alta. Cada um desses alunos pode ler um parágrafo. Será pedido aos alunos que respondam as questões 1, 2 e 3. Logo em seguida o professor fará a discussão das questões com os alunos. Pode-se pedir para que alguns alunos respondam em voz alta e o professor comente a resposta. É importante que no momento em que os alunos estejam resolvendo as questões o professor passe entre eles os auxiliando.



---

**Tabela de eventos 9:**

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
Distribuição do texto	5 minutos
Leitura individual do texto	5 minutos
Leitura em voz alta do texto	10 minutos
Resolução das questões	20 minutos

10

AULA

## Introdução e preparação para o júri simulado

### OBJETIVOS

Os objetivos dessa aula são desenvolver habilidade de escrita dos alunos, instruí-los sobre a elaboração dos argumentos e ainda sobre como deverão se organizar para apresentarem o júri simulado.

### Orientações e sugestões para o professor:



O professor novamente irá dividir a sala em grupos. No qual um grupo ficará responsável por defender a implementação da empresa mineradora, outro grupo ficará responsável por argumentar contra a implementação da empresa e ainda um terceiro grupo, que ficará responsável por avaliar os argumentos produzidos. A atividade desenvolvida envolverá um júri-simulado. A pergunta que moverá a atividade será a seguinte “Você é contra ou a favor a implementação de uma empresa mineradora em sua cidade?”. Nesta aula os alunos deverão conhecer os textos e montar seus argumentos para a apresentação, sendo que o grupo responsável pelo júri deverá procurar identificar nos textos argumentos tanto contrários quanto favoráveis à implementação da empresa mineradora.

Nesse momento da aula, cabe ao professor fazer a divisão da turma, da forma que ele achar mais conveniente, seja por sorteio ou por afinidade entre os alunos. Em seguida, é orientado que o professor explique a atividade que será desenvolvida, na qual os alunos deverão elaborar argumentos defendendo ou não a implementação da empresa mineradora baseando-se nos materiais de referência para que posteriormente apresentem os argumentos em um júri-simulado.

Os alunos deverão produzir um texto escrito, contendo os argumentos e para a elaboração destes, deverão fazer uso dos materiais disponibilizados anteriormente pelo professor. Cabe ainda ao professor informar aos alunos que os textos deverão ser produzidos fundamentados de acordo com as informações presentes nos textos que ele disponibilizou para a turma, pelos vídeos com as entrevistas dos especialistas e ainda os dados do experimento que eles obtiveram.

Caso os grupos não consigam terminar a elaboração dos argumentos nessa aula, eles deverão terminar em casa e trazer os argumentos prontos para apresentarem na próxima aula. O professor explicará que um integrante de cada grupo ficará responsável por defender sua teoria, fazendo a leitura do texto escrito produzido contendo os argumentos. Na seguinte ordem: primeiro o grupo que irá argumentar contra a implementação da empresa, terão 15 minutos para apresentarem os argumentos, seguido do grupo que irá argumentar a favor à implementação da empresa, também terão 15 minutos para apresentarem os argumentos, e por fim, a avaliação dos argumentos, que será realizada pelo terceiro grupo, nos 15 minutos restantes da aula. Em seguida, o professor orientará os alunos sobre a réplica que será realizada durante o júri simulado, em que os grupos deverão anotar os argumentos apresentados pelo grupo adversário e ainda refutá-los, procurando alternativas para contra argumentar, ou invalidar o argumento do outro.

### Tabela de eventos 10:

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
O professor irá organizar a sala e dividir a turma em 3 grupos	5 minutos
O professor irá orientar os alunos sobre a realização da atividade do júri simulado, explicar sobre a elaboração dos argumento, do texto escrito. Explicação sobre a apresentação do júri, a ordem das apresentações e posteriormente realização da réplica	10 minutos
Elaboração dos argumentos	35 minutos

## Produção de argumentos

### OBJETIVOS

Esta aula visa fazer com que os alunos produzam argumentos. Por isso eles irão trabalhar a escrita de argumentos.

### Orientações para o professor:

Acredita-se que na aula anterior, os alunos não terão tempo suficiente para produzir os argumentos. Os alunos produzirem os argumentos em casa pode não funcionar, pois deseja-se que os alunos se reúnam e discutam quais argumentos eles querem levar para apresentar no júri-simulado. Os alunos serão separados em seus grupos. Será pedido a eles que montem os argumentos utilizando os textos, vídeos e materiais que foram utilizados durante as aulas. Eles poderão procurar informações em outras fontes, tal como reportagens. Pode-se discutir com os alunos que boas evidências têm de ser retiradas de fontes confiáveis. Os alunos poderão usar o material de apoio a seguir, sendo que o professor irá disponibiliza-los se achar viável. Principalmente os gráficos necessitarão de ajuda do professor para interpretá-los.

## **O que é CFEM?**

### A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM)

No Brasil, a atividade de mineração é realizada sob o regime de concessão pública realizada pelo Ministério de Minas e Energia e operacionalizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

A Constituição Federal estabeleceu que as jazidas e os depósitos minerais constituem bens da União, distinguindo a propriedade do solo à do subsolo. Para o desenvolvimento da atividade de mineração, foi previsto o aproveitamento econômico do produto da lavra através das concessões.

