

Inconfidentes em Apuros: Desenvolvimento de um Material Temático

Patrícia E. Freitas Oliveira^{1*} (PG), Otávia M.S. Rodrigues² (PG), Rosária Justi¹ (PQ)

*patriciaefreitas@yahoo.com.br

1-Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

2-Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

Palavras-Chave: material temático, educação ambiental

RESUMO: A produção de materiais temáticos, cuja linguagem aproxima-se do cotidiano dos alunos, caracteriza-se como uma importante ferramenta na promoção da aprendizagem significativa. O material apresentado nesse trabalho, *Inconfidentes em apuros: Impactos ambientais causados pela mineração de ferro e ouro*, foi produzido nos moldes de um livro paradidático. De caráter informativo, mas acompanhado de atividades, o material pretende possibilitar aos sujeitos da escola uma maneira contextualizada de se ensinar e aprender química. Ele foi pensado e escrito para ser aplicado em escola da região do Quadrilátero Ferrífero, nacionalmente conhecida pela intensa atividade mineradora. Através de textos, o material aborda aspectos químicos envolvidos nos processos de exploração e tratamento de minérios de ferro e ouro (mineração e metalurgia), bem como os impactos ambientais provocados por tais atividades humanas.

POR QUE DESENVOLVER UM MATERIAL TEMÁTICO?

A contextualização do ensino e a adequação dos conteúdos à realidade dos estudantes são agentes potencialmente promotores do processo de ensino-aprendizagem. Nesse cenário, os materiais didáticos temáticos, cuja linguagem aproxima-se do cotidiano dos alunos, caracterizam-se como importantes ferramentas para educadores na promoção da aprendizagem significativa. A importância desses materiais é aumentada quando se constata sua capacidade de impactar não só seus objetos diretos, os alunos, mas também toda a sociedade envolvida na realidade daquele material. Assim, além do papel educacional, materiais didáticos temáticos podem alcançar uma magnitude social, uma vez que oferecem, à população em geral, informações acerca da sua própria realidade.

O material instrucional apresentado nesse trabalho foi produzido nos moldes de um livro paradidático. De caráter informativo, mas acompanhado de atividades, o material pretende possibilitar aos sujeitos da escola (professores e alunos) uma maneira contextualizada de se ensinar e aprender Química. Como a base do material é a atividade mineradora e os impactos ambientais por ela causados, aplica-se a esse material uma restrição do ponto de vista territorial. Ele foi pensado e escrito para ser aplicado em escola da região do Quadrilátero Ferrífero, nacionalmente conhecida pela intensa atividade mineradora.

Produziu-se, ainda, um material para o professor, que contém a explicitação dos objetivos de cada texto e/ou atividade, assim como sugestões metodológicas que visam ajudar o professor a elaborar uma maneira criativa de utilizar o Material do Aluno.

O objetivo geral do material é aliar dois importantes aspectos no processo de ensino: a contextualização do mesmo e a possível aplicação do conhecimento adquirido.

Além disso, espera-se que sua utilização contribua para o desenvolvimento, nos alunos, de algumas competências e habilidades apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2002):

1. Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções.
2. Formular questões a partir de situações reais e compreender aquelas já enunciadas.
3. Compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático.
4. Utilizar elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar e equacionar questões sociais e ambientais.
5. Reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia, percebendo seu papel na vida humana em diferentes épocas e na capacidade humana de transformar o meio.
6. Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais, na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social.
7. Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente.
8. Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural.

INCONFIDENTES EM APUROS: APRESENTAÇÃO DO MATERIAL

O material *“Inconfidentes em Apuros: Impactos ambientais causados pela mineração de ferro e ouro”* foi pensado nos moldes de um material paradidático. Ele está organizado em 12 textos informativos, cuja linguagem busca uma aproximação com a dos estudantes. Nos textos, os alunos são levados a refletir sobre o que foi dito, através da realização de atividades, teóricas ou experimentais.

Todos os dados (tabelas, imagens) apresentados no material são reais e buscam não só informar, mas também conscientizar, tanto estudantes quanto a comunidade na qual vivem, acerca das implicações ambientais oriundas da mineração. O problema do abastecimento de água é abordado nesse contexto, visto que os principais impactos tratados no material afetam diretamente a qualidade das águas.

