



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS**  
**UNIDADE ARAXÁ**  
**DEPARTAMENTO DE MINAS E CONSTRUÇÃO CIVIL**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS**

**INTRODUÇÃO DE GEOCIÊNCIAS NO ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DE**  
**OFICINAS PEDAGÓGICAS DE MINERAÇÃO**

**WANE APARECIDA DE SOUZA**

**ORIENTADOR:**

**FRANCISCO DE CASTRO VALENTE NETO**

**CO-ORIENTADOR:**

**MSc. ALEXANDER MARTIN SILVEIRA GIMENEZ**

**ARAXÁ**

**2016**

S725i Souza, Wane Aparecida de.

Introdução de geociências no ensino médio através de oficinas pedagógicas de mineração / Wane Aparecida de Souza. -- 2016.

48 f.: il.

Orientador: Prof. Francisco de Castro Valente Neto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas) -- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2016.

1. Geociências. 2. Educação. I. Neto, Francisco de Castro Valente. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título.

CDU: 55+37

WANE APARECIDA DE SOUZA

INTRODUÇÃO DE GEOCIÊNCIAS NO ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DE OFICINAS  
PEDAGÓGICAS DE MINERAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Centro de Educação  
Tecnológica de Minas Gerais, Unidade  
Araxá, como requisito parcial para obtenção  
do título de Engenheira de Minas.

Data de aprovação: 12/08/2016

Banca Examinadora:

---

Prof. Especialista – Francisco de Castro Valente Neto – CEFET/ARAXÁ  
Orientador

---

MSc. Alexander Martin Silveira Gimenez – CEFET/ARAXÁ  
Co-orientador

---

MSc. Leandro Henrique Santos – CEFET/ARAXÁ

---

Dra. Lúcia Castanheira de Moraes

A meu companheiro e meus pais que, enquanto empreendi sangue, suor e lágrimas, cobriram-me de bênçãos e apoio.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, meu pai Antonio, minha mãe Margarida e meu companheiro Alex, pelo presente da jornada, pelas mãos que não me deixam cair quando tropeço e pelas bênçãos iluminadoras.

Aos professores pelo olhar diferenciado ao compartilhar conhecimento no decorrer desse curso de graduação, concluído no prazo estabelecido e com a sensação de missão cumprida.

A todos os meus colegas agradeço a convivência da jornada, mas alguns merecem meu muito obrigado pelo socorro nas horas de grande dificuldade na caminhada.

Ao meu co-orientador Alexander que apresentou a ideia do trabalho, a motivação para desenvolver a pesquisa, a compreensão frente aos obstáculos e o desejo por nosso sucesso.

Ao meu orientador Francisco (Chico) pela aceitação imediata de parceria nesta empreitada e aos membros da banca examinadora Leandro e Lucia pela disponibilidade em comungar a semente da educação.

À direção da escola pelo espaço de realização da oficina e aos meus alunos pela participação na pesquisa.

Grata a todos.

Às 11h havia uma bactéria na garrafa e às 12h a garrafa estava totalmente cheia. Às 11h59 metade da garrafa estava cheia. Se você fosse uma bactéria, que horas notaria que o espaço estava acabando? Adaptado de Albert Allen Bartlett (2000), ex-professor de Física da Universidade do Colorado.

## RESUMO

A gestão sustentável dos recursos naturais passa pela compreensão da interdependência dos ambientes bio-geológicos. Ao mesmo tempo a Geologia é uma ciência fundamental para a compreensão dessa interdependência. Reconhecida a necessidade do ensino de temas geocientíficos na Educação Básica, indica-se que aconteça de forma interdisciplinar e com uso de estratégias pedagógicas apropriadas. Este trabalho objetiva demonstrar a viabilidade de disseminar conhecimentos geocientíficos voltados à mineração para alunos de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública, segundo uma perspectiva interdisciplinar. Toma a Biologia como ponto de partida e faz uso de estratégias como oficina pedagógica e recursos didáticos. Os resultados da análise do questionário aplicado aos alunos revelaram que para dois terços deles os temas voltados à mineração foram interessantes ou muito interessantes e os recursos utilizados de muito boa qualidade. As atividades mais sugeridas para estudar o tema são visitas a museus e mineradoras, realização de feiras de ciências e de experimentos. A conclusão é que há viabilidade na introdução interdisciplinar de assuntos de mineração no Ensino Médio.

**Palavras-Chave:** geociências, educação, oficinas pedagógicas, mineração.

## ABSTRACT

Sustainable management of natural resources involves the understanding of interdependence of bio-geological environments. Parallel, geology is a fundamental science for the understanding of this interdependence. Recognized the need for teaching geoscientific issues in basic education, it indicates that happens in an interdisciplinary way and with the use of appropriate teaching strategies. This work aims to demonstrate the feasibility of disseminating geoscientific knowledge focused on mining for students of 1st year of high school in a public school, in an interdisciplinary perspective. Take Biology as a starting point and makes use of strategies such as educational workshop and teaching resources. The questionnaire analysis results applied to the students revealed that for two-thirds of them the themes related to mining were interesting or very interesting and the resources used to very good quality. Students also consider visits to museums and mining companies, fairs and science experiments as more interesting activities to study the subject. The conclusion is that there is viability in interdisciplinary introduction of mining issues in high school.

**Keywords:** Earth Sciences, education, pedagogical workshop, mining.

## ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Convite da Oficina Pedagógica de Mineração. ....	29
Figura 2 - Kits de minerais da oficina. ....	30
Figura 3 - Réplicas de fósseis da oficina. ....	31
Figura 4 - Alunos preenchendo o questionário. ....	32
Figura 5 - Interesses trabalhistas da família e dos alunos no setor de mineração. ....	34
Figura 6 - Efeitos da mineração no município de Araxá. ....	35
Figura 7 - Motivação dos alunos para a participação na Oficina Pedagógica de Mineração. ....	37
Figura 8 - Oficina de minerais. ....	38
Figura 9 - Oficina de fósseis. ....	38
Figura 10 - Grau de interesse dos alunos pelos temas abordados na oficina. ....	39
Figura 11 - Qualidade dos recursos didáticos utilizados na oficina. ....	40
Figura 12 - Disciplinas indicadas para ensinar conteúdos sobre mineração. ....	41
Figura 13 - Atividades sugeridas para estudar temas de mineração. ....	42



## TABELAS

Tabela 1 - Cronograma nacional de ações de construção da BNCC .....	19
Tabela 2 - Valores de arrecadação da CFEM em Araxá.....	27
Tabela 3 - Discentes da E.E. Prof. Luiz Antônio Corrêa de Oliveira em 2016.....	29

## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

- BNCC - Base Nacional Comum Curricular
- CBMM - Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
- CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
- CFEM - Compensação Financeira por Exploração Mineral
- Consed - Conselho Nacional de Secretários de Educação
- DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
- ENEM - Exame Nacional para o Ensino Médio
- IPDSA - Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Araxá
- LDBEN - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
- MEC - Ministério da Educação
- PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais
- PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
- PNE - Plano Nacional de Educação
- SBG - Sociedade Brasileira de Geologia
- Undime - União dos Dirigentes Municipais de Educação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
	1.1 Contextualização e justificativa .....	1
	1.2 Objetivos .....	3
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
	2.1 A relevância das geociências .....	4
	2.2 A necessidade e a realidade da inserção interdisciplinar das geociências na educação básica .....	6
	2.2.1 Parâmetros curriculares nacionais .....	6
	2.2.2 Biologia: a interdisciplinaridade e o homem como agente bio-geológico .....	10
	2.2.3 Docentes e livros didáticos .....	14
	2.2.4 O agora: a base nacional comum curricular .....	18
	2.2.5 BNCC, biologia e geociências .....	20
	2.3 Oficinas pedagógicas e recursos didáticos: estratégias de conhecimentos de geociências .....	21
	2.4 A mineração em Araxá .....	24
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
	4.1 Perfil dos alunos da oficina pedagógica de mineração .....	33
	4.2 Percepção dos alunos sobre mineração .....	33
	4.3 Oficina pedagógica de mineração .....	36
	4.4 Estudo de temas de mineração na escola .....	40
	4.5 Motivação e aplicação de conhecimentos pós-oficina .....	41
	4.6 Sugestões de estudos sobre mineração .....	42
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>SUGESTÕES</b> .....	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>47</b>
	<b>APÊNDICE A</b>	
	<b>APÊNDICE B</b>	
	<b>APÊNDICE C</b>	

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A Geologia é uma das ciências representativas das Geociências, já que estuda a origem e formação do planeta Terra. Este conhecimento é útil ao suprimento das necessidades básicas da sociedade, pois uma das finalidades mais importantes das Geociências é atender a demandas por soluções aos problemas ambientais ocasionados pelo uso demasiado e desperdício de recursos naturais. As Geociências ou Ciências da Terra obrigatoriamente influenciam no cotidiano humano ao mesmo tempo em que seus conhecimentos são construídos e traduzidos pelas sociedades, pois o homem é capaz de transformar a superfície do planeta em velocidades maiores que muitos processos naturais.

No Brasil a discussão sobre a necessidade da inserção de temas relacionados às Geociências na Educação Básica vem se fortalecendo. É possível encontrar conteúdos relacionados às Geociências nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em disciplinas<sup>1</sup> do Ensino Fundamental e Médio, sistematizados respectivamente em conteúdos de Ciências Naturais e Ciências da Natureza, com destaque para Biologia, Geografia e Química. Apesar dos conteúdos geocientíficos estarem presentes nos currículos escolares atuais, é praticamente impossível abordá-los de forma adequada, considerando que o tema é indicado ser interdisciplinar, o que prejudica a abordagem sem a preparação do professor, e por não possuir estratégias pedagógicas e recursos didáticos apropriados.

Este trabalho abordou a divulgação de conhecimentos geocientíficos voltados à mineração, realizado com alunos de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública interessados pelo tema, dentro de uma perspectiva interdisciplinar que toma a Biologia como ponto de partida e valendo-se de oficinas e recursos didáticos como estratégia pedagógica.

---

<sup>1</sup> Termo de eufemismo para “componentes curriculares”.

O foco em conhecimentos de mineração deve-se ao fato de esta atividade ser o alicerce do desenvolvimento econômico de Araxá/MG. A escolha do público alvo, composto por alunos do 1º ano do Ensino Médio, estudantes que não fazem outros cursos profissionalizantes ligados à mineração, explica-se pela intenção em disseminar conhecimentos interdisciplinares de geociências propondo uma realidade escolar menos impregnada pelas amarras do ensino feito por grande número de disciplinas isoladas, característica marcante da educação dos três anos de Ensino Médio.

A escolha da Biologia como disciplina condutora dos temas de Geociências justifica-se pelo fato de que a professora, responsável pela execução deste trabalho de pesquisa mediado pela Oficina Pedagógica de Mineração, leciona esta disciplina a alunos do Ensino Médio ao mesmo tempo em que cursa Engenharia de Minas. Portanto, evidencia-se a crença de que a Biologia e a Engenharia de Minas são ciências que têm conhecimentos comuns, caso do aproveitamento de recursos minerais e fósseis, que devem se comunicar interdisciplinarmente.

O estudo por meio de oficina pedagógica é uma estratégia oportuna para vivenciar situações concretas e significativas, com apropriação, construção e produção de conhecimentos teóricos e práticos, de forma ativa e analítica, do município de residência. Os recursos didáticos utilizados – kits de minerais e réplicas de fósseis – buscam chamar a atenção dos alunos para o tema Geociências atuando como mediadores entre os conhecimentos e o ambiente de vivência.

O levantamento dos dados para determinar a qualidade e as contribuições da Oficina Pedagógica e dos recursos didáticos utilizados na disseminação de conhecimentos sobre a mineração dá-se pela aplicação e posterior análise de um questionário (Apêndice A) aos alunos.

Os conhecimentos em Geociências oferecem condições de pensar a realidade de forma complexa e crítica, em diferentes escalas de tempo e espaço, o que permite a compreensão dos processos de uso dos recursos naturais pelos alunos.

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é demonstrar a viabilidade e pertinência na disseminação de conhecimentos de Geociências no Ensino Médio através da divulgação de temas de mineração em oficina pedagógica.

Os objetivos específicos são:

- ✓ Discutir a importância da inserção dos temas de Geociências nas disciplinas do Ensino Médio.
- ✓ Incentivar o ensino-aprendizagem de Geociências focado em temas de mineração, tratados em oficina pedagógica.
- ✓ Avaliar a qualidade e eficiência das estratégias e dos recursos utilizados na divulgação de temas de mineração.
- ✓ Apresentar contribuições do uso de recursos didáticos em estudos interdisciplinares e na motivação para a escolha de possíveis cursos relacionados a Geociências pelos estudantes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A RELEVÂNCIA DAS GEOCIÊNCIAS

Os termos Geociências ou Ciências da Terra são aplicados às ciências relacionadas com o estudo do planeta Terra e sua dinâmica. São as ciências que consideram os principais componentes da Terra, oceanos, rochas, solos, ar, seres vivos, entre outros. Estas ciências aplicam conhecimentos da Física, Geografia, Matemática, Química, História e Biologia de modo a construir um conhecimento quantitativo das principais áreas ou esferas do sistema Terra. Considera-se que o sistema terrestre pode ser dividido em quatro geoesferas – litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera – cujo relacionamento criou ambientes que permitiram o surgimento, o desenvolvimento e a sustentação da vida (Barros 2011).