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) é uma contraprestação paga à União pelo aproveitamento econômico desses recursos minerais.

Os recursos recolhidos de CFEM são distribuídos aos Estados, Distrito Federal, Municípios e órgãos da administração da União, sempre relacionados ao local onde é realizada a exploração do minério. Esses recursos podem ser aplicados em projetos que revertam em benefícios da comunidade local, seja em melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde ou educação.

A distribuição desses recursos é realizada da seguinte maneira:

12% - Destinados a União e distribuídas entre o DNPM, Ibama e MCT/FNDCT;

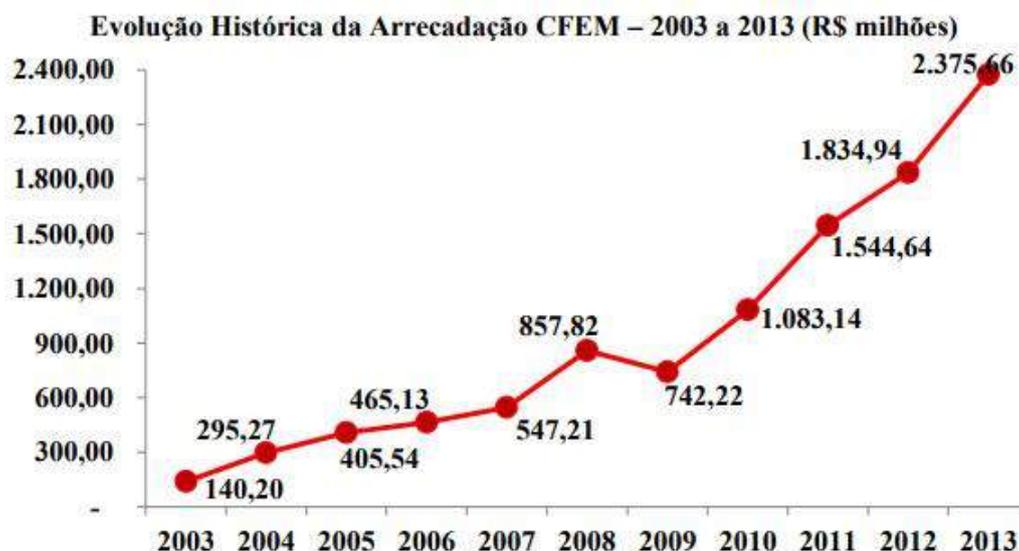
23% - Repassados ao Estado de origem da extração;

65% - Destinados ao município onde ocorre a extração.

### Arrecadação da CFEM (R\$) no biênio 2011/2012

Unidade da Federação	2012	2013	Δ%
AC	147.448,64	217.417,58	47,45
AL	1.609.420,82	1.921.322,45	19,38
AM	5.175.941,83	7.161.022,14	38,35
AP	16.488.374,63	12.068.451,75	(26,81)
BA	37.249.639,02	47.532.271,89	27,60
CE	3.325.053,71	3.914.921,65	17,74
DF	2.999.263,20	3.026.578,30	0,91
ES	8.941.564,79	11.869.356,25	32,74
GO	74.401.889,09	69.128.884,24	(7,09)
MA	4.903.671,85	5.233.967,26	6,74
MG	974.497.742,65	1.204.735.884,99	23,63
MS	19.760.398,90	28.677.053,73	45,12
MT	10.747.422,04	16.554.372,22	54,03
PA	524.276.795,66	804.541.264,28	53,46
PB	3.766.381,35	3.864.395,38	2,60
PE	5.942.211,39	6.461.729,47	8,74
PI	1.670.363,01	1.874.176,79	12,20
PR	10.589.648,79	13.031.361,53	23,06
RJ	17.319.353,48	15.401.491,90	(11,07)
RN	1.687.071,55	2.469.538,35	46,38
RO	3.460.824,24	4.331.648,18	25,16
RR	147.142,19	260.096,45	76,77
RS	14.305.818,33	15.976.016,77	11,67
SC	15.250.810,12	18.397.257,13	20,63
SE	19.050.667,39	17.693.914,59	(7,12)
SP	51.745.647,33	55.567.487,15	7,39
TO	2.910.904,79	3.748.381,66	28,77

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatários (DIPAR)



Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatários (DIPAR)

**Tabela 3: Maiores contribuintes da CFEM no exercício de 2013**

	Empresa	Recolhimento CFEM (R\$)
1	Vale S A	1.282.913.342,81
2	Minerações Brasileiras Reunidas S.A.	353.862.647,55
3	Companhia Siderúrgica Nacional	33.805.821,89
4	Baovale Mineração S.A.	22.476.765,08
5	Mineração Maracá Indústria e Comercio S.A.	21.995.368,98
6	Salobo Metais S.A.	19.309.251,13
7	Mineração Caraíba S.A.	17.946.690,83
8	Samarco Mineração S.A.	17.302.215,58
9	Mineração Usiminas S.A.	16.042.349,26
10	Kinross Brasil Mineração S.A.	15.889.347,43

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios (DIPAR)

