



EDUCAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MINERAÇÃO

Caiubi Emanuel Souza Kuhn

Universidade Federal de Mato Grosso -
Geólogo e Mestre em Geociências - Docente
do Instituto de Engenharia - Av. Fernando
Corrêa da Costa, n. 2.367, Bairro Boa
Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá – MT -

Telefone: (65) 3615- 6269

E-mail: caiubigeologia@hotmail.com

Gustavo Gomes Pereira

Universidade Federal de Mato Grosso –
Discente do Curso de Engenharia de Minas,
Instituto de Engenharia - Av. Fernando
Corrêa da Costa, n. 2.367, Bairro Boa
Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá – MT

Telefone: (65) 3615- 6269

E-mail: gomes951@hotmail.com

Rafael Marques Moreira

Universidade Federal de Mato Grosso –
Discente do Curso de Engenharia de Minas,
Instituto de Engenharia - Av. Fernando
Corrêa da Costa, n. 2.367, Bairro Boa
Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá – MT

Telefone: (65) 3615- 6269

E-mail: rafael.marques500@gmail.com

Resumo

O ser humano realiza atividade de mineração desde a pré-história. Na sociedade tecnológica, a criação de celulares, computadores, carros, ou mesmo na produção de alimentos, utilizam-se bens minerais de forma direta ou indireta. Devido a isso, toda escolha de uma pessoa e todo processo de consumo, gera uma demanda por mais insumos, ou seja, uma demanda de extração de minérios. A falta de compreensão sobre a importância da mineração e a sua relação com o dia-a-dia de cada um de nós fazem com que a sociedade tenha uma crítica negativa no que tange ao processo de extração mineral, sem entender que sem os bens minerais, a sociedade tecnológica não existiria. Para que os estudantes possam compreender o impacto de suas escolhas e tomar decisões conscientes, é preciso que seja abordada no processo educacional a educação em geociências com enfoque a extração, utilização e destinação dos recursos minerais. Questões como a formação dos depósitos minerais, o rejeito de

mineração, o lixo tecnológico e o seu potencial de reciclagem são alguns dos tópicos que podem ser abordados. Este artigo apresenta uma metodologia didática de ensino em geociências utilizando bens minerais para debater o desenvolvimento sustentável. Os resultados aqui apresentados fazem parte do projeto Educação e Geociências que realizou exposições orientadas de rochas e minerais em escolas de Cuiabá, Várzea Grande e Chapada dos Guimarães.

Palavras-chave: Economia Solidária; Engomadeira; gênero; mulheres.

Resumen

El ser humano lleva a cabo actividades mineras desde la pre-historia. La sociedad tecnológica con uso de los teléfonos móviles, ordenadores, coches o inclusive la producción de alimentos são utilizados minerales activos directa o indirectamente. Debido a esto, cada elección personal y todos los procesos de consumo, generan una demanda de más insumos, es decir, una demanda de extracción de minerales. La falta de comprensión acerca de la importancia de la minería y la relación con el día a día a cada uno de nosotros, hace que la sociedad tenga una crítica negativa del proceso de extracción de minerales, sin entender que la empresa minera la tecnología de minerales no existe. Para que los alumnos comprendan el impacto de sus decisiones y puedan tomar decisiones fundamentadas, que debe abordarse en el proceso educativo la educación en ciencias de la tierra centrada en la extracción, uso y disposición de los recursos minerales. Cuestiones tales como la formación de depósitos minerales, los residuos de minería, residuos tecnológicos y su potencial de reciclaje son algunos de los temas que pueden ser abordados. En este artículo se presenta una metodología didáctica en ciencias de la tierra utilizando las materias primas minerales para discutir el desarrollo sostenible. Los resultados presentados aquí son parte del proyecto de Educación y Ciencias de la Tierra realizada por exposiciones orientadas de rocas y minerales en las escuelas de Cuiabá, Várzea Grande y Chapada dos Guimarães.

Palabras clave: minería, educación y ciencias de la tierra, residuos electrónicos, educación.

INTRODUÇÃO

A utilização de bens minerais para o desenvolvimento de ferramentas que possam melhorar a vida do ser humano é realizada desde a pré-história.

O uso de substâncias minerais em seu estado bruto ou com um certo tratamento e manipulação por parte dos povos primitivos é fato notório. O homem vem se utilizando dessas substâncias de acordo com suas diferentes características e propriedades, para a fabricação de utensílios armazenadores (potes, vasilhas, etc.) bem como artefatos para caça e pesca, ornamentos corporais e pigmentos como corantes (FILHO, 1999, p. 99).