A unidade 1, *O que são impactos ambientais?*, tem por objetivo introduzir os conceitos básicos necessários para o desenvolvimento de uma consciência ambiental. Como serão apresentados, ao longo do material, aspectos relacionados às implicações oriundas da atividade humana, é importante que os alunos conheçam alguns termos pertinentes à educação ambiental. Assim, são discutidos termos como aspecto, impacto, medida mitigadora, entre outros (RIBEIRO et al., 1992).

Será que existem maneiras de se minimizar os impactos ambientais provocados pelo homem? Felizmente, a resposta para essa pergunta é positiva. Existem maneiras de se combater e até mesmo extinguir as possíveis alterações ocorridas no meio ambiente. As possíveis ações ou dispositivos destinados a corrigir, eliminar ou minimizar os impactos são chamados de medidas mitigadoras de impacto. Essas medidas são tomadas sempre que os impactos são significativos. Elas poderão partir dos órgãos responsáveis pela geração do impacto ou da população afetada por ele. Logo, as medidas mitigadoras vão desde ações concretas até manifestações sociais. É fundamental que a ocorrência de um impacto seja sucedida da proposição de medidas desse gênero. Ufa! Ainda bem que existe solução para tanta interferência humana, não é mesmo?

A atividade apresentada ao fim da unidade tem por objetivo checar o entendimento dos alunos. Assim, através da apresentação de uma situação própria do

cotidiano de muitos estudantes, pretende-se avaliar suas possíveis atitudes em relação ao ocorrido.

ATIVIDADE – Em uma cidade do interior de Minas, boa parte da população alimenta-se das hortaliças cultivadas no próprio quintal. Com o objetivo de combater as pragas que invadiram sua horta, o senhor João aplicou um remédio para exterminá-las. Após este tratamento, observou que, além da eliminação das pragas, as plantas tornaram-se mais vistosas. Passadas algumas semanas, as pessoas daquela casa apresentaram sintomas de intoxicação.

- a) Como você analisa esta situação? EXPLIQUE o que pode ter ocorrido.*
- b) O que ocorreu limitou-se apenas às hortaliças? EXPLIQUE.*
- c) Quais medidas poderiam ser tomadas a fim de se minimizar o problema?*

As três unidades seguintes são de caráter puramente informativo, mas igualmente importantes, visto que objetivam possibilitar aos estudantes apropriar-se de uma linguagem não habitual, ligada às atividades econômicas abordadas no material.

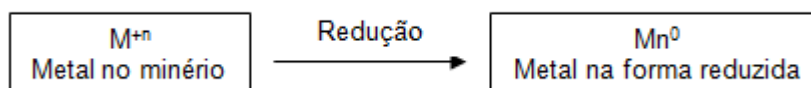
As unidades 2 e 3 foram baseadas no material paradidático escrito por Canto (CANTO, 1996), cujo título é o mesmo dado à seção 2, “*Minerais, minérios e metais: de onde vêm? Para onde vão?*”. O objetivo da unidade 2 é mostrar aos estudantes as diferenças existentes entre os termos mineral, minério e metal. A elucidação dos termos é feita tomando-se, como exemplo, o metal alumínio.

..., pode-se dizer que a bauxita é um mineral do qual se extrai alumínio, com vantagem econômica. Quando de um determinado mineral pode-se extrair uma outra substância de alto valor a ela agregado, chama-se este mineral de minério.

Por outro lado, a unidade 3, *Conhecendo a mineração*, apresenta aos estudantes as etapas que compõem o processo de exploração mineral. As etapas são descritas genericamente e têm por finalidade mostrar os princípios básicos envolvidos em cada uma delas (FARIAS, 2002).

A unidade 4, *Mágica metalúrgica*, introduz as idéias-chaves do processo responsável pela transformação do minério em metal. Assim, reações de oxidação e redução são discutidas em termos de reatividade dos elementos. Além disso, são abordadas nessa unidade discussões sobre o porquê dos minérios serem submetidos ao processo metalúrgico e de como os minerais extraídos na mineração podem ser convertidos, na metalurgia, em matéria-prima necessária à indústria (ROMEIRO, 1997).

Para que ocorra a transformação de minério em metal (metal com número de oxidação positivo para metal com número de oxidação zero), é necessário que ocorra uma redução, ou seja, é necessário que o metal ganhe elétrons.