**Tabela 4: Maior arrecadação por substância mineral - 2013**

	Substância	Recolhimento CFEM (R\$)
1	MINÉRIO DE FERRO	1.815.851.042,79
2	MINÉRIO DE COBRE	96.244.180,98
3	MINÉRIO DE OURO	57.145.989,17
4	CALCÁRIO DOLOMÍTICO	45.365.500,12
5	GRANITO	44.550.411,16
6	MINÉRIO DE ALUMÍNIO	38.002.797,99
7	FOSFATO	29.434.679,09
8	AREIA	28.951.234,52
9	MINÉRIO DE NÍQUEL	21.607.189,62
10	MINÉRIO DE MANGANÊS	20.243.675,76

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios (DIPAR)

### Tabela de eventos 11:

Evento	Tempo programado
Término da elaboração dos argumentos	50 minutos

## Apresentação da atividade de Júri Simulado

### OBJETIVOS

Nesse momento do planejamento, o principal objetivo da atividade do júri é de desenvolver o espírito colaborativo, a criatividade dos alunos, a habilidade de trabalhar em grupo, bem como o respeito às diferentes opiniões e o desenvolvimento da capacidade de argumentação dos indivíduos, uma vez que acreditamos que através da argumentação o indivíduo torna-se hábil para lutar pelas suas convicções e pelos seus direitos.

Os argumentos são essenciais, pois através deles os alunos irão debater, expor suas ideias de forma a tentar chegar a um consenso sobre qual a versão mais adequada e melhor fundamentada por evidências.

### Orientações para o professor:

Cada grupo terá quinze minutos para fazer sua apresentação. O professor irá conduzir a apresentação, de forma a dividir a sala em três grupos distintos. Em seguida

ocorrerá o júri simulado. O professor atuará de modo a conduzir a atividade para que os alunos se orientem e trabalhem de forma organizada, durante a apresentação dos argumentos.

Com relação à divisão da sala, é sugerido que o professor coloque as carteiras separadas em três grupos distintos, os dois grupos que argumentarão contra e a favor à implementação da empresa mineradora, ficarão dispostos de



frente para o outro e o terceiro grupo, responsável pela avaliação dos argumentos, ficará posicionado entre os outros dois grupos.

Depois que os grupos já estiverem organizados, o professor irá pedir para o grupo contrário à implementação da empresa apresentar os argumentos, em 15 minutos, terminada a apresentação, o professor irá pedir para que o próximo grupo apresente os argumentos, em 15 minutos e em seguida, o grupo responsável pelo júri terá 15 minutos para realizar a avaliação dos argumentos. E o professor deverá relembrar os alunos de que na aula seguinte será realizada a réplica.

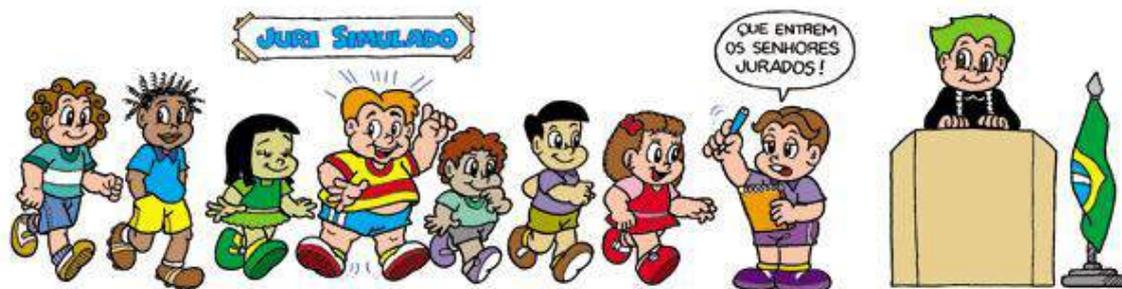
### **Tabela de eventos 12:**

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
Organização e divisão da sala	5 minutos
Apresentação do grupo contra a implementação da empresa mineradora	15 minutos
Apresentação do grupo a favor à implementação da empresa mineradora	15 minutos
Avaliação dos argumentos pelo júri	15 minutos

## Réplica do júri-simulado

### OBJETIVOS

Nesta aula é trabalhado com os alunos a capacidade de ouvir o outro. Eles trabalharão habilidades de analisar e argumentar, terão a oportunidade de apresentar os argumentos produzidos por eles. Para que consigam realizar a tarefa dessa aula eles deverão ter prestado a atenção no que os grupos adversários apresentaram na aula anterior. A réplica é um momento característico do processo argumentativo, pois deve-se pensar em maneiras de refutar os argumentos dos adversários, mas para que isso ocorra é necessário ter ouvido o outro.



### Orientações para o professor:

Inicialmente o professor irá organizar a sala, tal como na aula anterior, para que seja dado prosseguimento a atividade de júri-simulado: Um grupo ficará de um lado da sala, e o restante do outro lado, a bancada do júri perpendicular aos dois grupos, os grupos adversários ficam de frente um para o outro.

Após organizar a sala, deve-se iniciar o momento da réplica. Inicialmente o grupo contra a implementação da mineradora deve apresentar seus argumentos, em seguida o grupo da defesa da atividade mineradora, e por último o grupo responsável pelo júri irá fazer uma apreciação geral dos argumentos apresentados pelos dois grupos,

destacando o que eles notaram quanto aos argumentos apresentados. O grupo responsável pelo júri irá nesse momento escolher qual dos grupos apresentou argumentos que convencessem mais, ou seja, aquele que em que os argumentos apresentavam melhor relação afirmativa-evidência-justificativa.