Os bens minerais deram nome a períodos da história, como idade da pedra lascada, idade da pedra polida, idade do bronze e idade do ferro. Ao se observar o contexto atual global, parece não haver ainda uma compreensão da dimensão de sua importância, em muitos casos, nota-se uma ênfase do conhecimento popular apenas a aspectos negativos da mineração (LORENZO, 2015).

A sociedade tecnológica em que vivemos é resultado direto do domínio do ser humano sob os bens minerais. Nos últimos séculos cada vez mais elementos químicos têm sido utilizados na produção de novas tecnologias. Conforme IBRAM (2014, p. 29) *qualquer objeto metálico, desde a mais simples panela até o mais complicado instrumento científico, é fabricado a partir de uma variedade de produtos minerais. A energia elétrica transmitida pelos cabos, o automóvel, a geladeira, um prosaico clipe, tudo tem origem no minério que a natureza coloca à disposição do homem.*

O desenvolvimento das cidades também está relacionado a mineração:

Qualquer obra que se planeje para o País – estádios, aeroportos, hotéis, centros turísticos e de comunicações, reformulações urbanas em diversas cidades, etc. – exige minerais em quantidade e qualidade compatíveis com a dimensão da obra. Os produtos minerais estão na base de todo esse processo. Nada se constrói sem cimento, areia, brita, cal, ferro, manganês, aço, petróleo e a própria água, entre tantos outros minerais. Sem falar da energia elétrica, cuja transmissão se faz por intermédio do cobre e do alumínio (IBRAM 2014, p. 15).

Os depósitos minerais utilizados ao longo dos últimos séculos se formaram durante os 4,6 bilhões de anos de história da Terra, ou seja, estes depósitos não se formam na mesma velocidade em que os consumimos. Conforme o IBRAM (2014, p. 40) *outra peculiaridade é a rigidez locacional, ou seja, os recursos minerais só ocorrem onde os processos geológicos assim o permitiram.* Por isso, existem países que, devido à sua geologia, possuem grandes reservas de determinado bem mineral.

Para IBRAM (2014, p. 11) *o desenvolvimento de uma nação e o bem-estar de sua população não existem sem o uso intensivo, porém racional, dos bens minerais. Qualquer um que olhar à sua volta dificilmente conseguirá identificar objetos do dia a dia que não contenham minérios em sua produção ou composição.*

As projeções para as próximas décadas é que a população mundial ultrapasse a marca de 9 bilhões de pessoas. Os centros urbanos estão em constante crescimento, conforme Silva & Romero (2013, p. 264) *atendendo a todas as projeções populacionais para a Cuiabá, que apontam para o ápice de um milhão de habitantes, talvez, para os próximos 15 anos.*

A limitação dos depósitos minerais, o desenvolvimento tecnológico, somado ao crescimento populacional e a ampliação do consumo, coloca em xeque a sustentabilidade do nosso modelo de sociedade em médio prazo. Para Ferreira & Ferreira (2008, p. 158) *a crescente urbanização mundial, com seus primórdios na Revolução Industrial, vem carretando um acúmulo de lixo, gerado a partir do consumo inconsciente por parte do ser humano, ocasionando sérios problemas ao meio ambiente.*

Nas últimas décadas, diversos documentos da União das Nações Unidas (ONU) debateram sobre o desenvolvimento sustentável e os compromissos que os países devem assumir para que não seja comprometido o futuro da humanidade. Conforme Villas Bôas (2011, p. 4),

No ano de 1987, a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, presidida por Gro Harlem Brundtland e Mansour Khalid, apresentou o documento chamado *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), mais conhecido por relatório Brundtland. O relatório indica o hoje já clássico conceito que: —Desenvolvimento sustentável é desenvolvimento que satisfaz as necessidades do

presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades.

A I Conferência Nacional do Meio Ambiente, realizada em 2003, levanta a preocupação sobre os impactos da mineração e a necessidade de se

Promover políticas de controle ambiental e de recomposição do meio físico e biótico de áreas impactadas pela mineração, estimulando a reutilização, a reciclagem e o aproveitamento de resíduos e rejeitos de mineração na construção civil, na produção de artesanato mineral e de materiais agro geológicos.