De acordo com Piranha & Carneiro (2009), as Ciências da Terra oferecem mais um modelo de pensamento para lidar com as realidades que enfrentamos na nossa vida pública e pessoal, por meio de um método diferente de raciocínio, que é mais deliberativo do que simplesmente de cálculo, mais interpretativo do que puramente factual, e mais histórico do que experimental.

“As Geociências têm como principal objetivo entender os processos que regem a dinâmica do planeta Terra e suas implicações nos fenômenos observados no ambiente onde vivemos” (Bourotte *et al.* 2014). O campo de estudos das Geociências trabalha sob uma perspectiva histórica, interpretativa e de modo interdisciplinar, a partir do momento que infere sobre o passado e constrói um raciocínio mais complexo partindo do efeito para a causa, e com isso, mobilizando muitos conhecimentos. O espaço e o tempo, em intervalos mais amplos, conferem um papel significativo nesse pensamento, além da relação local/global aparecer como ponto chave do pensamento geocientífico (Finco-Maidame; Finco-Maidame & Silva; Silva & Hornink 2011).

De acordo com Potapova (1968), a Geologia é “tomada no seu sentido mais amplo, como a mais ampla ciência do planeta”. Sua tarefa é estudar a história da

Terra como um todo, suas várias esferas, camadas ou estratos e núcleo. A Geologia apresenta, de um lado, características das ciências da natureza, e, de outro, características das ciências históricas. Os processos da Geologia são de natureza física, química e biológica, e se desenvolvem numa variada escala de tempo e de espaço. Esses processos, por se darem na natureza e não em laboratórios onde as variáveis podem ser controladas, caracterizam-se por formar sistemas abertos, nos quais se pode constatar que uma grande quantidade de variáveis se relacionam, ao longo do tempo e do espaço, envolvendo causalidades complexas.

A complexidade das atividades humanas associadas à dinâmica do sistema terrestre determinam que as questões geocientíficas passem a integrar o corpo de conhecimentos básicos que uma pessoa deveria possuir, para exercer, ao longo de sua vida, aquilo que se entende por cidadania responsável e consequente. “A educação em Geociências promove uma visão global da Terra como um sistema aberto e dinâmico, abrangendo outros subsistemas terrestres perpassados por ciclos e fluxos de matéria e energia” (Galvão 2010).

Para Bourotte *et al.* (2014) a ideia de que os materiais terrestres são o resultado de uma história evolutiva do planeta, tanto quanto a própria evolução da vida, é algo distante da realidade da maioria das pessoas. Assim, o desafio é transformar a visão estática da população de que o planeta Terra é composto por um meio biótico, seres vivos e um meio abiótico sem vida, para uma concepção do Sistema Terra, no qual há um meio biológico e um meio físico, em que os ciclos terrestres mantêm a dinâmica de processos que permitiram o estabelecimento da vida no planeta. De forma semelhante, Garcia *et al.* (2014) defendem que a compreensão das mudanças que ocorrem no planeta, derivadas dos processos que envolvem a dinâmica terrestre e advindas da ação antrópica interferindo nesses processos, influenciam a maneira como vivemos. Assim, desenvolver cidadão crítico, que atua sobre o sistema Terra e compreende as consequências de sua atuação, envolve o estímulo aos estudos em Ciências da Terra, enfatizando a importância da Geologia/Geociências na formação da consciência ambiental para a preservação da natureza.



Carneiro *et al.* (2004), consideram que conhecimentos técnicos específicos em Geociências são necessários na formação dos mais diversos profissionais, como biólogos, engenheiros e arquitetos e, para o desenvolvimento de suas atividades, estes precisam ter uma razoável noção sobre Geologia e dos diversos materiais encontrados na Terra.

Compiani (2005) afirma que “no rumo de um conhecimento escolar mais contextualizado, a Geologia tem grande contribuição para o ensino de Ciências e educação ambiental, pois é uma ciência histórica da natureza”.

Carneiro *et al.* (2004) defendem e descrevem dez razões pelas quais a Educação Básica pode ser beneficiada com a inserção dos temas de Geociências. Em relação aos conteúdos ministrados na Educação Básica, referente aos recursos naturais, esse assunto é apresentado ao estudante com o objetivo de servir às indústrias (aspectos econômicos), excluindo, de certo modo, a possibilidade da compreensão de que esses recursos são limitados e seus processos de formação e armazenamento jamais serão reproduzidos pelo homem. Além disso, as consequências da inadequada exploração e descarte de resíduos provocam desequilíbrio ambiental de difícil domínio da sociedade. Há necessidade das Geociências na escola básica brasileira, na intenção de auxiliar na formação de pessoas mais bem informadas dessa dinâmica planetária, no sentido de se perceberem como parte dela, e parte de suas transformações históricas.

## **2.2 A NECESSIDADE E A REALIDADE DA INSERÇÃO INTERDISCIPLINAR DAS GEOCIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

### **2.2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais**

É incumbência da Educação Básica, em todos os seus níveis e obedecendo às diretrizes educacionais, a formação cidadã sendo, por exemplo, responsável pela difusão de uma cultura geocientífica que permita trazer o mundo real para a sala de aula e transportar os conhecimentos da sala de aula para a realidade. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), promulgada em 20 de dezembro de 1996, define como finalidade da educação (Art. 2º) “o pleno desenvolvimento do

educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”.

Os PCN – implementados pelo Ministério da Educação (1998; 2002) – constituem mecanismo de defesa dos princípios estabelecidos na LDBEN, devendo: (a) contribuir para o processo de elaboração e desenvolvimento dos projetos educativos e (b) exercer função de orientação aos professores para os objetivos da Educação Básica como dar significado ao conhecimento escolar; contextualizar os conhecimentos e valorizar a interdisciplinaridade. Os PCN, ao difundirem os princípios da LDBEN e ao nortear o professor, conferem à Educação Básica a responsabilidade pelo desenvolvimento de competências e habilidades para o exercício da cidadania. Esse desenvolvimento deve se dar através do estudo contextualizado, levando em consideração as condições locais e a participação ativa dos estudantes.

O estudo das Ciências, de acordo com os PCN da Educação Básica, compreende as áreas de “Ciências Naturais” no Ensino Fundamental e “Ciências da Natureza” no Ensino Médio. As Ciências Naturais objetivam que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimento de natureza científica e tecnológica. As Ciências da Natureza envolvem a articulação interdisciplinar das disciplinas de Biologia, Física, Química e Matemática, propiciada por várias circunstâncias, dentre as quais se destacam os conteúdos tecnológicos e práticos, já presentes junto a cada disciplina, mas particularmente apropriados para serem tratados desde uma perspectiva integradora.

Para o Ensino Médio, os objetivos “em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo” (Brasil 2002a). Os objetivos explicitamente atribuídos às Ciências da Natureza incluem compreendê-las como construções humanas e a relação entre o conhecimento científico-tecnológico e a

vida social e produtiva. Esses objetivos, compatíveis com valores e atitudes que se pretende desenvolver, podem ser agrupados por competências e habilidades em três categorias: investigação e compreensão científica e tecnológica, representação e comunicação, contextualização sociocultural e histórica da ciência e da tecnologia.

Toledo (2005) destaca que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) consideram Biologia, Física, Química, Geografia, História e Filosofia como campos do conhecimento que cooperam para o estudo da dinâmica ambiental, possibilitando ao aluno relacionar conceitos aprendidos nessas disciplinas, numa conceituação mais ampla de ecossistema. A autora também sinaliza a inexistência, na Educação Básica, de disciplina voltada para Geociências (ou Geologia), desde que História Natural, nos anos 1960, foi substituída pela disciplina de Biologia. Para as Ciências da Natureza, os PCNEM sustentam que “assuntos relacionados a outras Ciências, como Geologia e Astronomia, serão tratados em Biologia, Física e Química, no contexto interdisciplinar que preside o ensino de cada disciplina e o do seu conjunto” (Brasil 2002a).

O ensino de Ciências da Natureza tem sido frequentemente conduzido de forma desinteressante e pouco compreensível. As teorias científicas, por sua complexidade e alto nível de abstração, não são passíveis de comunicação direta aos alunos do Ensino Fundamental e Médio (Brasil 1998; 2002a; 2002b). Por isso, “uma das características dos PCN é a flexibilização dos currículos, nos quais os conteúdos são apresentados a título de orientação e cuja implementação depende do projeto pedagógico de cada escola” (Guimarães 2004). O ensino de Ciências da Natureza requer adequação e seleção de conteúdo, pois não é mesmo possível ensinar o conjunto de conhecimentos científicos acumulados por meio de definições e classificações estanques que acabam sendo “decoradas” pelo estudante, contrariando as principais concepções de aprendizagem humana, como, por exemplo, aquela que a compreende como construção de significados pelo sujeito da aprendizagem (Brasil, 1998; 2002a).

Guimarães (2004) cita os assuntos relacionados com a Geologia presentes em cada uma das disciplinas, citados nos PCN: a) Biologia: contribuições da

Geologia e da Paleontologia para a compreensão da origem e da evolução da vida na Terra, fazendo-se referência à composição da atmosfera e dos mares primitivos; escala de tempo geológico; configuração das águas e continentes, formas de vida que marcam cada período e era geológica, referindo-se também às extinções. b) Química: transformação química de alguns materiais naturais, para obtenção de objetos e de energia, para a utilização humana; compreensão da interação do ser humano com a atmosfera, da sua origem, de como permitiu a manutenção de vida na Terra, da importância tanto como matéria-prima, quanto da sua poluição. c) Física: origem do Sistema Solar e da Terra; escalas de dimensões desde cósmicas até atômicas e às transformações de energia.

O estudo da Natureza de forma integrada e interdisciplinar é inerente às Geociências. Como ciência natural que investiga a Terra, a Geologia tem por objeto de estudo os materiais inorgânicos naturais e orgânicos fósseis, as formas de energia que os produzem e os transformam, bem como as suas relações espaço-temporais. Mais do que um acervo de informações relativas à Terra a ser apresentado ao estudante, a Geologia forma esquemas cognitivos para a compreensão da Natureza. Estudos a partir das geoesferas são apropriados para aprofundar a interdisciplinaridade, pois o entendimento da participação de cada um desses temas requer não só o conhecimento específico, mas os resultados das interações entre os conhecimentos químicos, físicos, biológicos e geológicos (Guimarães 2004). A Geologia, integrando os conhecimentos da Química, da Física, da Biologia, da Matemática e mesmo das Ciências Humanas, contribui para o conhecimento e a representação do geoambiente e fornece as bases para a compreensão do contexto sociocultural.

Carneiro *et al.* (2004) ponderam que no Brasil a vivência de uma cultura geológica nos alunos que completam a Educação Básica (níveis de Ensino Fundamental e Médio) e tentam ingressar na Educação Superior é incipiente. As noções de Geologia e Geociências dispersam-se no currículo sob vários títulos, claramente subordinados a abordagens específicas das ciências apontadas pelos PCNEM, faltando uma ordenação capaz de explicar a Terra em conjunto, desde sua

constituição, origem e evolução, fenômenos interiores e superficiais, as interações das geoesferas e as profundas e diversificadas relações entre meio físico e seres vivos, o que não contribui para a formação de uma noção do ciclo global da natureza. Garcia *et al.* (2014) reforçam esta conclusão relatando que os conteúdos relacionados à Geologia são tratados superficialmente em sala de aula, apenas vistos quando relacionados ao tema ar, água e solo. Questões evolutivas que envolvem os processos e a dinâmica terrestre são pouco aprofundadas pelos professores, que também não apresentam formação adequada para que sejam abordados de forma abrangente. Ainda prevalece a “cultura disciplinar” nas escolas que trata as geoesferas de forma separada nas diferentes disciplinas e com pesos distintos quanto à gestão dos recursos naturais, apesar de ser clara a relação do meio geológico como suporte para os sistemas ecológicos.

### **2.2.2 Biologia: a interdisciplinaridade e o homem como agente bio-geológico**

Nas últimas décadas com o avanço do conhecimento científico, novas disciplinas surgiram acentuando a fragmentação dos estudos. Contudo, um caminho para a diminuição dessa fragmentação do conhecimento seria uma maior interação entre os cientistas/educadores/professores, não que estes abandonem a especialização, mas que sejam profissionais que exercitam a inteligência coletiva. O resultado das discussões temáticas, que vários especialistas, em diferentes áreas, passariam a ter, apoiaria a elaboração de novos conhecimentos e métodos abrangentes e unificadores. A inteligência coletiva seria responsável por amenizar o efeito da especialização e da fragmentação do conhecimento. Mas para que ocorra essa inteligência coletiva, há a necessidade de uma interação entre os profissionais das várias áreas do conhecimento, com estudos interdisciplinares, multidisciplinares e transdisciplinares.

Segundo Galvão & Finco (2009) a interdisciplinaridade é caracterizada pela interação de diferentes disciplinas com o objetivo de resolver um problema temático. Um problema é o ponto de partida na interdisciplinaridade, o que contribui para produzir uma nova disciplina, oriunda da fusão de técnicas e métodos, e conseqüentemente faz surgir novos conhecimentos. Ainda de acordo com os

autores, o termo interdisciplinaridade nasceu da tomada de consciência de que a abordagem do mundo, por meio de uma disciplina particular, é parcial e em geral muito estreita. Para se estudar uma determinada questão do cotidiano, é necessária uma multiplicidade de enfoques. Espera-se que uma abordagem interdisciplinar não crie uma superciência, mas que construa uma nova representação do problema, que será mais universal.