O professor fará o fechamento da aula informando que ele dará o resultado dele sobre o júri, apenas na aula seguinte. Pois na próxima aula eles farão uma atividade onde terão que argumentar sobre o próprio ponto de vista deles já que no júri eles não tiveram a oportunidade de escolher se eles fariam a defesa ou ataque.

### **Tabela de eventos 13:**

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
Organização da sala	5 minutos
Apresentação do grupo contra a implementação da atividade mineradora	15 minutos
Apresentação do grupo a favor a implementação da atividade mineradora	15 minutos
Apresentação do resultado do júri	10 minutos
Fechamento da aula	5 minutos

## Parecer dos alunos

### OBJETIVOS

Após o processo vivenciado pelos alunos nas aulas anteriores eles puderam ter contato com vários aspectos negativos e positivos sobre a atividade mineradora. Diferentemente do júri simulado, em que os alunos tomaram papéis pré-definidos pelo professor. No júri um indivíduo pode ter defendido uma opinião que ele não concordava, pois foi sorteado os grupos. Entretanto, nesta aula, o aluno terá a oportunidade de expressar seu próprio ponto de vista sobre a situação problema. Os alunos terão de argumentar, com base nas informações que adquiriram durante as aulas anteriores e suas concepções já existentes, se caso estivessem na situação do prefeito implementariam ou não a mineração na cidade. Por isso, os alunos terão a oportunidade de expressar o próprio ponto de vista, tomando um posicionamento crítico diante da situação problema.

### Orientações para o professor:

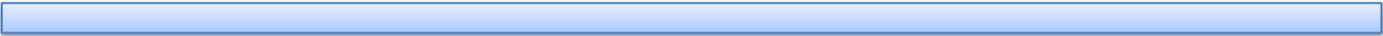
Inicialmente o professor irá organizar a sala. Pedirá para que os alunos se sentem individualmente e tirem uma folha do caderno, pois irão fazer uma produção de texto. O professor explicará que neste momento os alunos deverão se posicionar criticamente diante da situação problema. O professor deve perguntar aos alunos: “Se vocês estivessem na situação do prefeito de Ósmio, aceitariam ou não a proposta oferecida pela empresa?”. O professor deve explicar que nesse momento os alunos não precisam escrever com base na posição que defenderam no júri, mas sim no que eles acreditam que fariam.

Será pedido a eles para escreverem um texto dissertativo-argumentativo defendendo seu ponto de vista. O professor deve solicitar que os alunos usem os /conhecimentos adquiridos sobre argumentação para fazer um texto bem estruturado, com argumentos bem elaborados, ou seja, que tragam evidências e justificativas para as afirmativas realizadas. O professor pode solicitar um texto de cerca de 25 à 35 linhas. Número suficiente para que apresentem argumentos sólidos, mas também tenham de selecionar argumentos que não entrarão na discussão, trabalhando com eles a capacidade de síntese e de escolha entre argumentos, que podem ter um peso maior ou não na discussão.

No momento de elaboração do parecer, o professor deve informar aos aluno que no texto argumentativo eles também deverão discutir as vantagens e as desvantagens da opção escolhida em relação à outra possível.

Lembrando aos alunos que eles devem colocar informações como nome, turma, etc. na folha que irão entregar para o professor com o texto. O professor pode deixar o restante da aula para a escrita do texto.

Nos cinco minutos finais da aula o professor pode recolher os textos. O professor irá fazer com os alunos uma reflexão sobre as atividades realizadas. Ele fará uma análise geral dos argumentos apresentados pelos alunos. Neste momento, os estudantes terão a oportunidade de refletir sobre o que eles mesmo produziram ao longo do processo, e ainda, sobre o parecer final. Por isso, está é mais uma oportunidade para que aprendam mais sobre argumentação, afinal o professor poderá destacar em quais pontos os alunos poderiam ter apresentado argumentos mais consistentes. Pode-se dizer que o professor fará um fechamento da atividade, concluindo a unidade didática.



**Tabela de eventos 14:**

<b>Evento</b>	<b>Tempo programado</b>
Organização da sala	5 minutos
Escrita do parecer	40 minutos
Avaliação final do professor e encerramento da aula	5 minutos

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALTARUGIO, M. H; DINIZ, M. L; LOCATELLI, S, W. O debate como estratégias em aulas de Química. *Química Nova na Escola*. Vol. 32, n. 1. 2010. p. 26-30.

DRIVER, R; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school Science. *International journal of Science an education*. 1999.

GEPEC-IQUSP. Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio: reflexões e propostas. *Instituto de Química: Universidade de São Paulo*. São Paulo, 2009. p. 2 – 26.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; PUIG MAURIZ, B. Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique*, v. 63, p. 11-18,2010.

LEITÃO, S. The potential of argument in knowledge building. *Human development*, n. 43, p. 332 – 360, 2000.

TOULMIN, S. *The uses of Argument*. New York: Cambridge University Press. 1958.

MENDONÇA, P. C. C. Influência das Atividades de Modelagem na Qualidade dos Argumentos de Estudantes de Química do Ensino Médio. *Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais*. Belo Horizonte. 2011.