No ano de 2015, os chefes de estado, reunidos na sede da Organização das Nações Unidas, em Nova York, firmaram compromisso com uma nova agenda universal denominada de “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS), documento composto de 17 objetivos e 169 metas e que norteará nos países signatários até 2030. O objetivo 12 visa Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis, para isso, foram estabelecidas metas como: *Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais;* e *Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização.* Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável abordam também aspectos educacionais, dentre eles: *Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e consciencialização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.*

O pensamento crítico e a formação referente à compreensão do ambiente natural estão previstos na Lei Diretrizes e Bases da Educação (LEI N° 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996) no Artigo 35 “O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades: III o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;” e no Artigo 32 “O ensino fundamental obrigatório, com duração de 9 (nove) anos, gratuito na escola pública, iniciando-se aos 6 (seis) anos de idade, terá por objetivo a formação básica do cidadão, mediante: II a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade;”

O ensino em geociências é fundamental para que as pessoas possam tomar decisões conscientes relacionadas ao consumo e ao uso e ocupação do meio físico. Conforme GUIMARÃES (2004, p. 87),

através do raciocínio e de procedimentos (métodos e técnicas) específicos da Geologia é feita a caracterização (descrição, identificação, função e relações) dos materiais, das formas de energia e das suas interações no espaço e no tempo, definindo-se um conjunto de parâmetros inter-relacionados, que serve como padrão de referência do meio físico.

Já de acordo com Santos (2011, p. 20) *A Geologia desenvolve modelos teórico-práticos eficazes para explicar os processos naturais, introduzindo a dimensão histórica-temporal no debate, aspecto indispensável para as discussões da relação homem-natureza.* O problema é que no sistema de ensino Brasileiro os conceitos de Geologia não são abordados de forma satisfatória, ou mesmo são praticamente ausentes. Signoretti (2009, p. 66). Por sua vez, afirma que *os conceitos de astronomia, cosmologia e geologia foram praticamente varridos do currículo, apesar de terem sido previstos nos Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino fundamental.*

Os dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) demonstram o quanto o

Brasil precisa avançar no ensino de ciências:

[O] Resultado do PISA (...) mostra que 61% dos alunos brasileiros estão abaixo ou no pior dos 6 níveis de desempenho em ciência determinados pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). (...) Em uma escala de 800 pontos, 390 foi a nota do Brasil em ciência no PISA, o que rendeu ao País o nada honroso 52º lugar entre as 57 nações que participaram da avaliação. (...) O Brasil obteve melhor classificação na área dos sistemas vivos (a biologia), com pontuação 403. Em sistemas físicos (ciências químicas e físicas), a nota foi 385. Já em sistema espacial e planeta Terra (cosmologia, geologia e astronomia), fez 375 pontos, melhor apenas que Colômbia, Catar e Quirguistão (REHDER, 2007 apud Signoretti 2009, p. 58).

Para se avançar no domínio relativo aos conteúdos de geociências, é preciso desenvolver práticas que sejam atrativas para os estudantes e que possibilitem uma interação com os temas em análise. Conforme Ruchkys *et al* (2012, p. 265) *o estudo das ciências naturais exclusivamente por meio de aulas tradicionais não contextualizadas, sem interação direta com os fenômenos naturais ou tecnológicos, deixa enorme lacuna na formação dos estudantes.*

As escolas públicas brasileiras ainda são deficientes em relação a instrumentos que possam auxiliar no processo de ensino. Devido à dimensão do país e as diferenças regionais o acesso a museus e centros de ciências, a aprendizagem torna-se quase inacessível para alguns estudantes. Kuhn (2016 pg 261) ressalta que

O Brasil é um país com grandes diferenças regionais e essas disparidades também se mostram claras quando se analisa o acesso aos instrumentos e ferramentas de popularização da ciência, tais como, coleções museológicas e feiras científicas. O contato com a ciência é com certeza uma forte ferramenta no processo educacional aproximando o objeto científico do cotidiano dos estudantes.

A realização de ações que democratizem a ciência possui papel fundamental para que ocorra uma melhora no ensino no Brasil. Ainda de acordo com Kuhn (2016, p. 268) *o acesso ao fóssil, ao artefato arqueológico ou ao material geológico permite transmitir para a população inúmeros conceitos sobre tempo, preservação ambiental, evolução da vida, história do planeta terra e utilização dos recursos naturais.*

A exposição realizada pelo projeto Educação e Geociências veio contribuir para a democratização do acesso à ciência, assim como teve como objetivo auxiliar os estudantes na compreensão acerca dos bens minerais, lixo tecnológico, reciclagem e os desafios do desenvolvimento sustentável.