Quanto aos estudos multidisciplinares ou pluridisciplinares, estes não se preocupam em produzir novos objetos de estudos, e sim em aprimorá-los, onde cada disciplina contribui isoladamente para uma melhor compreensão. Já os estudos transdisciplinares envolvem a utilização de técnicas e métodos unificados, resultado da articulação de diferentes áreas do conhecimento, o que pode gerar outra disciplina ou permanecer em uma zona livre de articulações entre mais de uma disciplina, dando a liberdade, a cada uma de alterar as suas técnicas e métodos em relação à pesquisa. Portanto, de acordo com essa visão, as Geociências é uma ciência transdisciplinar, que se utiliza de instrumentos de outras disciplinas e transita por elas, sem dominá-las totalmente.

Mesmo que os limites e as aplicações dos três termos não sejam fáceis de estabelecer e gerem alguma confusão, é contundente que todos vão contra o estudo disciplinar, que limita as interações e o conhecimento mais amplo das ciências. Na busca do entendimento e das explicações, deve-se ultrapassar a fronteira de uma ciência e adentrar em outra.

A interdisciplinaridade não elimina nem desqualifica a disciplinaridade, a primeira depende da existência da segunda, uma vez que as propostas interdisciplinares surgem e desenvolvem-se baseadas nas múltiplas disciplinas. E quanto maior o grau de desenvolvimento de uma área do conhecimento, melhores serão as colaborações na interação com outras áreas, desde que exista a valorização do diálogo entre elas.

Discursos sobre ambiente são produzidos por diversas ciências, como a Biologia que tem como objeto de estudo principal o ambiente vivo, e as geociências,

entre elas, a Geografia e a Geologia. Ao mesmo tempo em que os discursos conceituam, eles também criam novos significados para as relações homem/natureza, ciências humanas/ciências naturais, homem/ambiente, relações entre sociedade, ciência, tecnologia e ambiente (Barros 2011). E é na interação ambiente vivo e físico da Terra que se encontram e até se fundem os interesses da Biologia com as Geociências, abalizando a interdisciplinaridade dessas ciências.

A proposta de assuntos relacionados ao universo, a Terra e o ambiente, contida nos PCN de Ciências da Natureza, dá margem à inserção e priorização na Biologia do desenvolvimento de habilidades e competências de busca e organização de informações, investigação de diferentes explicações sobre fenômenos naturais, contribuições da Geologia e da Paleontologia para a compreensão da origem e da evolução da vida, origem do Sistema Solar e da Terra, as geoesferas e suas relações com a biosfera.

Carneiro *et al.* (2004) advertem que “é urgente atualizar todo o professorado que lida com as Ciências Naturais e com a Geografia, para que não deixem de apresentar os tópicos de Geologia/Geociências quando for o caso, e que o façam sem fragmentação, com exatidão e dentro da visão moderna das Ciências da Terra”. A inserção dos temas geocientíficos pode contribuir para a construção de uma estratégia de aprendizado significativa, em uma proposta interdisciplinar, na formação de indivíduos críticos e no desenvolvimento da cidadania.

O estudo interdisciplinar das Ciências da Natureza, transposto da teoria para atividades práticas de laboratório, de campo e oficinas, desenvolve no estudante a habilidade de registrar, caracterizar, relacionar evidências, criar modelos e compará-los com outros já existentes (Compiani 2005), favorecendo a adoção de novas atitudes e valores, ajudando o aluno a avaliar ações de interferência, ocupação e uso do ambiente, conectando o que já aprendeu com a realidade vivenciada.

Conforme Silva & Hornink (2011), o conhecimento interdisciplinar da Geologia e da Biologia “possibilita ao homem compreender-se como agente responsável e atuante no planeta Terra ou, o homem como agente bio-geológico”. Nessa

perspectiva, o homem é inserido na natureza, mas sua inserção é marcada por complexas transformações ambientais. Dentre elas, podemos citar o grande consumo de recursos não renováveis e a geração de grande quantidade de rejeitos gerados por conta de um modo de vida consumista e a própria alteração nos ciclos biogeoquímicos, decorrentes dessas relações.

Carneiro *et al.* (2004) acreditam que certa base geológica, que vai além da ideia de sustentabilidade, é necessária para tratar de temas como ocupação e apropriação do espaço natural, sua utilização ou construção sobre ele, o emprego de recursos naturais, sua transformação ou sua conservação e, finalmente, a interação dos seres vivos com o meio natural. Tais atividades surgem no dia-a-dia de diversas ocupações profissionais, como os engenheiros, biólogos, arquitetos, hidrólogos, hidrogeólogos, geógrafos, ecólogos e outros.

Os processos biológicos são estudados considerando o homem como agente central das transformações no meio, uma vez que a dinâmica complexa da vida é produto das constantes interações entre os elementos. Porém, no ensino não é comum enxergar o homem como agente geológico, uma vez que, em geral, o ser humano encontra-se desconectado dos estudos relativos às ciências geológicas. Por exemplo, as novas coberturas pedológicas e as novas formações geológicas, que se encontram em processo de geração, são profundamente influenciadas pela ação humana, que está se tornando o mais recente e poderoso agente geológico do planeta. O homem é um agente bio-geológico na medida em que as consequências de suas atividades sobre o meio ambiente transformam qualitativa e quantitativamente os processos naturais.

Através do raciocínio e de procedimentos (métodos e técnicas) interdisciplinares à Biologia e Geologia pode-se fazer 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. Assim, o estudante constrói a compreensão do ambiente físico local e de suas relações com o contexto sociocultural, estendendo-a para contextos cada vez mais amplos, até chegar à concepção da Terra como um sistema evolutivo



complexo, que favoreceu o surgimento e evolução dos organismos, bem como da humanidade, os quais, por sua vez modificam a superfície terrestre (Guimarães 2004).

Dito de outra forma, atualmente não há mais processos exclusivamente naturais na biosfera, há um processo acelerado de humanização da natureza. Para Silva & Hornink (2011), a consideração do homem como agente bio-geológico é algo importante do ponto de vista educacional, não somente porque enfatiza as questões relacionadas à Geologia e à Biologia nas interações com o ambiente, mas fundamentalmente, porque demonstra o grande valor do conhecimento biológico e geológico na compreensão de fenômenos que afetam diretamente e indiretamente a vida dos seres humanos e demais organismos, bem como a dependência desta em relação aos recursos advindos de ambas as áreas. Além disso, esta premissa confere às ciências biológicas e geológicas a função de compreensão da organização, planejamento e dinâmica da vida no planeta Terra. O homem, ao intervir no ambiente, em maior escala física e temporal que os outros animais, interfere diretamente sobre aspectos biológicos. Estes, por sua vez, refletem no geológico e vice-versa, uma vez que são interdependentes.

### **2.2.3 Docentes e livros didáticos**

A estratégia de interdisciplinaridade entre a Biologia e a Geologia para uma aprendizagem significativa deve contribuir para que a Educação Básica, especialmente o Ensino Médio, ocorra em uma perspectiva formativa, que inclua a possibilidade de estimular novas atitudes e valores mediados pelo trabalho docente. Essa formação integrada poderá sensibilizar as novas gerações e nelas incutir atitudes solidárias e humanistas. Essa é a expectativa, o que não condiz com a atual realidade.

Silva & Hornink (2011) citam como é feita a abordagem dos conteúdos biológicos e geológicos no Ensino Fundamental, o que conseqüentemente referencia o trabalho docente. Conteúdos geológicos/geocientíficos são abordados no sexto ano e os assuntos biológicos são estudados no sétimo e oitavo ano, com os

respectivos conteúdos: seres vivos e corpo humano. Essa estrutura é corroborada pelo programa dos livros didáticos e por uma larga tradição na abordagem dessa estrutura curricular pelos professores. Assim, a Geologia trabalhada no sexto ano mostra-se descritiva e enciclopédica, normalmente tratando a Terra, sua estrutura interna e ciclo de rochas e minerais, além de conteúdos de água e ar. Quase nada se interconecta com o homem como agente modificador das esferas do planeta ou com uma geologia histórica. O mesmo ocorre com os conteúdos de Biologia: os temas são abordados sem que haja conexões com outras áreas do conhecimento. Essa estrutura curricular tem de ser questionada, não podendo ser transmitida como um legado irretocável.

Os PCN para a Educação Básica enfatizam a importância da interdisciplinaridade e da contextualização, as quais estão na base da construção do padrão de referência do mundo físico. Entretanto, os atuais professores da Educação Básica na área das Ciências Naturais e da Natureza tiveram sua formação orientada para a especialização em áreas específicas. O perfil dos atuais professores de Ciências Naturais e da Natureza, em sua grande maioria, são de profissionais que concluíram a Licenciatura Curta em Ciências ou as Licenciaturas específicas em Biologia, Química, Física e, por vezes, Matemática. O único curso que abrange as diversas áreas em uma única licenciatura é a Licenciatura em Ciências da Natureza, oferecida pela Universidade de São Paulo desde 2005 (Guimarães 2004).

Para Mansur (2009), os professores dos ensinos fundamental e médio muitas vezes não possuem conhecimento suficiente para orientar e esclarecer seus alunos sobre os conceitos geológicos. Isto faz com que o módulo de ensino da Geologia seja muito mais curto do que aqueles relacionados à Biologia e à Geografia física e humana, que são as bases da formação dos professores, em geral biólogos ou geógrafos. Isto só agrava a situação, porque já é pequeno o espaço destinado para a Geologia no currículo dos ensinos fundamental e médio. Quanto à discussão da relação da geodiversidade com a biodiversidade, menor (ou nenhum) é o destaque dado ao meio físico, o que afasta mais ainda os dois conceitos e dilui o interesse

que poderia ser despertado para uma visão integrada do planeta. Também, no âmbito da educação formal, deve-se destacar a baixa qualidade dos livros didáticos, em especial nas seções dedicadas à Geologia, onde, por vezes, graves erros convivem com informação incompleta e de pouco interesse prático.

Garcia *et al.* (2014) ressaltam que as limitações dos livros didáticos, muitas vezes elaborados por docentes da área da Biologia e da Geografia, não permitem a visão integrada das interações dos sistemas da Terra. Portanto, desenvolver dentro da sala de aula um aprendizado e um contexto que trabalhe no aluno a ideia de um ambiente integrado, onde os diferentes elementos estão conectados e se rearranjando continuamente, revela que os alunos são deficientes em conceber a Terra como um todo dinâmico.

Guimarães (2004) defende que 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. Atualmente, a realidade é que os professores da área de Ciências, encarregados do ensino do tema “Terra”, não dominam o conhecimento da Geologia, enquanto o geólogo que o domina é excluído do sistema, prejudicando a formação do cidadão. Enquanto o estudante tem a sua percepção de mundo físico mutilada, ao professor falta o conhecimento das bases naturais que determinam a própria cidadania e que deveriam embasar o manejo dos materiais, das formas de energia e do espaço da nação.

Garcia *et al.* (2014) reiteram que o desenvolvimento da autonomia do aluno permite que a mediação realizada pelo professor não se limite a transmitir informações, mas que o docente apresente elementos de construção do conhecimento com a participação do estudante, passando da “informação” ao “conhecimento”. Assim, a partir das percepções do planeta com sua dinâmica e seus processos, o aluno pode desenvolver um pensamento crítico perante modelos sociais de uso e ocupação da Terra, que levaram aos grandes problemas ambientais que vivenciamos atualmente.

As soluções para essa crítica realidade, apontadas por Guimarães (2004), passam pela criação de cursos de licenciatura em Geociências para que os professores detenham o domínio das Geociências. Aliada a esta, outras medidas devem ser tomadas, tais como:

- 1) Criação de cursos de pós-graduação para a área de Ciências que permitam a capacitação de geólogos para atuação na Educação Básica;
- 2) Formação de equipes multidisciplinares nas escolas, com a participação de geólogos, que teriam a função de coordenar e orientar os professores nos projetos interdisciplinares relacionados com o ambiente local e com o Sistema Terra;
- 3) Atuação junto ao Ministério da Educação (MEC), pela Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) e Fórum dos Coordenadores de Graduação em Geologia, para incluir a participação de geólogos nas equipes de elaboração de propostas de diretrizes curriculares dos cursos de licenciatura, de avaliação dos livros didáticos e no Exame Nacional para o Ensino Médio (ENEM);
- 4) Incentivo às atividades destinadas a estudantes da Educação Básica relacionadas com o conhecimento do ambiente local e da Terra, desenvolvidas por cursos de Geologia, museus e centros de estudo/pesquisa. Finalmente, a formação dos estudantes pode ser melhorada pelos incentivos às atividades destinadas aos alunos da Educação Básica e à produção de material paradidático, já em desenvolvimento em diversos cursos de Geologia e sociedades científicas ligadas ao estudo da Terra.

Na área da educação, mudança não depende apenas de teorias revolucionárias ou da eficácia de novos métodos. Obrigatoriamente toda e qualquer transformação real exige o envolvimento dos educadores. Portanto, compreender que o educador atua como mediador entre o aluno e o conhecimento significa reconhecer que o professor deve ser um profissional formador, integrado ao mundo de hoje, responsável socialmente pela formação do cidadão e, principalmente, que o

profissional também seja um aprendiz, que deve estar continuamente pesquisando e aperfeiçoando-se, para buscar “inovar e inovar-se”.