MOZZER, N. B. O entendimento conceitual do processo de dissolução a partir da elaboração de modelos e sob a perspectiva da teoria de campos conceituais. *Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais*. Belo Horizonte. 2013..

MRTINS, M; JUSTI, R. Uma nova metodologia para analisar raciocínios argumentativos. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017

PALÁCIO, S. M.; CUNHA, M. B.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; NOGUEIRA, D. A. Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula. *Química nova na escola*. Vol. 35, Nº 2, p. 79-83, maio 2013.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. In: Ensino de Química em Foco. Ijuí: Unijuí, 2010.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. IN

SOUSA, F. L.; AKAHOSHI, L. H. et al. Atividades experimentais investigativas no ensino de química. *Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado - Centro Paula Souza - Setec/MEC. GEPEQ-IQUSP*. Maio de 2013.

## ANEXO: MATERIAL PARA O ALUNO

### AULA 01

Em uma pequena cidade, chamada Ósmio, localizada no interior de São Paulo, alguns pesquisadores de uma universidade de uma cidade vizinha ao investigarem o terreno da cidade, em um dia que faziam trabalho de campo, perceberam que em Ósmio havia muito minério de ferro.

Os pesquisadores publicaram em uma revista os resultados do estudo, e uma empresa que teve acesso a essa pesquisa desejou explorar o minério na cidade. Mandou então um representante da empresa ir conversar com o prefeito que havia acabado de tomar posse. O representante passou um vídeo para o prefeito de como estava uma cidade que havia recebido os serviços da empresa (vídeo será passado pelo professor).

O prefeito ficou dividido com a proposta, devido ao fato da cidade se encontrar em crise, e ainda com alto índice de desemprego. Por outro lado, a população preocupava-se bastante com a preservação do meio ambiente e ele sabia que os recursos minerais não são renováveis e um dia acabariam.



Admitindo-se que você é o prefeito dessa cidade, que acabou de ser eleito, e terá que decidir se implementará ou não a atividade mineradora na cidade.

**Você é contra ou a favor a implementação?**

### **Texto: Aspectos gerais da mineração**

Na crosta terrestre, estão presentes minérios de origens e formações variadas, que são definidos como uma associação de minerais e apresentam em sua grande maioria, elevado valor econômico. A principal atividade geradora de matérias-primas para a humanidade é a mineração.

O Brasil possui um enorme patrimônio mineral, sendo um dos maiores produtores e exportadores de minérios do mundo. O minério de ferro lidera com 60% do valor total da produção mineral brasileira, e em segundo lugar o ouro, com apenas 5%.

Desde o início do século XXI, a indústria extrativa mineral (mineração e lavra garimpeira) vem sendo alavancada por elevado investimento: somente nos últimos 10 anos, o valor da produção cresceu 550% e, ao mesmo tempo, os investimentos programados de 2012 a 2016 são de US\$ 75 bilhões!

O Brasil é o principal produtor mundial de nióbio e tântalo, figurando em segundo lugar na produção de magnesita e, em terceiro, na de minério de ferro, bauxita, crisotila e grafita. Também se destaca na produção de rochas ornamentais e de revestimento, fosfato, talco, vermiculita e estanho, dentre outros minérios (DNPM, 2012). Essa produção acontece em 3.354 minas, sendo a maioria de pequeno porte (PINHEIRO, 2011).



A geração de riqueza proporcionada pela indústria extrativa mineral pode ser comprovada pelos seguintes dados: Em 2013, os registros oficiais do valor da Produção Mineral Brasileira (sem petróleo)

foram de US\$ 42 bilhões, com o emprego direto de 175 mil trabalhadores. O que corresponde a 4 % do PIB brasileiro e, se computarmos os segmentos da indústria transformadora de base mineral atinge US\$150 bilhões.

A balança comercial da indústria extrativa mineral (sem petróleo) foi extremamente favorável, atingiu US\$ 30 bilhões, e as exportações foram de US\$ 39 bilhões.

A indústria extrativa mineral (sem petróleo) também gera um efeito multiplicador na economia, tanto na produção como no emprego, pois os bens que extrai fornecem insumos tanto para a indústria de transformação quanto para o setor de construção, e os seus empreendimentos geram, um amplo conjunto de atividades relacionada a bens e serviços.



Apesar de gerar riqueza e crescimento econômico, sendo um dos importantes setores da economia brasileira, a indústria extrativa mineral está entre as atividades que resultam da ação humana que mais causam impactos socioeconômicos e ambientais negativos, afetando, portanto, o território onde se realiza a mineração.



Embora exista quem argumente que estes impactos negativos apresentam consequências pontuais e locais, esta carga impactante da indústria extrativa mineral se caracteriza por ser diariamente exercida, pelas mais de 3 mil minas e das 9 mil mineradoras hoje em atividade no Brasil, as quais se somam ainda algumas centenas de milhares de garimpeiros e pequenos produtores informais de minerais para uso imediato na construção,

aleatoriamente localizados no território brasileiro.