METODOLOGIA

O trabalho desenvolveu uma revisão bibliográfica visando relacionar os diferentes bens minerais e a sua utilização na sociedade. Convencionando-se assim alguns parâmetros, como por exemplo, a classificação dos bens de consumo em “semiduráveis, não duráveis, duráveis, móveis e imóveis”. Nessa mesma linha, buscou-se levantar dados acerca da quantidade de substratos (rejeito e estéreis) que são produzidos para determinados processos minerários. Por exemplo, na baixada Cuiabana, para se lavar um

grama de ouro, se faz necessário em média a remoção de uma tonelada de estéril, *uma relação de 1 para 1 milhão*.

Por fim, fez-se também uma rápida revisão sobre o tempo geológico, de maneira a fundamentar o contexto histórico do surgimento dos minerais. Sendo assim, é possível fazer uma contextualização interessante sobre o surgimento, história, aplicações e importância dos bens minerais no contexto atual da sociedade.

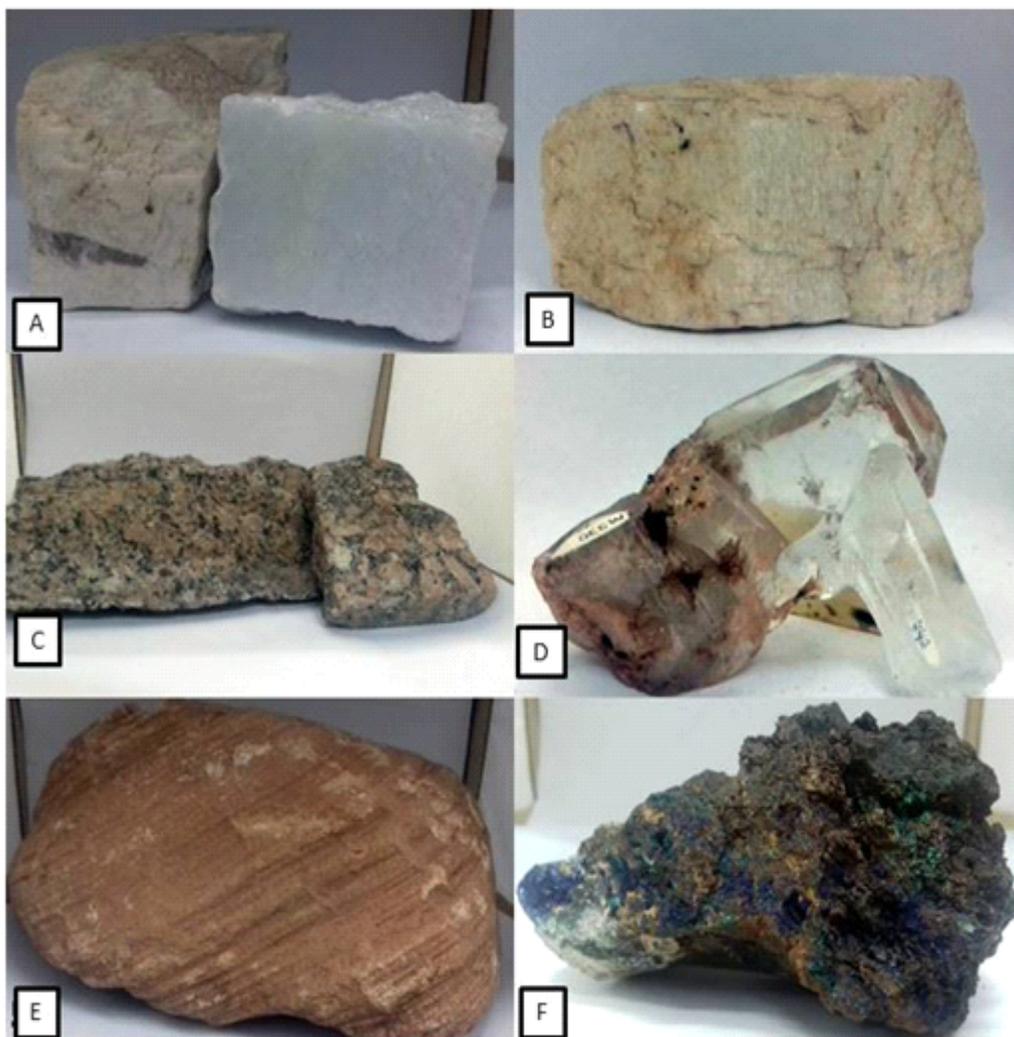


Figura 1: Algumas rochas e minerais utilizados nas exposições desenvolvidas, sendo elas: A) Mármore; B) Feldspato; C) Granito; D) Quartzo; E) Arenito; e F) Malaquita e Azurita.