#### **2.2.4 O agora: a Base Nacional Comum Curricular**

A LDBEN 9.394/96 previa um currículo nacional que pudesse assegurar formação básica comum, ideia que foi reforçada nas inúmeras conferências de educação que aconteceram no Brasil nos últimos vinte anos e culminou na atual exigência, com prazos definidos no PNE (Plano Nacional de Educação), de estabelecimento de diretrizes pedagógicas para a Educação Básica e parâmetros curriculares nacionais comuns, com direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos alunos do Ensino Fundamental e Médio, respeitada a diversidade regional, estadual e local.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), segundo o MEC (2016), é apresentada em atendimento ao exposto nas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica e ao PNE. Este documento reúne direitos e objetivos de aprendizagem relacionados às quatro áreas do conhecimento – Ciências da Natureza, Ciências Humanas, Linguagens e Matemática – e seus respectivos componentes curriculares para todas as etapas da Educação Básica. Embora, não seja resultado de uma demanda das escolas ou de um entendimento prévio das necessidades da educação escolar, é resposta às prováveis profundas diferenças entre as abordagens de conteúdos e procedimentos pedagógicos nacionais.

A BNCC não consiste em todo o currículo que deve ser trabalhado na escola, mas em uma parte importante dele que será comum nacionalmente e que contemplará os direitos de aprendizagem obrigatórios para todo estudante em cada ano da Educação Básica, independente do município e de região. Afinal, a escola é a instituição responsável por mobilizar recursos de todas as áreas do conhecimento e de cada um de seus componentes curriculares, de forma articulada e progressiva, em prol da aprendizagem de habilidades e competências de expressão, convivência, defesa da saúde e do ambiente, localização no tempo e no espaço, desenvolvimento

de visão de mundo e apreço pela cultura, associando saberes escolares ao contexto vivido, projetando a própria vida e tornando-se responsável na condução dos destinos sociais.

A BNCC, que regulamentará o currículo nacional, está em processo de construção, dentro de um processo participativo dirigido pelo MEC, segundo o cronograma previsto de ações exposto na Tabela 1.

Tabela1 - Cronograma nacional de ações de construção da BNCC.

<b>AÇÃO</b>	<b>PERÍODO</b>
Lançamento do portal	jul/15
Lançamento da mobilização nacional	ago/15
Lançamento do documento preliminar	set/15
Seminário nacional	set/15
Processo de consultoria pública no portal	set a dez/15
Organização da comissão regional	set a out/15
Contribuições das regionais de ensino para a discussão da base	até dez/15
Processo de compilação estadual em todos os níveis	dez/15 a jan/16
Seminários estaduais	fev a mar/16
Envio da convalidação do estado para o MEC	abr/16
Seminário nacional	mai/16
Organização do documento final da BNCC e encaminhamentos legais	jun/16

Fonte: Rabelo *et al.* 2015.

Esse cronograma flexibilizou-se e o Comitê Estadual da BNCC de Minas Gerais, formado por representantes do CONSED (Conselho Nacional de Secretários de Educação) e da UNDIME (União dos Dirigentes Municipais de Educação) promoveu, nos dias 02 e 03 de agosto de 2016, em Belo Horizonte, o seminário para debater a segunda versão do documento com a participação de professores em exercício no magistério, estudantes do Ensino Médio, profissionais vinculados à Educação Básica e demais interessados. O seminário objetivou reunir representantes de diferentes segmentos da educação para analisar a segunda versão do documento da BNCC e propor alterações, supressões e/ou acréscimos ao texto. Ao fim do evento o comitê enviou um relatório com as contribuições dos

participantes ao Comitê Gestor, que sistematizará as contribuições e enviará um único relatório ao MEC.

Com a construção da BNCC, se definirá uma Política Curricular Nacional, que, por conseguinte, redefinirá obrigatoriamente outras políticas em nível nacional, como: Política Nacional de Formação e Valorização de Professores, Política Nacional de Infraestrutura Escolar, Política Nacional de Materiais e Tecnologias Educacionais (que inclui o livro didático) e a Política Nacional de Avaliação da Educação Básica.

### **2.2.5 BNCC, Biologia e Geociências**

A versão preliminar da BNCC, segundo o MEC (2016), define que a Biologia “juntamente com a Física, a Química, a Astronomia e a Geociências, agrega um conjunto de conhecimentos que buscam compreender e explicar fenômenos naturais e processos de natureza científica e tecnológica”. A Biologia deve ser estruturada de modo a se reconhecer que os sistemas orgânicos estão em constante transformação, estabelecendo interações com o ambiente. Portanto, para compreendê-la satisfatoriamente é preciso ter em conta as distintas escalas temporais em que os processos biológicos agem.

No documento é muito pouco expressiva a relação entre a Biologia e as Geociências. Os principais objetivos de aprendizagem listados na Biologia que podem dialogar com as Geociências são:

- 1) Analisar a extensão do tempo geológico, os processos de fossilização e datação, e sua importância para entender a evolução, no contexto do exame da história da vida na Terra e da distribuição no tempo e espaço da biodiversidade;
- 2) Compreender que os seres humanos fazem parte do ambiente e que se relacionam com outras espécies e com os recursos desse ambiente, causando impactos e promovendo desequilíbrio no âmbito local, regional e global;

- 3) Compreender que a preservação de um ambiente mantém o equilíbrio ambiental e que os recursos naturais podem ser esgotáveis, sendo necessária uma gestão consciente dos impactos da sua exploração.

Quanto à citação do termo interdisciplinaridade, a única aproximação entre a Biologia e as Geociências está reduzida a um exemplo no campo da sustentabilidade como “rico para a formulação de questões e para a interdisciplinaridade da Matemática com a Geografia e as Ciências Naturais” (MEC 2016).

Se a versão preliminar da BNCC fosse (ou for) aprovada como documento final, os conhecimentos de Geociências são incipientes, estão relegados a outras disciplinas desprovidos de um tratamento substancial e interdisciplinar.

### **2.3 OFICINAS PEDAGÓGICAS E RECURSOS DIDÁTICOS: ESTRATÉGIAS DE CONHECIMENTOS DE GEOCIÊNCIAS**

Os PCN preconizam, principalmente na área temática de Ciências Naturais e da Natureza, a necessidade da utilização de estratégias lúdicas na promoção do ensino nas práticas escolares, possibilitando a aproximação dos alunos ao conhecimento científico, uma vez que o aprendizado exige atividade intelectual e é provocado por situações e ambientes prazerosos.

Reconhecendo as dificuldades para se ministrar conteúdos de Geociências, fragmentados nos campos da Biologia, Física, Química, Geografia e História, há que se investir em formas de contribuir para os processos de ensino e aprendizagem. Partindo da concepção que a apropriação e a aprendizagem significativa de conhecimentos são facilitadas quando associados a atividades lúdicas e interativas, os recursos didáticos são instrumentos que facilitam a compreensão do conteúdo de forma motivadora.

Paviani & Fontana (2009) definem oficinas pedagógicas como técnicas de construção de conhecimento, com ênfase na ação, sem perder de vista a base teórica, representando um tempo e um espaço para aprendizagem por meio de um



processo ativo de transformação recíproca entre sujeito e objeto. A oficina é um caminho com alternativas, com derivações que aproximam progressivamente o sujeito do objeto a conhecer e, assim, uma oportunidade de vivenciar situações concretas e significativas, baseada no tripé: sentir-pensar-agir, com objetivos pedagógicos. Nesse sentido, a metodologia da oficina muda o foco tradicional da aprendizagem (cognição), passando a incorporar a ação e a reflexão.

O professor ou coordenador de uma oficina pedagógica não ensina o que sabe, mas vai oportunizar o que os participantes necessitam saber, sendo, portanto, uma abordagem centrada no aprendiz e na aprendizagem e não no professor. Desse modo, a construção de saberes e as ações relacionadas decorrem, principalmente, do conhecimento prévio, das habilidades, dos interesses, das necessidades, dos valores e julgamentos dos participantes.

As oficinas, para Martins *et al.* (2009), também trazem como característica, a abertura de espaços de aprendizado que buscam o diálogo entre os participantes, onde o professor é dirigente, mas também aprendiz. Cabe a ele diagnosticar o que cada participante sabe e promover o ir além do imediato. A oficina pode estabelecer uma independência das ações educacionais em relação aos modelos que priorizam mais uma área do saber do que outra, ou seja, oportuniza estratégias de resistência à qualificação ou desqualificação de saberes, fortalecendo a interdisciplinaridade de conhecimentos.

Segundo Compiani (2005), as novas tecnologias aprimoraram práticas usuais no ensino dos conteúdos de Geologia e proporcionaram grande avanço do conhecimento científico. Mesmo assim, a disponibilidade de material didático para os professores do Ensino Médio, compreendendo informações geológicas, amostras de minerais e rochas, imagens e uso do computador no ensino é limitado. Esses recursos permitem explorar a linguagem visual, fortemente vinculada ao raciocínio geológico, com base nos quais, os alunos podem formar uma ideia acerca dos mecanismos evolutivos do planeta e da permanente interação das geoesferas. Contudo esses materiais são escassos tanto na rede pública como rede privada de

ensino. Esses materiais são recursos de procedimentos metodológicos, típicos das geociências que estimulam a interpretação e a imaginação.

Uma proposta didática de interação e comunicação com a incorporação da linguagem visual no processo de ensino-aprendizagem é de grande importância nas Geociências, pois a combinação do visual com o verbal tem a capacidade de facilitar a aprendizagem. A linguagem escrita não é suficiente, segundo Toledo *et al.* (2014), para dar conta da complexidade das representações das explicações em Geociências; os aspectos verbal e visual devem estar juntos para maior eficiência das explicações. Assim, a função das imagens é muito mais ampla e significativa do que apenas auxiliar na transmissão baseada na comunicação textual e verbal, cabendo, então, à imagem um papel de grande importância para ensino ou demonstração na área das Ciências Naturais. Garcia *et al.* (2014) afirmam que o conteúdo teórico proporciona sentido e facilita o entendimento de um tema quando acompanhado de um modelo prático e interativo, de maneira que corresponda a um meio de troca de experiências entre aluno e professor e expresse o conteúdo teórico de forma acessível e simples.

As poucas iniciativas de projetos de promoção das Geociências para as comunidades apontam para o fato de que é fundamental a existência de um programa de divulgação científica articulado, que contemple o sistema educacional formal e a população como um todo. Os museus, centros de ciências e as ações de universidades vêm complementando modestamente esta lacuna. A divulgação é um dos pontos mais críticos, porque pressupõe o repasse da informação pelo pesquisador, a tradução dos conceitos envolvidos para uma linguagem adequada e o entendimento do público-alvo. O ensino formal é um dos melhores locais para exercitar as ferramentas de popularização das Geociências, porque alunos e professores estão abertos à aprendizagem (Mansur 2009).

Bourotte *et al.* (2014) ressaltam que a carência de atividades que permitam o desenvolvimento do conhecimento geocientífico precisa ser suprida a partir de iniciativas na forma de atividades práticas voltadas para o ensino e divulgação de

Geociências, visto que ainda há ainda uma grande deficiência de material didático-pedagógico relacionado às Ciências da Terra.

Assim, para que se atinja o objetivo de informar, numa linguagem apropriada e sem perder a profundidade do conteúdo científico, é essencial e urgente uma aproximação entre as universidades, entidades técnico-científicas e serviços geológicos com as escolas para informar melhor aos estudantes e propiciar um aprimoramento para os professores. Não que a promoção da educação formal, para Mansur (2009), seja função de museus, centros de ciência e nem organizações que se dedicam à divulgação científica, mas são ferramentas de interface com as escolas na tentativa de acrescentar um componente atrativo de conhecimento para o aluno e um suporte a mais para o professor com a conquista de maior espaço para as Geociências. Esta é uma área em que as entidades técnico-científicas devem interferir no sentido de municiar os agentes educacionais de informações e de recursos didáticos de qualidade a serviço de professores e alunos. Todavia, isso exige que geólogos e instituições se disponham a participar de eventos, projetos e ações de popularização da Geologia e de divulgação científica.

## **2.4 A MINERAÇÃO EM ARAXÁ**

Localizada no Planalto do Paranaíba, na região oeste do estado de Minas Gerais, Araxá conta com uma população estimada em 2015 de cerca de 102 mil habitantes (IBGE 2016). Em decorrência de sua formação geológica, o subsolo abriga águas sulfurosas e radioativas, além de minerais de nióbio, fosfato e terras raras. A mineração é a maior fonte propulsora da economia araxaense, mas, segundo o Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Araxá – IPDSA (2012), têm-se verificado um constante crescimento das atividades ligadas à indústria, comércio, serviços e ao setor rural.

Os primeiros estudos petrográficos feitos por Djalma Guimarães, em 1925, revelavam a presença de apatita e barita no Complexo Carbonatítico do Barreiro e anos mais tarde, o mesmo cientista descobriu o pirocloro (Lima 2013). Na década de 1950, a descoberta de nióbio e fosfato no manto de intemperismo associado às

rochas do complexo alcalino-carbonatítico despertou o interesse de mineradoras. Hoje a cidade é destaque pela presença da mina de nióbio, explotada pela Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) e por reservas significativas de fosfato, explotadas pela Vale Fertilizantes (Moraes 2005).

O Brasil é o líder mundial em reservas de pirocloro, minério de nióbio. Araxá possui a maior reserva conhecida e tem a CBMM como empresa responsável pela lavra, beneficiamento e metalurgia do minério. A CBMM é uma empresa do setor privado, fundada em 1955, que ostenta a posição de principal produtor mundial e única empresa com presença em todos os segmentos do mercado de nióbio. A empresa investe na disseminação da tecnologia do nióbio junto aos seus clientes e usuários finais, além da criação de novas aplicações para o metal (CBMM 2016).