Não se pode deixar de mencionar, ainda, os grandes passivos ambientais, cujo número exato em todo o país é desconhecido, mas certamente ultrapassa as dezenas de milhares de minas e garimpos, inativos e abandonados, produto da mineração ininterrupta, exercida no Brasil há mais de 500 anos. Os efeitos ambientais negativos da extração mineral (mineração e lavra garimpeira) estão associados às diversas fases de exploração dos bens minerais, desde a lavra até o transporte e beneficiamento do minério, podendo estender-se após o fechamento da mina ou o encerramento das atividades.

Ainda, a mineração altera de forma substancial o meio físico, provocando desmatamentos, erosão, contaminação dos corpos hídricos, aumento da dispersão de metais pesados, alterações da paisagem, do solo, além de comprometer a fauna e a flora. Afeta, também, o modo de viver e a qualidade de vida das populações estabelecidas na área minerada e em seu entorno.



## AULA 04: Atividade investigativa

### Metais Pesados no Ensino de Química

Metal pesado apresenta ser um conceito em evolução, o que acarreta diversas incertezas em sua definição. Há algumas décadas bastava se conhecer a densidade de um elemento para defini-lo como *pesado*, atualmente as questões ambientais e toxicológicas têm um papel fundamental na caracterização de um metal pesado. De acordo com a literatura científica, as definições mais antigas baseiam-se em propriedades químicas como massa atômica, número atômico e massa específica. Entretanto, as conceituações mais recentes levam em consideração aspectos ambientais e toxicológicos. Nesse sentido, outros fatores importantes foram agregados a essa abordagem, tais como espécie química, bioconcentração e amplificação biológica. Em relação às propriedades químicas, as principais definições identificadas foram:

- Massa específica: metais pesados apresentam massa específica elevada, sendo maior ou igual a um determinado valor de referência que, em função de cada publicação, varia entre 3,5 e 7,0 g/cm<sup>3</sup>;
- Massa atômica: metais pesados apresentam elevada massa atômica, sendo o sódio (massa atômica igual a 23) usado como referência;
- Número atômico: metais pesados apresentam elevado número atômico, sendo o cálcio (número atômico igual a 20) usado como referência.

Os metais podem ser encontrados em despejos de diferentes tipos de indústrias, como mineradoras, galvanoplastia, curtumes e manufaturas de produtos eletrônicos.







## AULA 07: Relação dos metais no organismo e meio ambiente

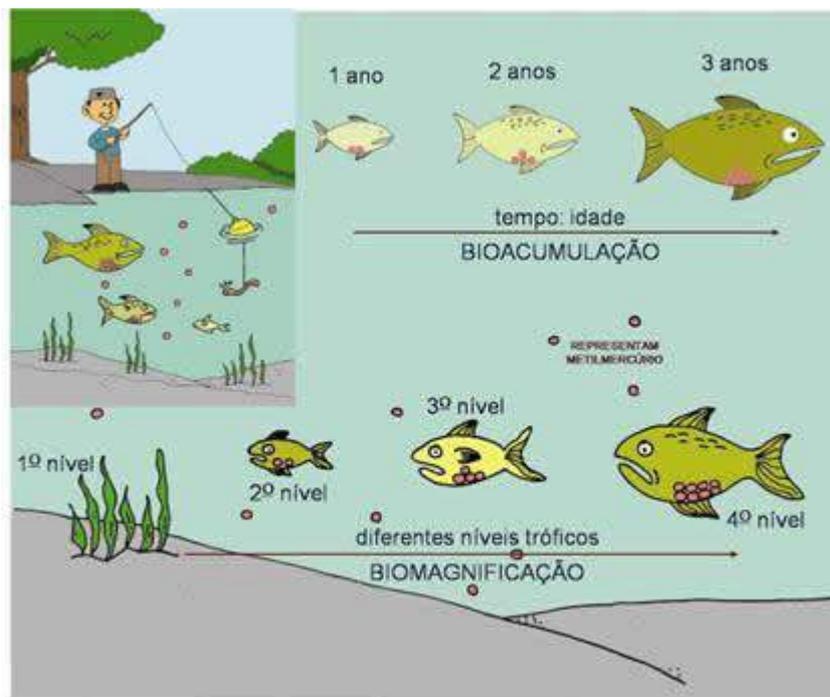
### Atividade 01:

João era um jovem saudável, sempre praticava exercícios físicos e jogava no time de futebol da escola. Porém, certo dia, João chegou da escola no período da tarde e relatou à sua mãe que estava sentindo tontura e fraqueza. Diante disso, sua mãe decidiu marcar uma consulta médica para fazer alguns exames de rotina. Na semana seguinte, ao pegar os resultados dos exames com o médico, foi constatado que João estava com anemia (As anemias podem ser causadas por deficiência de vários nutrientes como ferro, zinco, vitamina B12 e proteínas). O médico receitou o medicamento sulfato ferroso e ao sair do consultório, João passou na farmácia e comprou uma quantidade de remédio além da qual o médico havia receitado.