O acervo utilizado na exposição (Figura 1) foi composto por rochas (Tabela I), minerais (Tabela II), fósseis e artefatos arqueológicos, disponibilizados pelo Museu de Rochas Minerais e Fósseis da Universidade Federal de Mato Grosso e pelo Museu de Pré-história Casa Dom Aquino. Como material de apoio, foram apresentados banners explicativos sobre o tempo geológico, processo de fossilização e um banner esquemático, mostrando alguns exemplos de itens que são usados no dia a dia e a quantidade de bens minerais utilizados em cada um destes. Todas as atividades desenvolvidas foram acompanhadas por

monitores, que realizavam a explicação de cada elemento que compunha o acervo.

Tabela I: tipos de rochas e alguns exemplos de como cada uma delas são usadas no dia-a-dia.

UTILIZAÇÃO	ROCHA	EXEMPLOS DE ONDE É UTILIZADO
Brita	Granito, basalto, calcário ou cascalho	Construção civil em geral e corretivo de solo.
Calcário	Dolomita ou Calcita	Construção civil em geral e corretivo de solo.
Rochas Ornamentais e de Revestimento	Granito, ardósia e outros	Pias, box de banheiros, pisos entre outros.

Tabela II: minerais utilizados para obtenção de bens minerais e alguns exemplos de como cada item é utilizado.

ELEMENTO	MINERAL	EXEMPLOS DE ONDE É UTILIZADO
Alumínio	Bauxita	Latinhas e equipamentos eletrônicos
Ferro	Magnetita ou hematita	Construção civil e fabricação de veículos
Chumbo	Galena	Fundição, tintas esoldas
Cobre	Azurita ou malaquita	Fios e equipamentos eletrônicos
Cromo	Cromita	ligas de aço
Magnésio	magnesita, brucita e olivina	indústrias farmacêutica, química e de refratários
Manganês	pirolusita ou rodocrosita	Aço e ligas de alumínio
Níquel	Garnerita ou pirrotita	produção de moedas
Silício	Quartzo	Vidro, fibra ótica
Zinco	Esfarelita	Ligas metálicas
Estanho	Cassiterita	Ligas metálicas e sais
Fosfato	Apatita	Corretivo de solo
Lítio	Lepdolita	Baterias
Potássio	Granito rapakivi ou outro	Corretivo de solo e células fotoelétricas.

RESULTADOS

O projeto realizou quatro exposições (Figura 2), que ocorreram na Escola Estadual Fernando Leite de Campo, no Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), na Escola Estadual Rafael de Siqueira e uma última exposição durante a semana de Engenharia do Instituto de Engenharia da Universidade Federal de Mato Grosso. Foi alcançado um público de cerca dois mil e quinhentos estudantes.

A exposição utilizou recursos visuais e auditivos, além de permitir o contato através do tato. Uma vez que os participantes puderam ver os materiais expostos e os banners explicativos (Figura 3), escutar a apresentação, desenvolvimento de um diálogo com os estudantes sobre os temas abordados, além de tocar os minerais e rochas.

O fato de existirem pequenas porcentagens de ouro em equipamentos eletrônicos chamou muita atenção dos estudantes. Causou mais surpresa ainda a quantidade de rocha que precisa ser extraída da natureza para que se obtenha um grama de ouro. Durante as apresentações sempre era perguntado quantos gramas as pessoas queriam em uma joia de ouro? Ou qual o peso das alianças ou colares que os estudantes tinham? Após isso, explicava-se que para se obter uma joia de 10 gramas de ouro, era preciso extrair da natureza 10 toneladas de rocha, ou seja, para gerar um grama de ouro se gera 999,99 Kg de rejeito.

Em todas as apresentações, buscou-se relacionar os minerais expostos com o dia-a-dia dos estudantes. Após abordar a utilização de cada mineral, era desenvolvido um diálogo sobre as relações de consumo e a necessidade de se desenvolver a reciclagem do lixo tecnológico. Pois, além de ser um desperdício de recurso natural ainda polui o meio ambiente.





Figura 2: Visita de estudantes na exposição realizada nas instituições de ensino: A) Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), B) Escola Estadual Rafael de Siqueira, e C) Escola Estadual Fernando Leite de Campo.