A aplicação mais importante do nióbio é como elemento de liga visando aumentar a resistência do aço, sem comprometer suas características de maleabilidade, utilizado principalmente na indústria automotiva e na construção de oleodutos, gasodutos e de grandes estruturas. O aço inoxidável contendo nióbio é utilizado em sistemas de escapamento de veículos; ligas de nióbio-titânio são supercondutoras usadas na fabricação de magnetos para tomógrafos de ressonância magnética bem como em cerâmicas eletrônicas e em lentes para câmeras; superligas de nióbio estão em turbinas de aviões, turbinas terrestres de geração de eletricidade, lentes ópticas, equipamentos de geração de imagens de uso médico e catalisadores químicos (CBMM 2016; IEF 2012).

Em 2012, a CBMM anunciou estar desenvolvendo tecnologia para explorar terras raras a partir dos rejeitos de nióbio, como um sub-produto da operação de tratamento do minério (Lima 2013). A concentração de terras raras presentes na monazita, mineral contido no minério utilizado pela Companhia, culminou na obtenção de dois tipos de concentrados refinados de terras raras: sulfato duplo e hidróxido. O grande diferencial na conquista tecnológica da CBMM é o fato de as terras raras serem obtidas do resíduo do processo de produção de nióbio, sem a necessidade de mineração adicional, o que pode colocar o Brasil entre os poucos países detentores desse tipo de tecnologia. Atualmente, a empresa amplia seus

investimentos no estudo de mercado e na produção de óxidos puros de terras raras (CBMM 2016).

A CBMM, em 2011, utilizou os serviços de 734 fornecedores da cidade de Araxá, que venderam, em produtos e serviços, um total de 20% do desembolso total da Companhia (Lima 2013). O empreendimento conta com um quadro de aproximadamente 1.800 profissionais e fornece tecnologias e produtos de nióbio a mais de 300 clientes em 50 países, em diversas partes do mundo (IPDSA 2012). Assim, a empresa é um dos maiores empregadores do município, respondendo por mais de 70% da arrecadação de impostos municipais, além de promover e apoiar diversos projetos de obras públicas na região como participar de iniciativas culturais, educativas, ambientais, de urbanização e saúde, além de investir na saúde e educação de seus funcionários (CBMM 2016).

As atividades de mineração de fosfato em Araxá tiveram início em 1971. Em 2000 foi inaugurada a planta de ácido sulfúrico. A mina da Vale Fertilizantes, localizada no Barreiro, é uma importante jazida de rocha fosfática do país e o beneficiamento do minério produz concentrado apatítico, ácido sulfúrico e superfosfato simples. As matérias-primas produzidas pela empresa são utilizadas pelas indústrias misturadoras que fabricam e vendem fertilizantes, como produto final, compostos por três nutrientes básicos: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (Vale Fertilizantes 2016). Lima (2013) cita que o Complexo Minerquímico de Araxá contava em 2011 com 620 empregados diretos e 1.300 terceirizados.

No Brasil, é instituído por lei a Compensação Financeira por Exploração Mineral (CFEM), uma espécie de *royalties* pela exploração econômica de recursos minerais, e é devida aos Estados, Distrito Federal e municípios cujos territórios são explorados pela atividade extrativa de minério, além de alguns órgãos de administração da União. É função do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e suas unidades administrativas executar a cobrança, a distribuição das quotas-partes e a fiscalização sobre a arrecadação da CFEM. As receitas da CFEM devem ser aplicadas em prol da comunidade, em melhoria da infraestrutura, saúde, educação e meio ambiente (DNPM 2016).

A mineração como principal atividade econômica de Araxá garante um recolhimento representativo de valores de CFEM, como mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de arrecadação da CFEM em Araxá.

<b>ANO</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
2012	5.400.035,78
2013	7.900.977,46
2014	10.926.719,21
2015	11.227.240,17

Fonte: DNPM 2016.

As três maiores empresas de Araxá em arrecadação são, respectivamente, a CBMM, a Vale Fertilizantes e o Grupo Zema (IPDSA 2012).

Além dos inúmeros impactos da mineração como principal atividade econômica de Araxá, uma vertente que merece destaque é educação técnica e superior do município. A relevância da atividade minerária propiciou a criação do curso técnico de Mineração no CEFET, segundo Moraes (2005), e do curso de graduação de Engenharia de Minas, de acordo com CEFET (2015).

### 3 METODOLOGIA

Quanto aos objetivos, a pesquisa realizada é descritiva, uma vez que trabalha com dados e fatos colhidos da própria realidade e procura classificar, explicar e interpretar os fenômenos ocorridos. A coleta de dados para interpretação dessa realidade foi realizada por meio de um questionário.

O presente trabalho corresponde a um estudo de caso que examina aspectos de uma situação educacional de um grupo de alunos e uma pesquisa-ação, concebida e realizada com estreita associação entre a pesquisadora e os participantes representativos da pesquisa, ambos envolvidos de modo cooperativo e participativo. Neste tipo de pesquisa a unidade amostral não é estática, e sim, participa várias vezes do processo, interagindo e modificando os resultados ao longo do tempo.

A pesquisa bibliográfica apresentada procura explicar o problema estudado a partir de referências teóricas publicadas em documentos, buscando conhecer e analisar as contribuições científicas existentes sobre o tema Geociências.

O estudo de caso foi realizado em uma escola pública estadual de Araxá/MG com 26 alunos de 1º ano do Ensino Médio, na qual a idealizadora do trabalho é professora efetiva de Biologia lecionando em 8 turmas.

A Escola Estadual Prof. Luiz Antônio Côrrea de Oliveira, fundada em 1974, oferece Ensino Fundamental do 6º ao 9º ano no período vespertino e Ensino Médio do 1º ao 3º ano nos períodos matutino e noturno, conforme detalhes da Tabela 3.

Desse universo discente, o convite para participar do projeto foi feito no início do mês de abril a cerca de 235 alunos, componentes das turmas em que a professora leciona. Os alunos sabiam tratar-se de uma oficina pedagógica com o tema mineração oferecida pela professora de Biologia em dois encontros na escola no final do mês de abril e que não haveria pontuação ou valorização com nota para a presença nos eventos.

Tabela 3 - Discentes da E.E. Prof. Luiz Antônio Corrêa de Oliveira em 2016.

SÉRIE	TURNO	
	Matutino	Noturno
1º ano	269	39
2º ano	203	27
3º ano	168	32
Total de alunos do Ensino Médio		640
	<b>Vespertino</b>	
6º ano	145	
7º ano	179	
8º ano	144	
9º ano	155	
Total de alunos do Ensino Fundamental		623

Fonte: Dados fornecidos por funcionários da escola.

Uma vez convidados, fez-se o levantamento inicial dos interessados, 70 alunos, que receberam um convite formal, mostrado na Figura 1, na semana anterior à realização da oficina.



# CONVITE

A Prof<sup>a</sup> Wane convida você para a Oficina Pedagógica de Mineração.

Local: Anfiteatro da E.E. Prof. Luiz Antônio Corrêa de Oliveira

Horário: 13h 30

**TEMA: MINERAIS: O PRIMEIRO PASSO NA BIOLOGIA, A CAMINHADA NAS GEOCIÊNCIAS E A CHEGADA NA MINERAÇÃO**

**DATA: 26/04 (3ª-FEIRA)**

**TEMA: A VIDA E A MINERAÇÃO POR TRÁS DOS FOSSEIS E DOS COMBUSTÍVEIS**

**DATA: 28/04 (5ª-FEIRA)**

Sua participação nos dois encontros é muito importante para o sucesso da oficina!

Figura1 - Convite da Oficina Pedagógica de Mineração.



A escolha da oficina de mineração como estratégia pedagógica deve-se ao fato deste ser um dos caminhos possíveis para a construção de estratégias de integração entre pressupostos teóricos e práticas. Uma oficina é uma oportunidade de vivenciar situações concretas e significativas, com apropriação, construção e produção de conhecimentos teóricos e práticos, de forma ativa e reflexiva, na qual o professor ou coordenador não ensina o que sabe, mas oportuniza atividades direcionadas a aprendizagem dos participantes. Desse modo, a construção de saberes e as ações relacionadas decorrem, principalmente, do conhecimento prévio, das habilidades, dos interesses, das necessidades, dos valores e julgamentos dos participantes.

A seleção dos temas da oficina pedagógica de mineração envolveu um rearranjo de temas da Biologia fugindo do currículo mais comumente adotado, possibilitando outra interação de assuntos às Geociências por meio de relações interdisciplinares com algumas questões de mineração como o conceito e a importância dos minerais, as principais empresas mineradoras de Araxá e a exploração de combustíveis fósseis.

No dia 26 de abril ocorreu a primeira oficina intitulada “Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na mineração”. Esse encontro envolveu uma palestra com projeção de slides (Apêndice B) acompanhada de uma compilação de vídeos e a manipulação de kits de minerais (Figura 2).



Figura 2 - Kits de minerais da oficina.

O diálogo entre os temas da palestra deu-se partindo do tratamento de sais minerais pela Biologia, passando pelo conceito e classes de minerais na Geologia e chegando à atividade e empresas de mineração de Araxá.

No dia 28 de abril aconteceu a segunda oficina chamada “A vida e a mineração por trás dos fósseis e dos combustíveis”, abrangendo uma palestra com projeção de slides (Apêndice C) seguida por uma compilação de vídeos e o manuseio de réplicas e amostras de fósseis (Figura 3).



Figura 3 - Réplicas de fósseis da oficina.

A conversa entre os temas da segunda oficina iniciou-se pelo assunto tempo geológico, com destaque para o surgimento e desaparecimento dos grupos de seres vivos, seguindo pelo estudo de fósseis e os princípios paleontológicos e culminando com a formação e aplicação dos combustíveis fósseis.

Os kits de minerais e as amostras e réplicas de fósseis foram emprestados pelo Laboratório de Geologia, Mineralogia e Petrografia do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET), Unidade Araxá.

Ao fim da segunda oficina, os alunos preencheram um questionário de pesquisa sobre as oficinas e suas temáticas (Figura 4). As 19 questões

componentes do questionário, predominantemente de múltipla escolha, estão agrupadas em seis grandes campos:

- 1) definição do perfil do aluno;
- 2) percepção dos alunos sobre mineração;
- 3) oficina pedagógica de mineração;
- 4) estudo de temas de mineração na escola;
- 5) motivação e aplicação de conhecimentos pós-oficina;
- 6) sugestões de estudos sobre mineração.



Figura 4 - Alunos preenchendo o questionário.

As respostas dos alunos aos itens do questionário, instrumento de investigação dos dados, são analisadas no capítulo Resultados e Discussão, para muitas das quais são construídos gráficos. Às respostas é dado um tratamento estatístico simples com cálculos de porcentagem amostral frente ao universo pesquisado.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 PERFIL DOS ALUNOS DA OFICINA PEDAGÓGICA DE MINERAÇÃO**

Do total de 26 alunos participantes da Oficina Pedagógica de Mineração, 15 são do sexo masculino e 11 são do sexo feminino, o que significa não existir um gênero predisposto a se envolver em atividades extracurriculares como uma oficina e que o tema mineração não é interesse restrito de indivíduos do sexo masculino.

A faixa etária dos alunos variou entre 14 e 17 anos, dos quais 65% têm 15 anos, 23% têm 16 anos e os demais 12% possuem 14 e 17 anos. A idade da maioria dos participantes enquadra-se na faixa etária atendida em um 1º ano do Ensino Médio.

O Ensino Fundamental foi cursado todo em escola pública por 73% dos alunos, a maior parte em escola pública por 19% e a maior parte em escola particular por 8%. Portanto, mais de 90% dos alunos receberam predominantemente uma educação pública antes de chegar ao Ensino Médio, cujo 1º ano também está sendo cursado em escola pública administrada pelo Estado.

O público da oficina, em sua grande parte, total de 23 alunos, tem Araxá como seu único município de residência. Daqueles não residentes por toda a vida em Araxá, 1 aluno reside no município entre 5 e 10 anos, 1 aluno é habitante entre 1 e 5 anos e 1 estudante mora há menos de 1 ano. Portanto, 88% do público da oficina estiveram por pelo menos 14 anos sob a influência do mesmo ambiente, compartilhando de igual contexto histórico-político municipal.

### **4.2 PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE MINERAÇÃO**

A avaliação da percepção que os alunos possuem a respeito da mineração deu-se por meio da existência de relações trabalhistas imediatas ou almejadas e dos impactos das atividades de empreendimentos minerários de grande porte em Araxá.

A influência do ambiente familiar sobre o interesse dos alunos por temas de mineração foi avaliada por meio da existência de relações trabalhistas e pelo anseio de emprego no setor de mineração, conforme exposto na Figura 5.

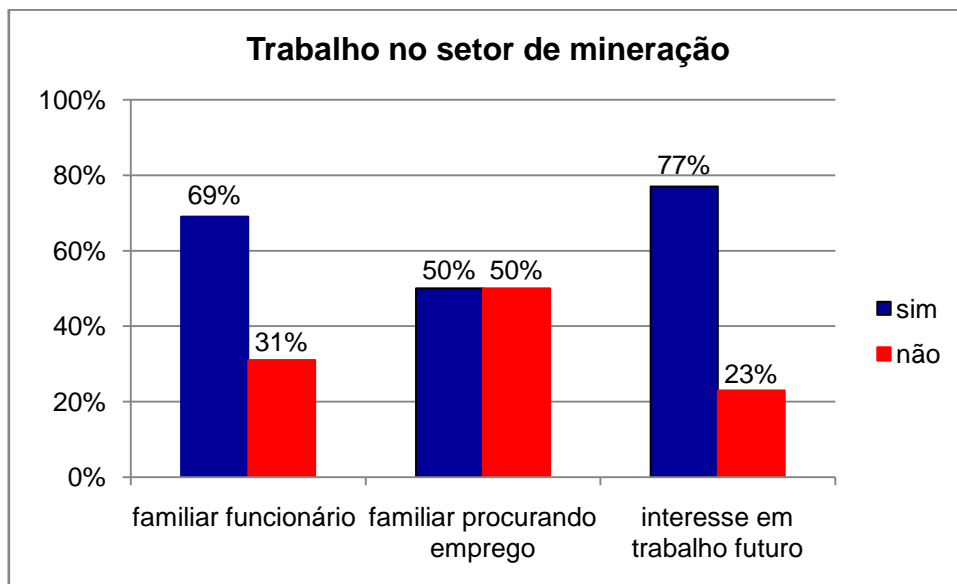


Figura 5 - Interesses trabalhistas da família e dos alunos no setor de mineração.