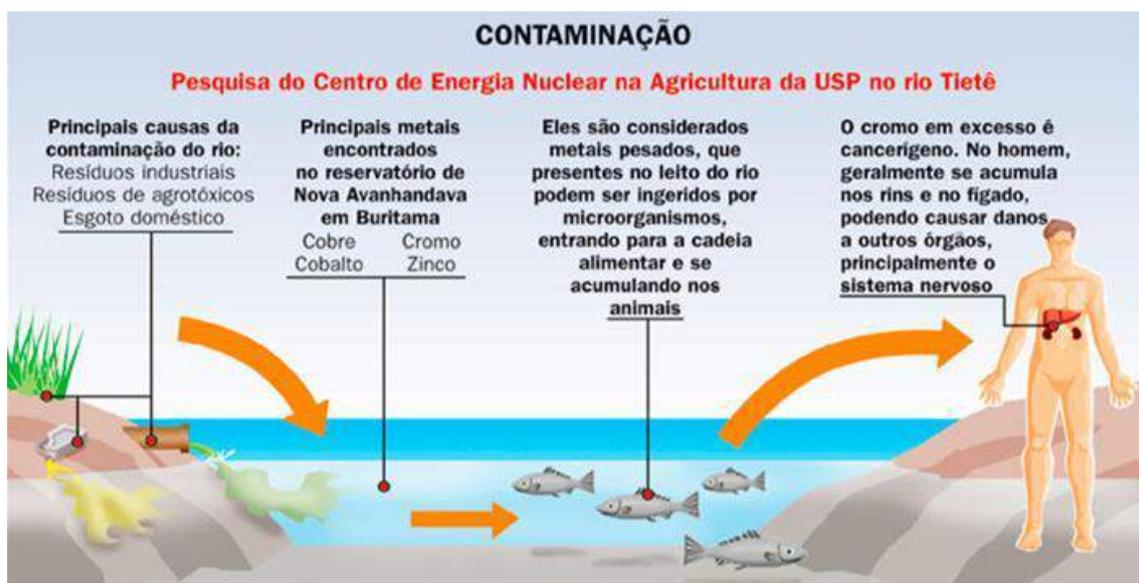
Após os 30 dias recomendados pelo médico, João continuou fazendo uso do medicamento, e algumas semanas depois, começaram a apresentar alguns sintomas estranhos, sua pele adquiriu uma coloração amarelada.

**Diante desse fato, construa um gráfico representando as concentrações de ferro presentes no organismo de João, nas diferentes situações apresentadas.**

**Figura 01:** Processo de Biomagnificação e bioacumulação



**Figura 2:** Esquema de contaminação no organismo



## AULA 08 : QUESTIONÁRIO

2) O que são metais pesados?

---

---

---

---

3) Quais metais são essenciais para o ser humano? Cite pelos menos dois e onde eles podem ser encontrados.

---

---

---

---

4) Quais metais que são prejudiciais para o ser humano e o meio ambiente? E por quê?

---

---

---

---

5) As concentrações podem influenciar na classificação dos metais, para serem considerados metais pesados?

---

---

---

---

6) A partir do que foi discutido na aula anterior, explique o que é biomagnificação e cite um exemplo que foi abordado no vídeo.

---

---

---

---

7) De quais maneiras podem ocorrer à contaminação de um indivíduo, a partir dos metais pesados?

---

---

---

---

**Quadro para auxiliar na realização do questionário, contendo informações de alguns metais pesados.**

Metais	Utilização	Função biológica	Toxicidade
<b>Arsênio</b>	Metalurgia; manufatura de vidros e fundição.	Nenhuma conhecida em humanos	No organismo humano, o As (inorgânico e orgânico) é rapidamente excretado pelo fígado e pelos rins. As formas orgânicas do As não são tóxicas a saúde. Os sinais e sintomas causados diferem entre indivíduos, grupos populacionais e áreas geográficas, podendo variar desde lesões de pele, problemas respiratórios, doenças cardiovasculares e distúrbios neurológicos até vários tipos de câncer.
<b>Alumínio</b>	Produção de artefatos de alumínio; serralheria; soldagem de medicamentos (antiácidos) e tratamento convencional de água.	O Al é importante para a formação da matriz óssea e mineralização, sendo responsável pelo metabolismo do cálcio.	Anemia por deficiência de ferro; intoxicação crônica.
<b>Cádmio</b>	Soldas; tabaco; baterias e pilhas.	Nenhuma conhecida em humanos	Moderadamente tóxico para todos os organismos. É um veneno cumulativo em mamíferos. No homem, causa distúrbio renal e está possivelmente associado à hipertensão. Substitui o Zn em algumas enzimas, impedindo a sua atuação.
<b>Chumbo</b>	Fabricação e reciclagem de baterias de autos; indústria de tintas; pintura em cerâmica; soldagem.	Nenhuma conhecida em humanos	Os efeitos são a neurotoxicidade, distúrbios hematológicos, distúrbios renais, hipertensão arterial, carcinogenicidade com evidência suficiente em animais e evidência inadequada em humanos (IARC). Também apresenta efeitos reprodutivos com possível aumento de abortos, malformações, natimortos e redução na contagem de espermatozoides.
<b>Cromo</b>	Indústrias de corantes, esmaltes, tintas, ligas com	Essencial para o metabolismo de	Altamente tóxico como Cr <sup>6+</sup> (carcinogênico) e moderadamente tóxico como Cr <sup>3+</sup> . Ao Cr está associado o desenvolvimento de úlceras e