No decorrer das exposições, foi realizada a divulgação dos museus envolvidos no projeto, além de de um convite aos estudantes de Ensino Médio a conhecerem mais sobre os cursos de Geologia e Engenharia de Minas.



Figura 3: banners explicativos sobre o projeto, tempo geológico e a utilização de bens minerais no dia-a-dia.

DISCUSSÃO

A educação em geociências é uma necessidade da sociedade tecnológica para que se consiga construir um futuro sustentável. Para Ruchkyset al (2012, p. 269) *a divulgação do conhecimento geológico para crianças, quando o conteúdo de informações é bem apresentado, pode constituir uma possibilidade de maior entendimento e aproximação do homem com os recursos naturais.* Compreender a relação entre os conteúdos estudados e o meio

em que vivemos é fundamental.

Leff (2012) *aponta que o ensino precisa estimular as capacidades cognitivas, reflexivas e criativas dos educandos, sendo que isso se dá de melhor maneira por meio da integração dos conteúdos ministrados ao cotidiano, contexto social e de ambiente em que estão inseridos.* A compreensão sobre os processos do meio físico, os limites do planeta e temas como mineração e tempo geológico, não devem ficar restrito apenas a academia, pois para construção de uma sociedade sustentável é necessário que todos os indivíduos façam escolhas conscientes. Conforme Cidin& Silva (2004 p. 46)

É fundamental que se reconheça a existência de limites biológicos e físicos da natureza; parte principal da sustentabilidade, que haja concordância de onde estamos posicionados em relação a esses limites sendo possível, desta maneira, estabelecer direções a serem tomadas e que se entenda de que para se reduzirem os impactos de maneira igualitária, é preciso que o excesso e a falta encontrem o balanço; criando aqui, uma dimensão ética e social.

A exposição de rochas, minerais e fósseis pode ser utilizada por professores de química, física, história, geografia e biologia para debater, de forma interdisciplinar, acerca dos assuntos referentes ao meio físico e biológico, reações químicas, conceitos de física e questões como desenvolvimento social, utilização dos minerais em cada período humanidade, entre outros temas. Por exemplo, para Teixeira *et al* (2016, p. 70) *a Geografia ao relacionar as questões humanas e físicas e estudar a relação sociedade-natureza, estabelece-se uma abordagem importante, na compreensão pelos educandos, da relação dos indivíduos na configuração do meio ambiente e da importância da responsabilidade sobre os problemas ambientais.*

O Brasil precisa incorporar a educação em Geociências como conceito fundamental no processo de ensino. Para se corrigir essa deficiência, é necessário desenvolver materiais didáticos e realizar a formação complementar dos professores. Para Guimarães (2004, p. 92), *as deficiências na formação dos professores no que se refere ao conhecimento ambiental favorecem a utilização de informações desvinculadas do cotidiano dos alunos, por vezes tendenciosas, incompletas ou incorretas, obtidas não só nos livros, mas agora também por meios eletrônicos.* As informações básicas para a formação de um cidadão consciente devem ser adquiridas ao logo do ensino fundamental e médio. Conforme Guimarães (2004, p. 93) *a construção do padrão de referência do mundo físico pelo estudante, por meio da qual desenvolve habilidades e competências necessárias ao entendimento das interações no mundo físico tem que ser orientada por professores que detenham o domínio das Geociências.*

A relação entre a mineração e a sociedade deve ser abordada dentro da educação e geociências. Mas os impactos da mineração podem ser discutidos dentro de outros aspectos para além do ambiental, como por exemplo a relação entre essa atividade econômica e o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH dos municípios mineiros. Para Ibram (2014, p.) *a mineração reflete positivamente na qualidade de vida dos cidadãos. É pouco percebido pela população, por exemplo, que o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH dos municípios onde ocorreu a mineração é maior do que a média do IDH dos Estados onde se localizam e superior, também, a dos municípios onde não há essa atividade econômica.*

A falta de conhecimento sobre os bens minerais e o lixo tecnológico fica explícita quando se analisa

a política de destinação de resíduos no Brasil. A única normativa específica é a RESOLUÇÃO CONAMA nº 401 de 2008, que trata sobre a destinação de pilhas e baterias. Assim, é necessária a criação de uma cultura de reciclagem de lixo tecnológico. Afonso (2008) destaca que existem diferentes maneiras de enxergar um computador, por exemplo, pois este pode ser descrito como um conjunto de plástico (40%), metais (37%), eletrônicos (5%), borracha (1%), apontando, desse modo, para a utilização de diversos minerais no seu processo de fabricação. Buscou-se, no projeto, passar esta visão aos estudantes.