O processo de redução é exatamente o inverso da tendência natural dos metais, de se oxidarem. Quando a oxidação ocorre devido à ação do oxigênio do ar e da umidade, ela é comumente chamada de corrosão. O processo de redução que ocorre na metalurgia é uma seqüência de processos que visa a obtenção de um elemento metálico a partir de seus minérios.

A unidade 5, *Os segredos da obtenção do ferro e do aço*, é um das unidades mais interessantes do ponto de vista químico. Como o material foi elaborado pensando-se em um público alvo de uma região na qual a extração de minério de ferro é realizada, essa unidade tem por objetivos esclarecer e informar aos alunos alguns

aspectos físicos e químicos envolvidos no processo da mineração. A fim de se dar sentido à atividade mineradora, faz-se um pequeno apanhado acerca da prática metalúrgica do ferro.

Esse capítulo traz muitas informações químicas importantes que podem e devem ser exploradas. Na parte destinada à mineração do ferro, especialmente no tocante ao processo de flotação de sílica, a questão das interações entre partículas é um tópico a ser trabalhado. Uma atividade que pode ser realizada durante a discussão desse processo é a construção de modelos tridimensionais. Algumas considerações sobre interações interpartículas poderão ser feitas previamente a realização da atividade. Além disso, informações acerca do processo precisarão ser fornecidas para a elaboração do modelo, dentre elas (ARAÚJO, 1995):

- ◆ A sílica possui, na sua estrutura, grupos hidroxila terminais, também conhecidos como silanóis. As éter aminas, por representarem moléculas da função orgânica amina, contem grupos NH_2 ;
- ◆ A éter amina possui uma cadeia carbônica hidrofóbica;
- ◆ O ar, introduzido ao sistema, é uma mistura de substâncias hidrofóbicas;
- ◆ O óxido férrico, junto com outras impurezas, é decantado e a sílica fica aderida à bolha de ar.

Além disso, materiais como bolas e retângulos de isopor, canetas esferográficas e palitos seriam fornecidos aos alunos para que pudessem construir modelos de partículas, capazes de explicar o processo de flotação, com base nas interações químicas existentes. Em conjunto, os estudantes elegeriam, dentre os modelos propostos, aquele que melhor explicaria o fenômeno ou, caso julgassem necessário, elaborariam um novo modelo capaz de explicar o fenômeno. O objetivo dessa atividade é favorecer a compreensão dos estudantes, além de tornar a aula mais interativa e interessante.

O texto da unidade 5 apresenta os modelos químicos que representam a interação ocorrida no processo de flotação, mostrados com o objetivo de facilitar a compreensão microscópica do fenômeno. Entretanto, a simples apresentação do modelo não torna a aprendizagem tão significativa quanto sua construção. As Figuras 1(a) e (b) e 2 mostram os modelos de interação química apresentados no material.