Pelo menos metade dos alunos tem familiares que são funcionários de empresas mineradoras ou que estão procurando emprego no setor. Essa realidade familiar influencia o interesse dos alunos por um trabalho futuro na área da mineração, expresso por 77% do público da oficina.

O ambiente familiar e o contexto da cidade de residência influenciam o interesse dos alunos em participar da oficina e em trabalhar no setor de mineração. Afinal Araxá é uma cidade de história e economia expressivamente mineradora.

Quanto aos efeitos da presença de empreendimentos minerários sobre o município, a Figura 6 mostra que 77% dos alunos relacionam o setor como fonte de emprego e renda. O que reafirma a influência do ambiente familiar e histórico-econômico do município sobre a aspiração dos alunos em trabalhar na área da mineração.

Investimentos em melhorias de infraestrutura e saúde e incentivo a projetos de cultura, educação e esporte foram consequências assinaladas por mais da metade dos alunos. Esses efeitos, derivados da presença de mineradoras em Araxá, possivelmente são sentidos pelos alunos em seu meio social e na publicidade veiculada nos diversos meios de comunicação sobre a participação das empresas em obras e atividades do município como investimentos na construção de um anfiteatro como parte das obras de revitalização do Centro de Araxá, doação de recursos materiais e financeiros ao hospital e centro de atendimento Casa do Caminho, além dos benefícios na saúde e educação de funcionários.

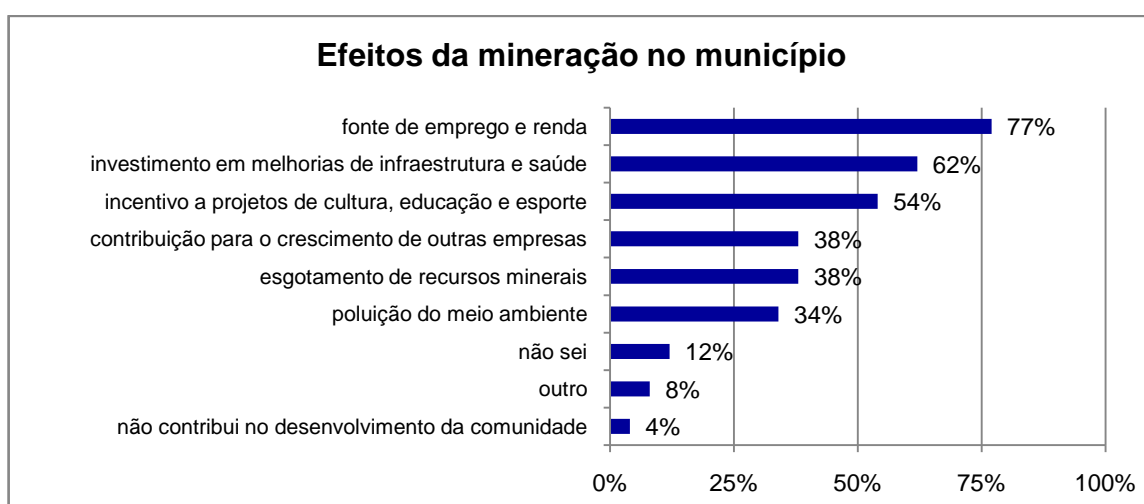


Figura 6 - Efeitos da mineração no município de Araxá.

A contribuição da mineração para o crescimento de outras empresas foi citada por 38% dos alunos, ou seja, as relações comerciais fornecedor-consumidor entre empresas é pouco difundida ao público jovem.

Os aspectos positivos da mineração são expressivamente os mais conhecidos pelos alunos, inclusive pelos 8% de alunos que responderam existir outros efeitos da mineração no município citando um deles que “ajuda no desenvolvimento da cidade” e, segundo o outro estudante, “garante benefício econômico à cidade”. As respostas dadas por esses 2 alunos são abarcadas pelas opções disponíveis para assinalar no questionário, mas ao analisá-las podemos

assumir que sintetizam o conhecimento que o público jovem tem acerca do que o setor de mineração traz de positivo para Araxá: desenvolvimento e benefício econômico.

A percepção dos efeitos negativos da mineração disponíveis no questionário, esgotamento de recursos minerais e poluição do meio ambiente, foram menos assinalados, por um pouco mais de 1/3 dos alunos, em comparação aos aspectos positivos. Isso possivelmente se deva a ausência de expressivos danos ambientais oriundos das mineradoras locais e/ou ao demasiado destaque dado aos benefícios da presença das empresas, segundo divulgação das diversas mídias.

A não contribuição da mineração para o desenvolvimento da comunidade foi citada por 4% e 12% assinalaram não saber efeitos da presença da atividade minerária em Araxá. São valores baixos, mas não devem ser ignorados, pois alunos recém-chegados ao Ensino Médio, independente de residirem em Araxá, devem ser capazes de relacionar consequências de uma atividade econômica de grande relevância, como a mineração, à comunidade local.

#### **4.3 OFICINA PEDAGÓGICA DE MINERAÇÃO**

A motivação para a participação dos alunos na Oficina de Mineração e a qualidade das atividades e dos conhecimentos pedagógicos desta prática foram avaliados no questionário.

Inicialmente, quando os alunos foram convidados a participar da oficina sabiam apenas tratar-se de assuntos de mineração focados em minerais e em fósseis, o que suscitou a curiosidade de  $\frac{3}{4}$  dos alunos a comparecerem nos encontros, segundo a Figura 7. Não se fez um levantamento prévio junto aos alunos para que sugerissem os temas da oficina.

Dos alunos participantes da oficina, 58% buscaram satisfazer o interesse por cursos da área de mineração. Portanto, mais da metade dos alunos têm interesse em cursos da área, traduzindo com fidelidade, tratam-se de 15 alunos de 1º ano do

Ensino Médio de uma escola pública estadual almejando cursos, técnico ou superior, voltados ao campo da mineração.

Mais da metade dos alunos tiveram na oficina uma oportunidade de ampliação de conhecimentos, ou seja, os estudantes aspiram aprender.

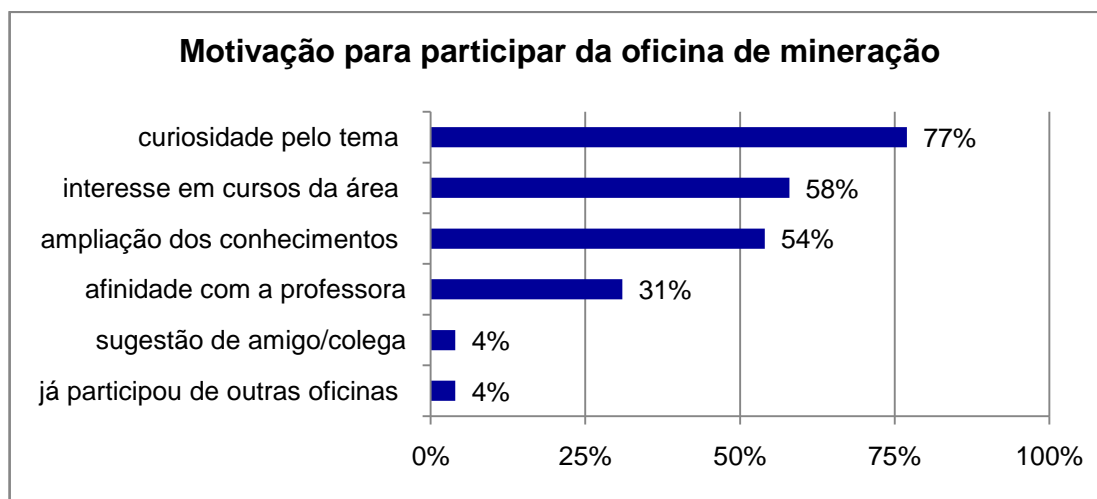


Figura 7 - Motivação dos alunos para a participação na Oficina Pedagógica de Mineração.

Quase 1/3 dos alunos participaram da oficina induzidos pela afinidade que têm com a professora, portanto, a figura do docente e a relação que mantém com os estudantes é um fator a ser explorado. Isso assinala a necessidade de envolver os professores nas propostas de conhecimento oportunizadas aos alunos. A afinidade com a professora influencia muito mais o envolvimento dos alunos em atividades extraclasse do que a sugestão de colegas ou amigos, indicada por apenas 4%.

Somente 4% dos alunos já participou de outras oficinas, relativas ao tema abordado. A oferta de oficinas não é uma prática comum na educação pública, particularmente sobre o assunto mineração.

A oficina ocorreu em dois momentos, cada um privilegiando um tema, minerais (Figura 8) e fósseis (Figura 9).





Figura 8 - Oficina de minerais.



Figura 9 - Oficina de fósseis.

Segundo a Figura 10, sobre o grau de interesse pelos temas da oficina, o item mais interessante indicado por 58% dos alunos foram os kits de minerais. A palestra sobre fósseis e suas réplicas foram avaliadas como muito interessantes por 42%, ao passo que este grau de interesse foi atribuído por 23% à palestra de minerais.

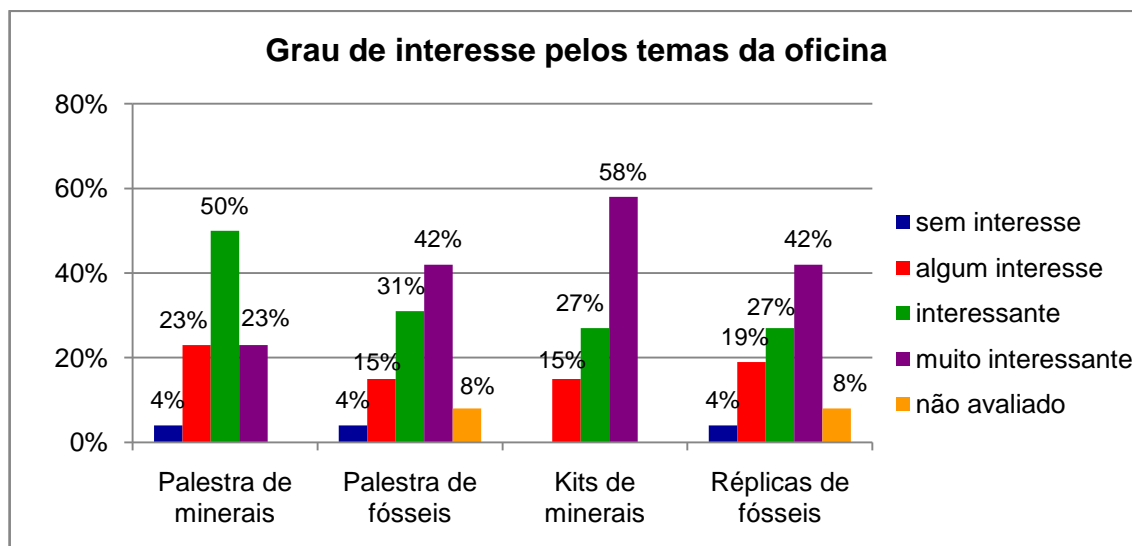


Figura 10 - Grau de interesse dos alunos pelos temas abordados na oficina.

As palestras associadas ao manuseio dos recursos didáticos foram avaliadas positivamente pela grande maioria dos alunos. Somando as porcentagens de alunos com opinião interessante e muito interessante obteve-se 73% para cada uma das palestras, 85% para os kits de minerais e 69% para as réplicas de fósseis.

Recursos didáticos servem de mediadores entre estes conteúdos e os alunos, estimulando a aprendizagem dos mesmos. Quanto à qualidade dos recursos utilizados na oficina, conforme Figura 11, todos alcançaram a condição de muito boa, segundo pelo menos 65% dos alunos. Dos recursos, o mais apreciado foram os kits de minerais.

Dos temas e recursos abordados na oficina, os kits de minerais foram os mais bem avaliados, pois despertaram maior interesse dos alunos e foram eleitos como recursos de muito boa qualidade.

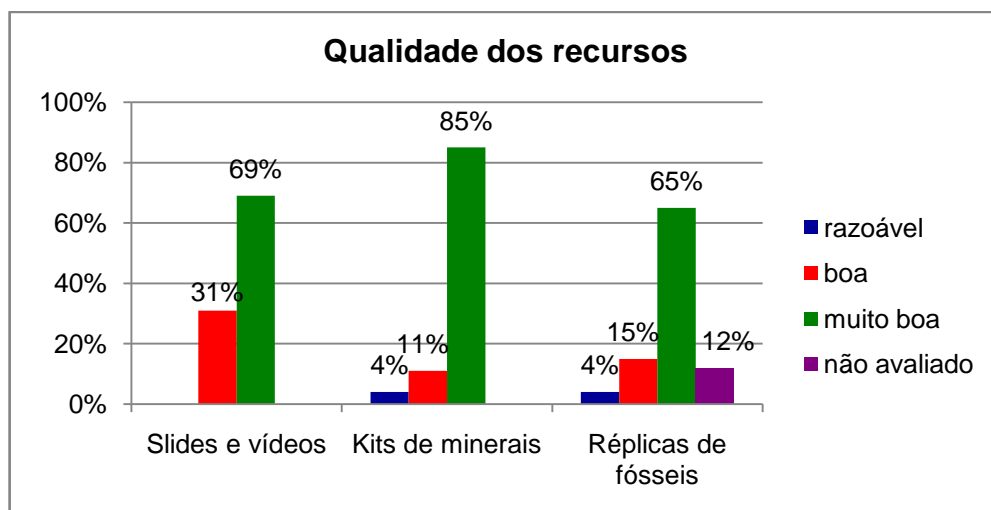


Figura 11 - Qualidade dos recursos didáticos utilizados na oficina.