Ferreira & Ferreira (2008, p. 167) cita em seu trabalho a existência de diversos minerais encontrados em placas de computadores tais como: AG, AU, CD, CU, FE, K, MN, NA, NI ZN, PB, SI, AS, CA, SB, SE, SN. Ribeiro (2008) *apud* Ferreira & Ferreira (2008, p. 163) afirma que, no caso de computadores, a única parte que não atrai o interesse das recicladoras é a tela do monitor. As outras peças podem ser totalmente aproveitadas, muitas vezes compondo uma nova máquina. Menciona ainda que, hoje, 90% do lixo tecnológico podem ser reaproveitados, e algumas empresas já o fazem com margem razoável de lucro.

Um bom exemplo para o mundo são ações que o comitê responsável pelas olimpíadas de 2020, em Tóquio, tem traçado. Essas ações inovarão completamente no que diz respeito à produção das medalhas dos atletas, Pretende-se utilizar as “minas urbanas” do país, ou seja, a variedade gigantesca de aparelhos eletrônicos descartados e sem uso para produção das cobiçadas medalhas de ouro, prata e bronze. Será, então, a primeira vez que a confecção das medalhas será feita através do reaproveitamento de material.

A reciclagem de lixo eletrônico se apresenta como uma necessidade da humanidade. Conforme Ferreira & Ferreira (2008, p. 159) independente da visão do ser humano sobre a forma de reciclagem, ou seja, visando uma perspectiva de desafio ou oportunidade de lucro, é necessário que haja uma conscientização e posterior mudança de hábitos relacionados a toda a cadeia de fabricação, aquisição e descarte de aparelhos eletroeletrônicos.

A transição para uma sociedade sustentável, onde prevaleça a economia verde, passa pelo desenvolvimento de políticas eficientes de reciclagem e reaproveitamento de resíduos, além da melhoria da eficiência no processo de mineração, conforme Ibram (2014, p. 39)

Economia verde é aquela que propicia bem-estar humano e equidade social, ao mesmo tempo em que reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica. Neste contexto, a mineração é elemento-chave para este novo paradigma, visto que:1) Os metais e minerais têm capacidade comprovada de reciclagem contínua, diminuindo a pressão sobre o uso de recursos primários;2) Inovações tecnológicas que promovam eficiência energética somente são possíveis graças ao uso dos metais;3) A produção de tecnologias verdes de “alta performance”, como baterias híbridas e veículos elétricos, são dependentes do uso de novas tipologias minerais;4) O emprego alternativo de tipologias minerais em tecnologias inovadoras contribui para maior eficiência e menor consumo de energia;

A reciclagem é essencial para que haja uma sociedade sustentável, visto que recursos minerais são considerados recursos não renováveis (Villas Bôas, 2011, p. 48). Mas para que ocorra qualquer tipo de

mudança de hábito, é necessário o desenvolvimento de uma educação que permita analisar de forma integrada todos os temas abordados ao longo deste artigo.

CONCLUSÕES

É importante diversificar as práticas de ensino para atender às necessidades da sociedade de modo que os sujeitos se tornem capazes de analisar de forma coerente o meio, possibilitando a tomada de decisões conscientes. Os desafios são muitos, *o primeiro deles, o da sustentabilidade, visa a satisfazer as necessidades humanas no presente e no futuro sem destruir o nosso único meio: a capacidade da natureza em regenerar e absorver os resíduos* (CIDIN & SILVA, 2004, p. 46). Desta forma este trabalho conclui:

1. É preciso enxergar a dimensão da mineração para além da participação econômica de cerca de 5% PIB nacional (IBRAM, 2015);
2. As exposições itinerantes de minerais, rochas e fósseis possuem um potencial expressivo para ensino integrado de diversas disciplinas como física, química, biologia, geografia e história;
3. É impossível pensar a sociedade moderna sem a utilização de bens minerais;
4. As escolas devem debater sobre lixo tecnológico e seu potencial de reciclagem;
5. O ensino em geociências precisa ser melhor abordado no Ensino Médio e Fundamental para que o Brasil consiga os compromissos firmados no documento “Objetivos do Desenvolvimento Sustentável”.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o empenho do Prof. Me Carlos Elias Arminio Zampieri; Prof. Me Flávio Aparecido Da Costa Assumpção; Prof. Dr. Diogo Henrique Duarte Bezerra e dos discentes Lucas Steffens De Oliveira; Arnaldo Aparecido De Souza Martins; LunnaVezaro Moreira; Kamila Gomes Fernandes; Livia Halle Najm De Sá; Luiza Mendes Balboni; e Sthefani Melo Figueiredo membros da equipe do Projeto Educação e Geociências. Agradecemos também o apoio ao projeto da Coordenação de Cultura (CODEX) e do Museu de Rochas Minerais e Fósseis da Universidade Federal de Mato Grosso, do Museu de Pré-história Casa Dom Aquino e do Instituto Ecossistemas e Populações Tradicionais (ECOSS). Em nome de toda a equipe do projeto Educação e Geociências, apresentamos um agradecimento especial e uma homenagem *in memoriam* ao discente Bruno Henrique dos Reis Lima, estudante dedicado e também um grande amigo, que, infelizmente, nos deixou.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, J. C, **Semana de inclusão digital discute os 50 milhões de toneladas do lixo eletrônico**. Telebrasil, 2008. Disponível em: <http://www.telebrasil.org.br/artigos/outros_artigos.asp?m=725>. Acesso em 15 de fevereiro de 2017.

CidinR. da C. P. J., Silva R. S., **Pegada ecológica: instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural**; Estudos Geográficos, Rio Claro, 2(1):43-52, junho - 2004 (ISSN 1678—698X)

Ferreira J. M. de B., Ferreira A. C., **A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica**; Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, Vol. III, N°. 3, Ano de 2008

Filho J. B., **A Utilização de Substâncias Minerais pelos Povos Indígenas. Breves Comentários**; Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ Volume 22 / 1999, pg. 99-104

GUIMARÃES E. M., **A contribuição da geologia na construção de um padrão de referência do mundo físico na educação básica**; Revista Brasileira de Geociências; 34(1):87-94, março de 2004

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **A indústria da mineração - para o desenvolvimento do Brasil e a promoção da qualidade de vida do brasileiro**; Profissionais do texto, Dezembro de 2014, 73p.

Kuhn C. E. S., **Ensino de geociência: exposições itinerantes como ferramenta educacional**, Revista Educação, Cultura e sociedade, Sinop/MT/Brasil, v. 6, n. 1, p. 261-274, jan./jun. 2016."

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 9 ed. Petrópolis (RJ): Vozes, 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2002000100010> Acesso 28 de fevereiro de 2017.

LEI N° 9.394, Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, Publicada em 20 de dezembro de 1996.

Lopes J. L. de S., Fernandes F. H. R., **Análise das aulas de campo do curso de geografia da ufc entre 2004 a 2013**; Geosaberes, Fortaleza, v. 7, n. 13, p. 51-66, jul. / dez. 2016.

Lorenzo, M, *A importância da mineração para o desenvolvimento de uma sociedade*. Geo Explorer Consultoria – Londrina -PR, 2015. Disponível em: <<http://www.geoexplorerconsultoria.com/a-importancia-da-mineracao>>. Acesso em 15 de março de 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. RESOLUÇÃO n° 401, de 4 de novembro de 2008, Publicada no DOU n° 215, de 5 de novembro de 2008, Seção 1, página 108-109

RUCHKYS Ú. A., Machado M. M. M., & Cachão M., *Programa Rocha Amiga, Iniciativas para Crianças do Ensino Fundamental no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais - Brasil*; Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 35 - 1 / 2012 p.261-270

SANTOS G. R. B. *A disciplina geociências na formação de técnicos ambientais : prospecção de práticas pedagógicas / Dissertação, Instituto de Geociências.- Campinas, SP : [s.n.], 2011.*"

SIGNORETTI V. V, *As Geociências na era da informação e a proposta curricular de Geografia no ensino fundamental*; Instituto de Geociências/UNICAMP, dissertação, Campinas,SP.: [s.n.], 2009."

SILVA G. J. A., Romero M. A. B; *Cidades sustentáveis: uma nova condição urbana a partir de estudos aplicados a Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, Brasil; Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 253-266, jul./set. 2013.

TEIXEIRA N. F. F, Silva E. V, Moura P. E. F.; *Educação ambiental aliada ao ensino de geografia na educação de jovens e adultos-eja*; Geosaberes, Fortaleza, v. 7, n. 13, p. 67-76, jul. / dez. 2016."

VILLAS BÔAS H. C., *A indústria extrativa mineral e a transição para o desenvolvimento sustentável*. - Rio de Janeiro: CETEM / MCT / CNPq / 2011."