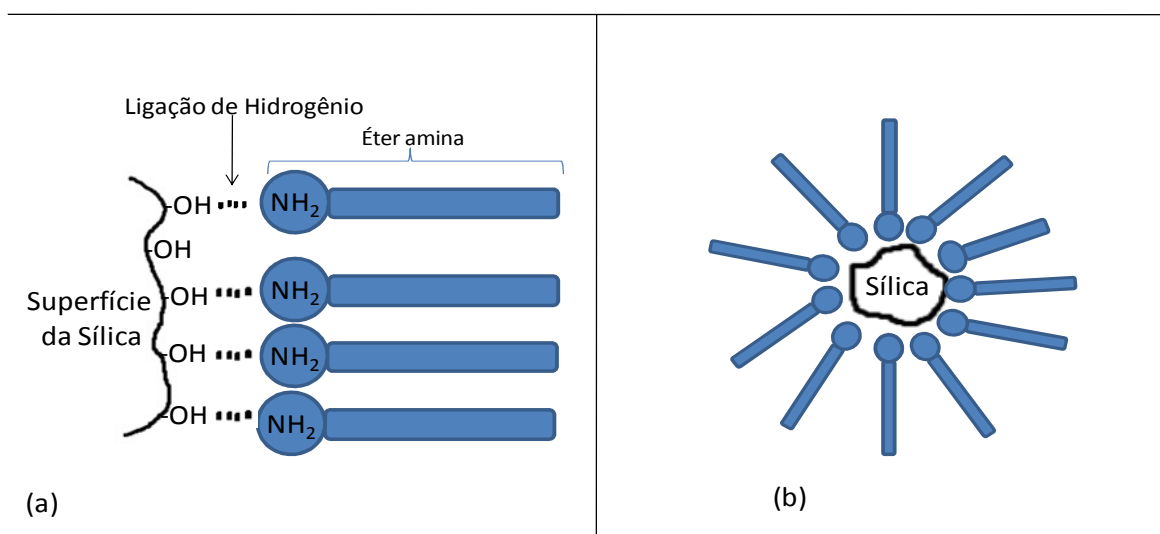


Figura 1. (a) Modelo de interação do tipo ligação de hidrogênio estabelecida entre a sílica e a éter amina; (b) Estrutura resultante dessa interação

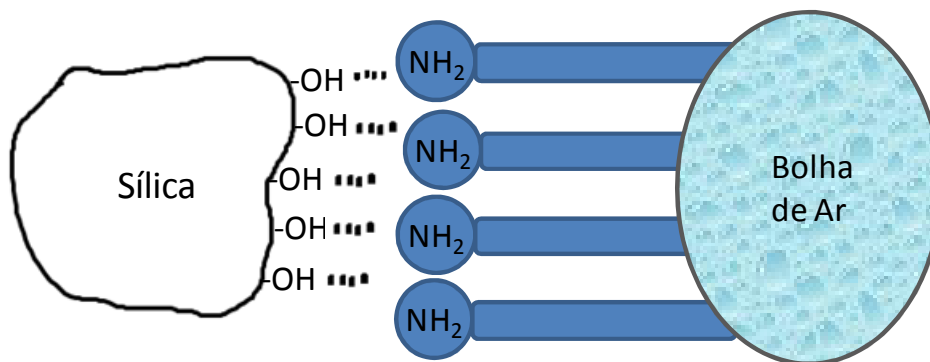


Figura 2. Modelo apresentado para a interação sílica-éter amina-bolhas de ar.

Outra atividade que poderia ser de grande valia nesse momento seria a visitação a uma estação de beneficiamento de minério. A visualização do fenômeno apenas descrito em sala de aula poderia contribuir para uma maior compreensão dos estudantes. Com a visitação, a distância entre o mundo da sala de aula e a realidade poderia ser estreitada, uma vez que essa possibilitaria ao aluno visualizar a forte interligação existente entre o conhecimento adquirido na escola e elementos do seu cotidiano.

A unidade 6, *A fonte de ouro!*, pretende apresentar aos estudantes alguns aspectos importantes sobre o ouro e sua ocorrência. Destacam-se as principais fontes de ouro (veios e pepitas), bem como os métodos utilizados na sua extração. É importante destacar a importância histórica da mineração de ouro no Brasil, em especial para a Região dos Inconfidentes.

A unidade 7, *Impactos ambientais causados pela mineração: a outra face da moeda*, apenas introduz o assunto a ser tratado na próxima parte do material: os impactos ambientais causados pela mineração de ferro e ouro. Assim, as unidades 8, 9 e 10 apresentam as principais implicações causadas no meio ambiente pela atividade mineradora.

Lago de águas barrentas? é o título da unidade 8. Ela tem por objetivo discutir um dos principais impactos provocados pela mineração de ferro, as barragens de contenção. São apresentados alguns aspectos importantes dessa obra de engenharia, tais como o que é e como é formada, como funciona, o que representa para o meio ambiente, dentre outros. Destaca-se, ainda, o agravamento da situação das barragens de contenção com o passar do tempo, visto que quanto mais antiga é a barragem, maior o risco por ela oferecido. Nessa unidade, fala-se, pela primeira vez, dos parâmetros de qualidade de água, começando-se pela turbidez. A questão proposta ao final dessa unidade é de caráter verificacional e pretende apenas constatar os alunos acompanharem a discussão feita anteriormente.

QUESTÃO (adaptada do Projeto Água em Foco) – Uma mineradora despeja, em um rio, águas barrentas (turvas), mas isentas de materiais tóxicos. Pouco depois do início das atividades dessa mineradora, alguns pescadores começaram a reclamar que ficou mais difícil encontrar peixes neste rio. Essa escassez de peixes pode estar relacionada à água barrenta que a mineradora despeja no rio? JUSTIFIQUE sua resposta.