Quanto à dificuldade que os alunos apresentaram durante sua participação na oficina, 96% declarou nenhuma. Apenas 4% apontaram dificuldade ligada à linguagem utilizada nos slides e/ou vídeos. O tempo de duração da oficina foi avaliado como adequado por todo o público. Portanto, não houve maiores problemas prejudicando o desenvolvimento e a aprendizagem dos temas da oficina.

#### 4.4 ESTUDO DE TEMAS DE MINERAÇÃO NA ESCOLA

Quando indagados se a escola deveria ter recursos didáticos de mineração disponíveis, todo o público defendeu que sim. Assim, é relevante conhecer, na opinião dos estudantes, quais são as disciplinas que devem dispor destes recursos e ensinar conteúdos relacionados à mineração.

As disciplinas indicadas por mais da metade dos alunos como responsáveis por ensinar conteúdos de mineração, segundo a Figura 12, foram Química, Geografia e Biologia. A associação da Biologia ao tema da oficina, feita por 85% dos alunos, deve-se ao fato de ser a professora dessa disciplina a promotora da iniciativa dos encontros focados em mineração.

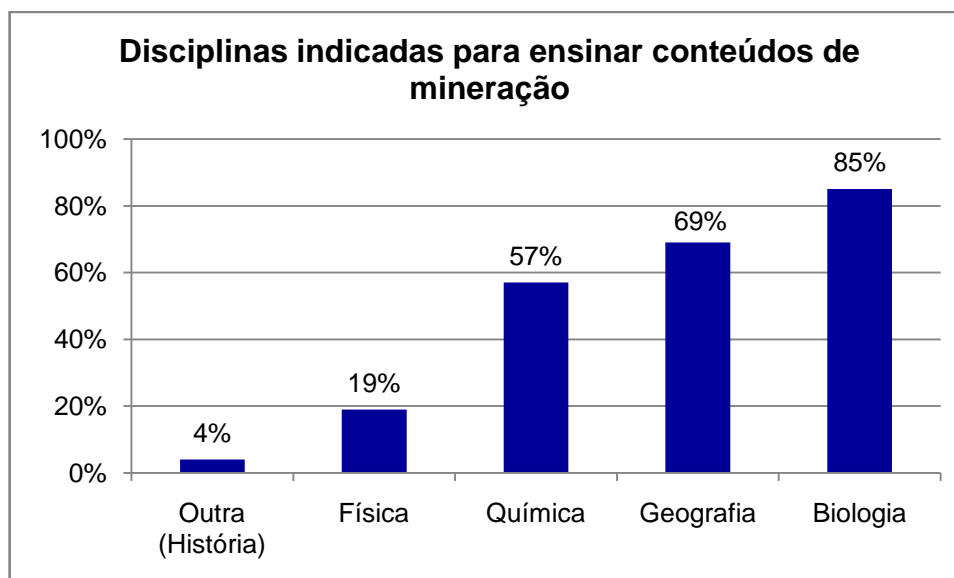


Figura 12 - Disciplinas indicadas para ensinar conteúdos sobre mineração.

Apenas 4% dos estudantes citaram outra disciplina – História – como responsável por ensinar os conteúdos da oficina, enquanto 19% indicaram a Física.

Os alunos perceberam que não é uma única disciplina que deve abordar temas de mineração como minerais e fósseis/combustíveis fósseis, porém nenhum aluno atribuiu a todos os componentes curriculares a função de trabalhar essa temática, embora no questionário houvesse essa opção. Isso se deve muito provavelmente ao desconhecimento de práticas interdisciplinares no Ensino Médio e Fundamental, cuja realidade dominante ainda são disciplinas com fronteiras.

#### 4.5 MOTIVAÇÃO E APLICAÇÃO DE CONHECIMENTOS PÓS-OFCINA

Ao dimensionar o interesse dos alunos em participar de outras oficinas de mineração, a resposta sim foi unânime. Destes, 62% reconheceram aumento em seus conhecimentos, mas sem utilidade no dia a dia e 38% indicaram que seus conhecimentos foram ampliados com aplicação cotidiana. As aplicações apontadas por 4% foram “interesse em estudar mais mineração”, por 8% foi “aprendeu mais sobre mineração e fósseis”, 8% disseram “saber com o que as mineradoras da cidade trabalham e produzem”, 4% citou “ajudar no futuro”, já os demais 14% não

indicaram aplicações. As aplicações citadas não se traduzem em saberes práticos, mas reforçam a expansão de conhecimento.

Quanto ao grau de motivação, após a oficina, para estudar algum curso relativo à área de mineração, 92% afirmaram que a motivação aumentou e 8% não responderam à questão. A questão não trazia definido o tipo de curso, isto é, não foi identificado se era um curso técnico, superior ou ainda ao nível de Ensino Médio, mas a grande maioria se dispõe a estudar temas de mineração.

#### 4.6 SUGESTÕES DE ESTUDOS SOBRE MINERAÇÃO

A utilização de estratégias didáticas adequadas é muito importante porque facilita a aprendizagem despertando o interesse pelos conteúdos abordados. Assim, o questionário possibilitou aos alunos que apontassem as atividades que, de acordo com o grau de interesse, gostariam de participar envolvendo o tema mineração. De acordo como a Figura 13, a maciça maioria deles (92%) deseja visitar museus e mineradoras, 77% se interessam em participar de feiras de ciências e experimentos e 62% querem confeccionar modelos 3D ou maquetes.

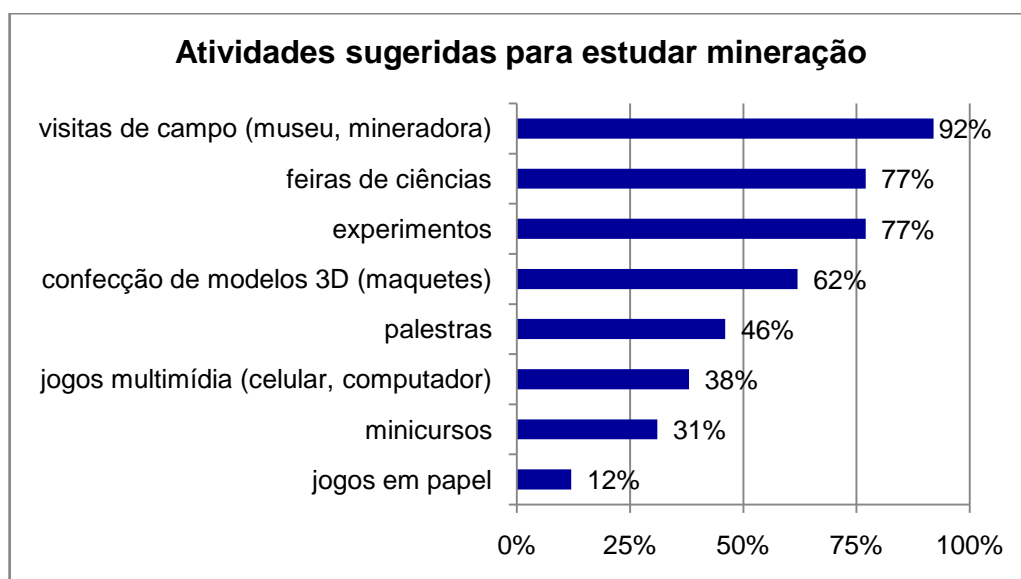


Figura 13 - Atividades sugeridas para estudar temas de mineração.

Menos da metade dos alunos indicaram interesse por atividades mais passivas como palestras (46%), jogos multimídia (38%), minicursos (31%) e jogos em papel (12%).

A seleção de recursos didáticos é uma atividade complexa que exige do professor considerar múltiplas habilidades, conhecimentos e desempenhos. As atividades e os recursos didáticos, como se pode perceber, são instrumentos importantes, que se forem bem utilizados, podem estimular o aluno no processo ensino-aprendizagem.

Os alunos tiveram espaço no questionário para sugerir outros temas para estudar em outra oficina sobre mineração. Algumas respostas foram enfatizadas repetidas vezes como querer visitas de campo, conhecer minas, analisar minerais em microscópio, conhecer o processo de obtenção dos minerais pelas mineradoras de Araxá, aprender sobre os equipamentos de transformação dos minérios e de procura de fósseis e fazer experimentos com minerais. A resposta mais elaborada dada a essa questão foi que “Gostaria de ter um estudo mais avançado sobre mineração, fazer provas sobre isso, quem sabe até me ajudaria a entrar no CEFET e também entender mais sobre a área”.

O espaço destinado a registrar comentários também mostrou respostas recorrentes como gostei da palestra/oficina, queria participar mais de projetos/oficinas/palestras, o projeto foi bem elaborado pela professora, a oficina ampliou meu conhecimento, a palestra aumentou a vontade pelo curso de mineração. A resposta mais elaborada afirmou que “Desejaria visitar a empresa Vale e CBMM, conversar com pessoas do ramo e visitar o laboratório do CEFET”.

## 5 CONCLUSÃO

A mineração é uma das principais atividades econômicas do município, o que desperta nos jovens o interesse profissional e, para alguns alunos, representa um motivo de interesse por conhecimentos e cursos da área. Os resultados obtidos na pesquisa explicitam a viabilidade da introdução de assuntos de mineração de maneira interdisciplinar no Ensino Médio considerando a receptividade apresentada por parte dos estudantes.

Embora a quantidade de alunos do 1º ano envolvidos na Oficina Pedagógica de Mineração não tenha contado com a presença de todos aqueles que inicialmente manifestaram disponibilidade, daqueles que efetivamente participaram dois terços classificaram os temas dos encontros como interessantes ou muito interessantes e os recursos utilizados como de muito boa qualidade.

A estratégia pedagógica de oficina constituída de palestras, vídeos e manuseio de kits de minerais e réplicas e amostras de fósseis voltadas à divulgação de conhecimentos de mineração conquistou boa aceitação entre os alunos e serviu para viabilizar a interação entre algumas ciências, transcendendo a individualização das disciplinas e valorizando oficinas como espaços interdisciplinares.

Conjugando a vocação minerária do município à receptividade de conhecimentos sobre mineração por alunos do Ensino Médio é preponderante que centros educacionais de Araxá em parceria com empresas e o poder público municipal criem projetos voltados à defesa de uma educação mais inclusiva em questões de atividades econômicas locais.

Este estudo contribui na defesa dessa educação indicando que esta é uma lacuna a ser preenchida no ensino público da cidade e apontando que estratégias didáticas facilitadoras a serem implementadas incluem visitas a museus e mineradoras, realização de feiras de ciências e de experimentos, conforme assinalaram três quartos dos alunos pesquisados. Segundo citações de vários estudiosos, a educação em Geociências deve ser desenvolvida de forma

interdisciplinar em espaços privilegiados ao conhecimento usando estratégias tradutoras das realidades vivenciadas no ambiente.

A pesquisa realizada por uma professora de Biologia estudante de Engenharia de Minas apoiada por um projeto, ainda embrionário de criação de kits didáticos e capacitação de professores em Geociências, assinala a necessidade, o espaço e caminhos de uma educação interdisciplinar inclusiva a ser difundida dentro de um contexto econômico voltado à mineração.



## 6 SUGESTÕES

Este trabalho contribuiu apontando a existência de estudantes do Ensino Médio interessados pelo tema mineração, não somente dispostos a participar de oficinas, mas de outras atividades pedagógicas (também levantadas neste trabalho) que satisfaçam as curiosidades discentes. Portanto, novos estudos devem ser realizados para verificar a possibilidade desta iniciativa ser ampliada com a expansão da oferta de conhecimentos geocientíficos a outros alunos de outras escolas de outros níveis da Educação Básica.

Os centros educacionais ligados às Geociências, por natureza líderes de iniciativas de disseminação de conhecimentos, poderiam firmar parcerias junto às empresas e entidades públicas viabilizando um projeto de educação geocientífica inclusiva e interdisciplinar. Um estudo de viabilidade dessa parceria é um caminho a ser pesquisado.

Este trabalho não envolveu docentes de outros componentes curriculares e é sabido que a educação formal envolve a relação professor-aluno na construção de qualquer conhecimento escolar. Assim, é desejável realizar um estudo voltado aos professores que faça um diagnóstico da participação destes profissionais no ensino de temas de Geociências, tanto de como ensinam, suas carências e sugerindo melhorias das práticas e dos recursos pedagógicos. Esta pesquisa pode lançar bases para recomendar projetos de capacitação de docentes.