	<p> aço e níquel; cromagem de metais.</p>	<p> lipídeos, glicose e proteínas.</p>	<p> predisposição à carcinogênese.</p>
<p><b>Ferro</b></p>	<p> Fertilizantes na agricultura, efluentes de esgoto municipais e industriais e atividades de mineração, fundição, soldagem, polimento de metais e o uso de compostos de ferro como agentes antidetonantes da gasolina</p>	<p> Exerce a função como elemento estrutural do grupo heme na hemoglobina, proteína responsável pelo transporte do O<sub>2</sub> e do CO<sub>2</sub> no sangue.</p>	<p> O excesso de Fe no organismo ocasiona a hemocromatose que se caracteriza por pigmentação amarelada na pele, lesão pancreática com diabetes, cirrose hepática, incidência elevada de carcinoma hepático.</p>
<p><b>Zinco</b></p>	<p> Na mineração, a produção de aço e a queima de carvão e lixo</p>	<p> Essencial para todos os organismos. Participa de reações que envolvem ou a síntese ou a degradação de metabólitos tais como: carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos.</p>	<p> Moderada a ligeiramente tóxico. Sintomas de toxicidade incluem: náusea, vômito, dor epigástrica, diarreia, tontura, anemia, febre e distúrbios do sistema nervoso central.</p>

## AULA 09: REPORTAGEM

# ESTUDO MOSTRA QUE MINERAÇÃO AJUDA MUNICÍPIOS A CRESCER

**Dados da Fundação João Pinheiro foram computados em 2009 e 2010: Itabira, berço da Vale, está entre os que mais cresceram.**

Belo Horizonte, a capital mineira, está entre as seis cidades que mais geram riqueza no país, segundo estudo realizado pela Fundação João Pinheiro, órgão estatal encarregado de fazer pesquisas socioeconômicas da região. Os dados foram computados em 2009 e 2010 e dão conta ainda que o crescimento nominal da economia mineira em 2010 em relação a 2009 foi de 22,4%.

“Este comportamento esteve fortemente associado ao desempenho das atividades da mineração, que apresentaram recuperação da crise de 2008/2009 e resultaram, de maneira geral, no crescimento expressivo do PIB dos municípios mineradores”, diz o relatório.

Promover o desenvolvimento local é uma das formas que as empresas têm de se fazer presente na economia do país de forma positiva, agregando valor não só com geração de emprego e renda. Tanto assim que, numa resolução anunciada no ano passado, os países membros da Organização das Nações Unidas reconheceram oficialmente “a necessidade de se aplicar um enfoque mais inclusivo, equitativo e equilibrado ao crescimento econômico, algo que promova o desenvolvimento sustentável, a erradicação da pobreza, a felicidade e o bem-estar de todos os povos”.

A Vale, que está presente na maioria dos municípios mineradores de Minas

Gerais, em 2012 investiu US\$ US\$1,342 bilhões em ações socioambientais. No ano passado, a Fundação Vale, que busca promover o desenvolvimento dos territórios onde a empresa atua, beneficiou 745 mil pessoas ao redor do mundo, direta ou indiretamente.

Um dos objetivos da mineradora é ser a empresa de recursos naturais global número um em criação de valor de longo prazo, com excelência, paixão pelas pessoas e pelo planeta. Segundo a diretora executiva de sustentabilidade, Vania Somavilla, gerar desenvolvimento local está entre as metas prioritárias, mas é importante que a região não fique dependente da empresa: "Em parceria

com o governo e com a sociedade civil, é possível fazer a cadeia girar, gerando riqueza, troca, inserção de moeda. Nosso sonho é trabalhar cada vez mais todo mundo junto em prol do desenvolvimento".

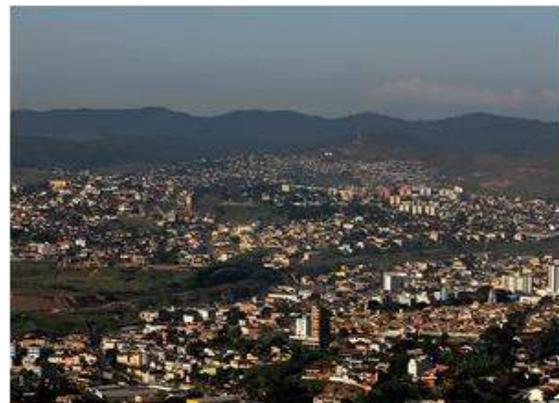
Exemplo de um lugar onde a mineração contribuiu para

alavancar a economia local é o município mineiro de Itabira, o berço da companhia, que hoje está entre os cem maiores geradores de riqueza segundo os dados da Fundação João Pinheiro. A cidade aumentou em 0,2% sua participação nas contas

nacionais. É prova de que mineração, indústria que tem a extração de recursos na natureza de sua atividade, também pode compartilhar valor e gerar riqueza para as comunidades.



Itabira, Minas Gerais, em 1978.



Vista da cidade de Itabira do alto do Pico do Amor.

## Atividades:

1. Qual é o argumento principal defendido no texto? Justifique.

---

---

---

---

---

2. Quais evidências são tragas pelo autor para justificar o argumento defendido por ele? Cite pelo menos duas evidências

---

---

---

---

---

3. Com base no texto construa um argumento de no máximo 6 linhas ressaltando um aspecto positivo da mineração. Seu argumento deve trazer uma afirmativa sustentada por evidencias que possam justificar a ideia defendida.

---

---

---

---

---