A unidade 9, *O lado nada precioso das pepitas de ouro*, almeja conscientizar os estudantes dos problemas causados pela utilização do mercúrio no processo de separação do ouro de aluvião. Discute-se a razão da eficiência desse processo, alertando-se acerca dos malefícios causados pela inalação ou ingestão de compostos

de mercúrio. A questão proposta pretende verificar o entendimento dos estudantes acerca do método de separação.

A unidade 10, *O lado nada precioso do “ouro de mina”*, é dividida em duas partes: *Águas Ácidas e Arsênio como herança*. Ela tem vários objetivos, sendo o central a apresentação de mais um malefício causado pela mineração do ouro: a acidez das águas. Aproveitando-se desse impacto, discutem-se vários aspectos químicos como os conceitos de ácidos e bases, o estado de equilíbrio químico e a escala de pH. Esse capítulo introduz, ainda, um segundo parâmetro de qualidade de água, o pH. A finalidade dessa inserção é mostrar de que maneira os impactos provocados pela atividade humana afetam a qualidade dos recursos hídricos e, no caso especial dessa região, as águas de abastecimento (SILVA et al., 2004; BORBA et al., 2004; GARDENAL, 2002).

Uma das atividades apresentadas nessa unidade, referente à captação de águas para o abastecimento público, introduz um aspecto importante a ser tratado nas próximas unidades: a questão do abastecimento de água na região.

ATIVIDADE – A mineração do ouro expõe à atmosfera os íons sulfeto, S^{2-} , que, na presença do oxigênio do ar e de umidade, formam os ácidos sulfuroso (H_2SO_3) e sulfúrico (H_2SO_4). Assim, os valores de pH das águas das minas tornam-se muito baixos, o que faz com que essas águas sejam bastante ácidas. Se a estação de tratamento de água da sua cidade captasse água desse tipo para o abastecimento público, seria necessário algum tratamento prévio? JUSTIFIQUE sua resposta. Em caso afirmativo, apresente alternativas de tratamento.

Além disso, apresenta-se uma questão desafio, que busca verificar se o estudante é capaz de usar um conhecimento adquirido na resolução de um problema ambiental real.

DESAFIO!!! Sabendo-se que o principal constituinte da casca dos ovos é o carbonato de cálcio ($CaCO_3$), EXPLIQUE porque um aumento de acidez do meio provoca a precoce eclosão dos ovos.

A atividade experimental apresentada nessa unidade propõe a construção de uma escala visual de pH, utilizando repolho roxo, que possibilitará a determinação qualitativa de valores de pH para qualquer substância. Ela é baseada na atividade proposta na apostila do Projeto Água em Foco (MORTIMER, 2006). O objetivo dessa atividade é permitir que os estudantes determinem, de forma qualitativa, o pH de amostras de água coletadas em antigas minas de ouro e em outros pontos da cidade como bicas, nascentes e rios.

Primeiramente, os estudantes preparam o extrato de repolho roxo, que será usado como indicador. Em seguida, adicionam-se algumas gotas desse indicador às soluções com pH variando entre 1 e 13.

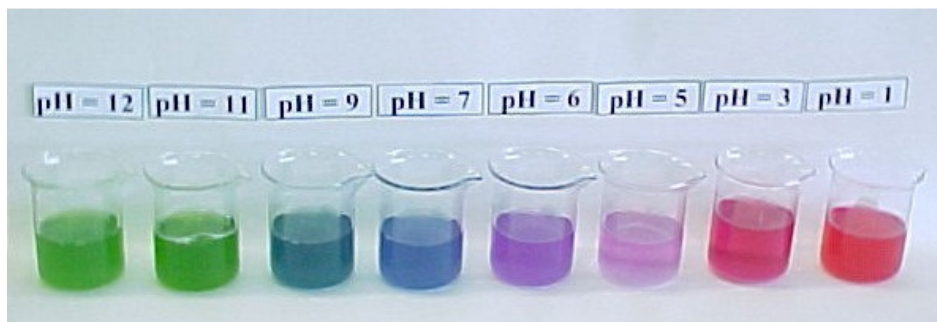
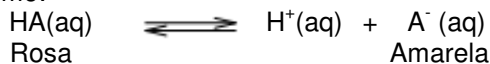


Figura 3. Escala de pH obtida com o extrato do repolho roxo como indicador (AZEVEDO, 2009)

Uma vez preparada a escala de pH e o indicador, amostras de água coletadas em diversos pontos da região poderão ter seus valores de pH determinados qualitativamente. Ao final da atividade, são apresentadas algumas questões para discussão.

Questão 1. Um indicador ácido-base existe em duas formas com cores diferentes, uma forma ácida (HA) e uma forma básica (A⁻). Supondo que a forma ácida e a forma básica apresentem, respectivamente, as cores rosa e amarela, a equação química do equilíbrio ácido-base do indicador pode ser representada como:



Reconhecendo a presença desse equilíbrio no extrato de repolho roxo, indique qual será a cor predominante do extrato se:

- Adicionarmos uma grande quantidade de H⁺. Explique.
- Adicionarmos uma grande quantidade de OH⁻. Explique.

Questão 2. Os valores de pH encontrados para cada uma das águas analisadas indicam que elas são ácidas ou básicas? Você acha que os valores encontrados permitem a captação dessa água para o abastecimento público? JUSTIFIQUE sua resposta.

O tópico “Arsênio como Herança” aborda aspectos importantes no que diz respeito à contaminação de águas por arsênio. Discutem-se as fontes dessa contaminação, bem como os efeitos por ela provocados. São apresentadas, ainda, as possíveis causas para a alta concentração do contaminante, mesmo tendo-se cessado a atividade mineradora de ouro na região. São apresentadas duas atividades ao longo desse tópico. A primeira delas visa verificar o entendimento dos alunos acerca da solubilidade de íons em água. Sua relevância reside no fato de a forma tóxica do arsênio ser a iônica. A segunda atividade também é de suma importância no processo de conscientização social. Nela, são apresentados dados reais de uma pesquisa realizada em 2003, na qual foram verificados altos teores de arsênio em águas de antigas minas de ouro da região. Seu objetivo maior é mostrar aos estudantes, através de dados verídicos, a real qualidade das águas das minas. Outros objetivos menos importantes dessa atividade incluem verificar se os alunos reconhecem diferentes formas de concentração e se conseguem extrair e comparar dados fornecidos em tabelas.

ATIVIDADE – A tabela abaixo mostra dados reais obtidos a partir de uma pesquisa realizada na região dos Inconfidentes em 2003. Foram analisadas amostras de água coletadas em vários pontos de minas localizadas em Ouro Preto e Mariana.

Tabela 1. Composição química das amostras de água subterrânea coletadas em Mariana e Ouro Preto (BORBA, 2004)

	LD	Passagem de Mariana					Ouro Preto							FUNASA
		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	O-1	O-2	O-3	O-4	O-5	O-6	O-7	P 1469
pH		8	8	7	7	6	7	7	6	6	6	7	6	6-9,5
Eh (mV)		389	358	360	380	300	430	481	515	330	515	505	545	nd
Cond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		372	253	180	371	93	70	17	51	15	0,1	0,1	0,1	nd
T ($^{\circ}\text{C}$)		20	23	21	20	21	19	15,3	15	18	17	18	19	nd
Dureza		192	91	110	240	27	31	9	22	10	21	20	67	500
Ca	0,05	41	22	21	47	7	6	2	3	2	1	1,4	4	nd
Mg	0,3	22	12	14	30	2	4	1	2	1	0,5	0,6	1	nd
Na	0,1	2	2	0,5	3	5	0,5	0,6	2	0,2	5	3,6	8	200
K	0,1	3	3	1	1	3	1	0,4	1	0,2	2	1,8	3	nd
HCO ₃		121	55	74	234	5	12	8	4	12	8	9	5	nd
Cl	0,1	11	2	1	4	7	3	1	4	1	8	6	12	250
SO ₄	0,2	52	33	38	10	11	19	2	10	1	1	2	7	250
NO ₃	0,2	4	2	1	0,3	18	3	2	5	1	14	13	65	44
F	0,005	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	1,5
PO ₄	0,05	0,1	<LD	<LD	<LD	<LD	0,2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	nd
Mn	0,001	<LD	<LD	0,01	0,01	<LD	0,2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,1
Fe	0,006	0,1	0,1	0,1	0,1	<LD	0,1	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,3
AsTotal	0,8	830	1760	2980	4	2	260	24	32	12	12	22	62	10
As ³⁺		35	59	86	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-
As ⁵⁺		795	1701	2894	3	-	48	-	-	-	-	-	-	-

A) Qual das minas (Ouro Preto ou Passagem) apresenta águas com características mais ácidas? JUSTIFIQUE sua resposta.

B) Utilizando os dados da tabela acima, comente sobre a qualidade das águas das minas em relação ao teor de arsênio total. Comparando-se as duas localidades (Ouro Preto e Passagem), em qual das regiões a situação é mais complexa? JUSTIFIQUE sua resposta.

O início da unidade 11, *Você conhece a água que bebe?*, apresenta uma breve discussão sobre as diferenças existentes entre o conceito de “puro” adotado em Química e o corriqueiramente usado pelo senso comum. É importante que essa discussão seja realizada de forma dialógica, de modo que os próprios estudantes distingam os conceitos. Aproveita-se a discussão sobre qualidade de água, inserida através do conceito de pureza, para alertar a população acerca da água usada para o abastecimento público da região. Assim, essa unidade pretende informar aos leitores do material como a mineração e os impactos por ela provocados agravam a questão do abastecimento de água local. Pretende-se, através das informações fornecidas não só nessa unidade, mas no material como um todo, conscientizar a população da Região dos Inconfidentes sobre a importância de se conhecer a água que se bebe.

A última unidade, *Luz, câmera e ação!*, convida os alunos a aplicar o conhecimento adquirido durante o material em favor do bem estar social. Assim, através da retomada de alguns aspectos importantes abordados no material, os estudantes são desafiados a transformar seu conhecimento em ação. Algumas alternativas de trabalho possíveis são sugeridas no material do professor tais como a criação de um folheto ou cartaz informativo, ou até mesmo a produção de um pequeno

jornal a ser distribuído pela escola ou pela cidade. A realização de um júri simulado acerca dos benefícios e malefícios da mineração é também uma atividade interessante.

O mapa conceitual apresentado na Figura 3 mostra os principais conceitos abordados no material, bem como a dependência existente entre eles.

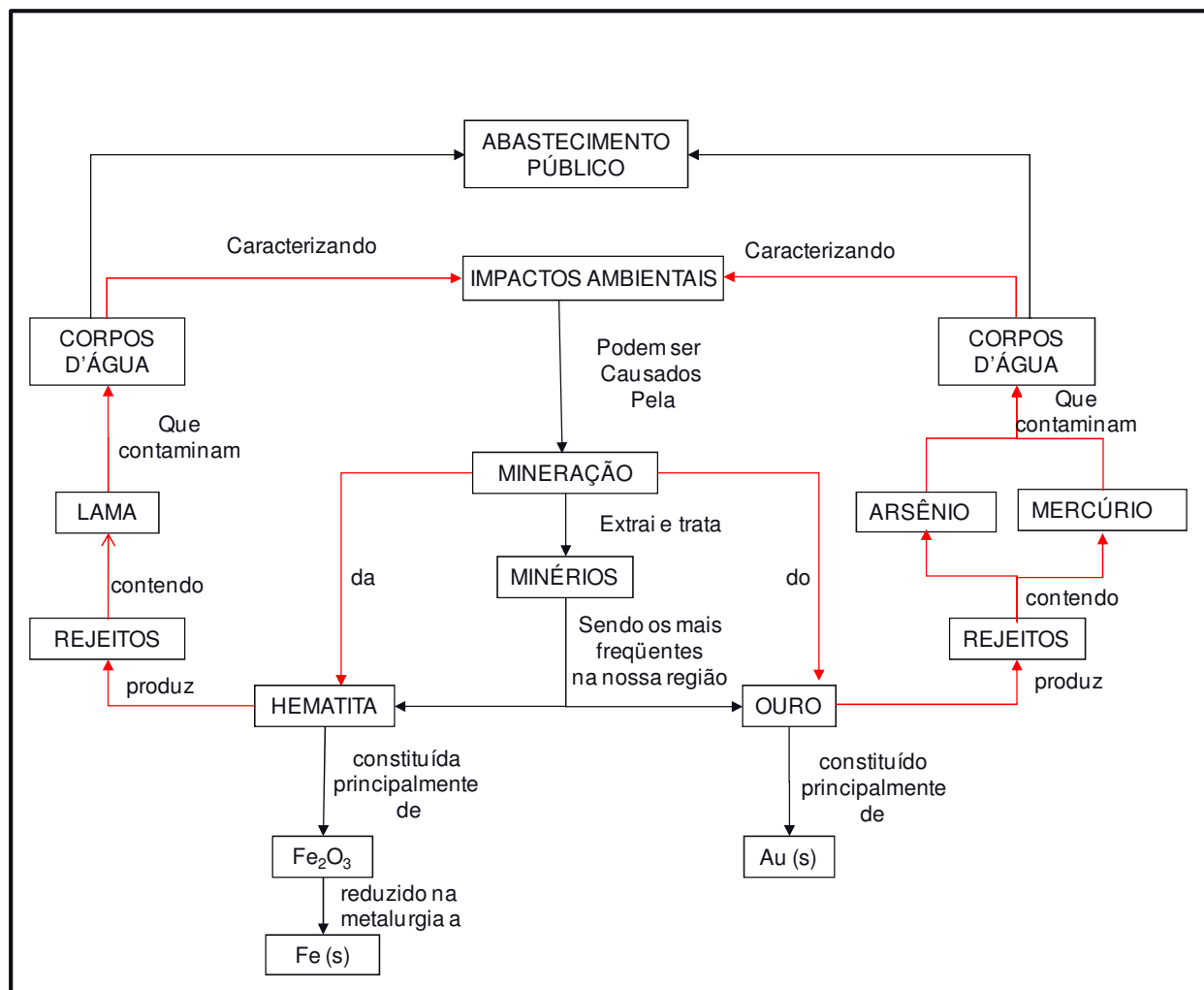


Figura 4. Mapa conceitual para o material *Inconfidentes em Apuros: Impactos ambientais causados pela mineração de ferro e ouro*

REFLEXÕES FINAIS

Durante a construção do material, muitas surpresas e dificuldades foram encontradas. Surpresas em relação à relevância dos impactos provocados pela atividade mineradora, ainda mais agravados pela questão do abastecimento de água na região. As dificuldades decorreram do problema em se encontrar materiais que tratassem os processos minerador e metalúrgico do ponto de vista químico. Contudo, o aprendizado decorrente da elaboração do material foi extremamente rico. A possibilidade de produção de um material segundo um formato que contribui para o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que favorece a participação do aluno e sua formação cidadão, é um grande privilégio da vida docente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A.C. et al. **Froth Flotation: relevant facts and the Brazilian case**. Centro de Tecnologia Mineral /CNPq, Rio de Janeiro, 1995.

AZEVEDO, P.C. **Portal de Estudos em Química**. Disponível em <http://www.profpc.com.br/medidas_acidez.htm>. Acesso em: abril 2010

BORBA, R.P., FIGUEIREDO, B.R., CAVALCANTI, J.A. **Arsênio na água subterrânea em Ouro Preto e Mariana, Quadrilátero Ferrífero (MG)**. Revista da Escola de Minas, Ouro Preto, 57(1): 45-51, 2004.

Brasil. Secretaria do Ensino Médio. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, MEC, 2002. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>>. Acesso em: novembro de 2006.

CANTO, E.L. **Minerais, minérios e metais: De onde vêm? Para onde vão?** São Paulo: Moderna 1996.

FARIAS, C.E.G. **Mineração e meio ambiente no Brasil: relatório preparado para o CGEE**, 2002.

GARDENAL, I. **O arsênio como herança**. Revista Semanal da Universidade Estadual de Campinas, 2002.

MORTIMER, E.F. **Água em Foco: qualidade de vida e cidadania**. Disponível em <<http://www.foco.fae.ufmg.br>>. Acesso em: agosto de 2006.

RIBEIRO, V. M.; VIANNA, A.; MENEZES, L.; IORIO, M. C. **Educação Ambiental: Uma abordagem pedagógica dos temas da atualidade**. São Paulo: CEDI, 1992.

ROMEIRO, S.B.B. **Química na Siderurgia**. Área de Educação Química do Instituto de Química (série Química e tecnologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: 1997.

SILVA, R.S., PROCÓPIO, S. O., QUEIROZ, T.F.N., DIAS, L. E. **Caracterização de rejeito de mineração de ouro para avaliação de solubilização de metais pesados e arsênio e revegetação local**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, 28 [1], 2004.