Prolongando-se este trabalho, é proposta que se avalie a receptividade da comunidade à implantação de um museu de geociências dotado de acervo com minerais, rochas e amostras paleontológicas, afinal os alunos citaram visitas a museus como atividade de interesse.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros C. O. 2011. *Discursos escolares sobre o ciclo do carbono*. Mestrado Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 155 p.
- Brasil 1996. Senado Federal. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN)*. Brasília: Congresso Nacional.
- Brasil 1998. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF.
- Brasil 1999. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC/SEMTEC.
- Brasil 2002a. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Biologia, Química e Física do ensino médio*. Brasília: MEC/SEF.
- Brasil 2002b. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC.
- Bourotte C. L. M., Toledo M. C. M., Duleba W., Aramaqui G. T., Campos L. G. D., Viana P. J. 2014. Kit didático “da rocha ao grão”... de areia. *Terra e Didática*, **10**(3):298-304.
- Carneiro C. D. R., Toledo M. C. M., Almeida F. F. M. 2004. Dez motivos para a inclusão de temas de Geologia na Educação Básica. *Revista Brasileira de Geociências*, **34**(4):553-560.
- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET 2015. *Projeto pedagógico para implantação do curso de engenharia de minas no Cefet-MG/ Campus IV-Araxá*. Araxá: CEFET.
- Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração – CBMM 2016. Disponível em: <http://www.cbmm.com.br/pt/Paginas/Home.aspx>. Acesso em: 10 abr. 2016.
- Compiani M. 2005. Geologia/Geociências no Ensino Fundamental e a formação de professores. *Revista do Instituto de Geociências*, **3**:13-30.
- Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM 2016. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- Finco-Maidame G. 2011. *Saberes docentes na interface Biologia/Geociências: contribuições de uma professora em formação continuada*. Mestrado Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 119 p.
- Finco-Maidame G. & SILVA H. C. 2011. Saberes docentes e a interface Biologia/Geociências: uma possibilidade da inserção da perspectiva geocientífica no ensino médio brasileiro. *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas, SP.
- Galvão D. M. 2010. *Textualização do tema “mudanças climáticas globais” em questões do Enem na perspectiva das geociências*. Mestrado Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 105 p.
- Galvão D. M. & Finco G. 2009. Geociências no ensino médio: aprendendo para a cidadania. *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis, SC.
- Garcia C. B., Imbernon R. A. L., Lacerda R. A. 2014. Desenvolvimento de recursos didáticos para o ensino de geociências para a Banca das Ciências e Experimentoteca da EACH/USP. *Terra e Didática*, **10**(3):331-335.
- Guimarães E. M. 2004. 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.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE 2016. *Estimativa da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2015*.
- Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Araxá – IPDSA 2012. *Indicadores de desenvolvimento sustentável – Araxá/2012: dimensão econômica*.
- Instituto Estadual de Florestas - IEF 2012. *Parecer único de compensação ambiental*. GCA/DIAP nº 114.
- Lima R. A. G. S. 2013. *Araxá e a mineração: interconexões entre imaginário, memória e as construções discursivas na interação mediada simbolicamente para formação da imagem*. Mestrado Dissertação, Faculdade de Comunicação, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 146 p.
- Mansur K. L. 2009. Projetos educacionais para a popularização das geociências e para a geoconservação. *Revista do Instituto de Geociências*, **5**:63-74.
- Martins F. N., Freitas D. S., Feldkercher N. 2009. Oficinas pedagógicas: instrumento de valorização da diversidade no ambiente escolar. *IX Congresso Nacional de Educação*. p. 4354-4365.
- Ministério da Educação 2016. *Base Nacional Comum Curricular: proposta preliminar*. 2ª versão. Brasília: MEC.
- Moraes L. C. 2005. *O ensino de geologia nos cursos técnicos de mineração no Brasil: uma visão a partir de Araxá, MG*. Doutorado Tese, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 190 p.
- Paviani N. M. S. & Fontana, N. M. 2009. Oficinas pedagógicas: relato de experiência. *Conjectura*, **14**(2):77-88.
- Piranha J. M. & Carneiro C. D. R. 2009. O ensino de geologia como instrumento formador de uma cultura de sustentabilidade. *Revista Brasileira de Geociências*, **39**(1):129-137.
- Potapova M. S. 1968. Geologia como uma ciência histórica da natureza. *Terra e Didática*, **3**(1):86-90.
- Rabelo M. C. P. F., Silva R. I. P., Bastos S. M. M. 2015. *Caderno de formação: área de ciências da natureza*. Secretaria de Estado da Educação, São Luís/MA.
- Silva F. K. M. & Hornink, G. G. 2011. Quando a biologia encontra a geologia: possibilidades interdisciplinares entre áreas. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, **4**(1):117-132.
- Toledo M. C. M. 2005. Geociências no ensino médio brasileiro - análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Revista do Instituto de Geociências*, **3**:31-44.
- Toledo M. C. M., Takayama C. H., Bourotte, C. L. M. 2014. Intemperismo simulado em animação gráfica. *Terra e Didática*, **10**(3):351-356.
- Vale Fertilizantes 2016. Disponível em: <http://www.valefertilizantes.com/>. Acesso em: 10 abr. 2016.

**APÊNDICE A –  
QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DA OFICINA PEDAGÓGICA DE MINERAÇÃO**

**PERFIL DO ALUNO**

Nome: \_\_\_\_\_

**1- Sexo:** ( ) masculino ( ) feminino

**2- Idade:**( ) 14 anos ( ) 15 anos ( ) 16 anos ( ) 17 anos ( ) 18 anos ou mais

**3- Há quantos anos você reside em Araxá/MG?**

- ( ) Durante toda a minha vida. ( ) Entre 1 e 5 anos.  
( ) Entre 5 e 10 anos. ( ) Há menos de 1 ano.

**4- Como você realizou seus estudos de Ensino Fundamental (1º ao 9º ano)?**

- ( ) Todo em escola pública. ( ) Maior parte em escola pública.  
( ) Todo em escola particular. ( ) Maior parte em escola particular.

**PERCEPÇÃO DE MINERAÇÃO**

**5- Com relação a trabalhar no setor de Mineração tenho**

- a) familiar(es) funcionário(s) de mineradora(s)? ( ) Sim ( ) Não  
b) familiar(es) procurando emprego em mineradora(s)? ( ) Sim ( ) Não  
c) interesse em trabalhar futuramente em mineradora? ( ) Sim ( ) Não

**6- A Mineração em Araxá: (Assinale quantas opções desejar.)**

- ( ) é fonte de emprego, renda e impostos. ( ) esgota os recursos minerais.  
( ) incentiva projetos de cultura, educação e esporte. ( ) polui o meio ambiente.  
( ) investe em melhorias de infraestrutura e saúde. ( ) não contribui no desenvolvimento da comunidade.  
( ) contribui para o crescimento de outras empresas. ( ) não sei.  
( ) outra. Qual? \_\_\_\_\_

**OFICINA PEDAGÓGICA DE MINERAÇÃO**

**7- O que influenciou sua participação na Oficina Pedagógica de Mineração? (Assinale quantas opções desejar.)**

- ( ) Já participei de outras oficinas sobre Mineração.  
( ) Curiosidade por temas de Mineração.  
( ) Interesse em cursos da área de Mineração.  
( ) Ampliação de meus conhecimentos sobre assuntos de Mineração.  
( ) Sugestão de um(a) amigo (a)/colega.  
( ) Afinidade com a professora.  
( ) Outro. Qual? \_\_\_\_\_

**8- Avalie, de acordo com seu grau de interesse, cada um dos temas que foram abordados durante a Oficina.**

TEMAS	GRAU DE INTERESSE			
	Sem interesse	Com algum interesse	Interessante	Muito interessante
“Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração”				
“A vida e a mineração por trás dos fósseis e dos combustíveis”				
Kits de minerais				
Réplicas de fósseis				

**9- Indique, na sua opinião, a qualidade dos recursos utilizados tendo em vista a aprendizagem dos conceitos explorados.**

RECURSOS	QUALIDADE			
	Má	Razoável	Boa	Muito boa
Slides e vídeos				
Kits de minerais				
Réplicas de fósseis				

**10- Que dificuldade(s) teve durante sua participação na Oficina? (Assinale quantas opções desejar.)**

- Nenhuma.  
 Linguagem utilizada nos slides e/ou vídeos.  
 Manipulação dos minerais e das réplicas de fósseis.  
 Interagir com os colegas.  
 Tirar as dúvidas com a professora.  
 Muitas, não entendi os temas.  
 Outras. Qual(is)? \_\_\_\_\_

**11- O tempo de duração da Oficina foi:**  longo.  curto.  adequado.

### ESTUDO DE TEMAS DE MINERAÇÃO NA ESCOLA

**12- Você gostaria que sua escola tivesse recursos didáticos sobre Mineração disponíveis aos alunos?**

- Sim  Não

**13- Que disciplina(s) você julga deva(m) ensinar conteúdos relacionados à Mineração no Ensino Médio? (Assinale quantas opções desejar.)**

- Nenhuma disciplina.  Geografia.  
 Biologia.  Química.  
 Física.  Todas as disciplinas.  
 Outra(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_

### MOTIVAÇÃO E APLICAÇÃO DE CONHECIMENTOS PÓS-OFFICINA

**14- Você gostaria de participar de outras Oficinas de Mineração?**  Sim  Não

**15- Após a Oficina, seus conhecimentos sobre os assuntos tratados:**

- não foram alterados.  
 foram aumentados, mas sem utilidade no dia a dia.  
 foram aumentados, com aplicação no dia a dia. Qual(is) aplicação(ões)? \_\_\_\_\_

**16- Qual o seu grau de motivação, após a oficina, para estudar algum curso relativo à área de Mineração?**

- Aumentou minha motivação.  
 Não influenciou minha motivação.  
 Nenhuma motivação.

### SUGESTÕES DE ESTUDOS SOBRE MINERAÇÃO

**17- Que outra(s) atividade(s) você gostaria de participar envolvendo o tema Mineração? (Assinale quantas opções desejar.)**

- Feiras de Ciências.  Palestras.  
 Minicursos.  Jogos (em papel).  
 Experimentos.  Jogos multimídia (celular, computador).  
 Visitas de campo (museu, mineradora).  Confeção de modelos 3D (maquetes).  
 Outras. Qual(is)? \_\_\_\_\_

**18- Dê sugestão(ões) de tema(s) que você gostaria de participar/estudar em outra(s) oficina(s) sobre Mineração.**

---

---

---

---

**19- Registre os comentários que desejar.**

---

---

---

---

## APÊNDICE B – APRESENTAÇÃO DA PRIMEIRA OFICINA



Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

5

## SAIS MINERAIS

- Compostos inorgânicos obtidos através da alimentação.
- Possuem funções reguladora e estrutural.
- A falta ou o excesso pode gerar desequilíbrios na saúde.



Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

6

## SAIS MINERAIS

- Encontrados:
  - ✓ dissolvidos nos líquidos corporais;
  - ✓ cristalizados em estruturas esqueléticas;
  - ✓ associados a moléculas orgânicas.
- Classificados em:
  - ✓ Macrominerais: mais de 100 mg/dia;
  - ✓ Microminerais: menos de 100 mg/dia.



Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

7

## SAIS MINERAIS: FUNÇÃO E FONTE ALIMENTAR



MINERAIS

MINERAIS:  
... A CAMINHADA NAS  
GEOCIÊNCIAS ...



Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

9

## GEOCIÊNCIAS E MINERAIS

- **Geociências ou Ciências da Terra:** ciências relacionadas com o estudo do planeta Terra e sua dinâmica.
- **Geologia:** ciência que busca o conhecimento da origem, composição e evolução da Terra.
- O principal objetivo é entender os processos que regem a dinâmica do planeta Terra e suas implicações nos fenômenos observados no ambiente onde vivemos.
- Aplicam conhecimentos da Física, Geografia, Matemática, Química, História e Biologia.
- O principal fator que impulsiona o homem a conhecer melhor a Terra é o fato de ter que usar materiais extraídos do subsolo – recursos minerais – para atender as suas necessidades básicas.

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

10

## MINERAIS: CONCEITOS

- **Mineralogia** é a ciência da Terra que se dedica ao estudo da gênese, metamorfismo e evolução química e das estruturas molecular e cristalina e propriedades físicas dos minerais. Disciplina de Geologia.
- **Mineral:** sólido inorgânico, de ocorrência natural, com estrutura cristalina definida e composição química específica.
- **Crystal:** organização atômica tridimensional, forma geométrica interna de construção dos minerais.
- **Mineralóide:** sólido natural não cristalino (amorfo).  
Ex.: opala, obsidiana (vidro vulcânico), âmbar (resina vegetal fóssil) e pérola.



Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

11

## MINERAIS: CONCEITOS

- **Gemas:** substâncias sólidas trabalhadas para o uso como adornos pessoais devido a beleza, raridade, durabilidade. São naturais (orgânicas e inorgânicas) ou artificiais.



Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

12

## MINERAL: CONCEITO

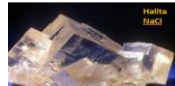
- **Sólido inorgânico de ocorrência natural:**
  - ✓ substâncias no estado sólido;
  - ✓ exclui a matéria orgânica composta de carbono orgânico;
  - ✓ exclui os sintetizados em laboratório.
- **... com estrutura cristalina definida:**
  - ✓ átomos com arranjo tridimensional ordenado e repetitivo.
- **... e composição química específica:**
  - ✓ o tipo e a disposição de elementos químicos torna cada mineral único.

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

13

## FORMAÇÃO DOS MINERAIS

- **Cristalização:** os minerais crescem com os átomos agrupando-se segundo proporções químicas e arranjos tridimensionais ordenados e repetidos.
- O processo de cristalização é causado por fatores:
  - ✓ variações de temperatura. Ex.: olivina, formada pelo resfriamento de magma.
  - ✓ variações de pressão. Ex.: diamante, forma-se no manto em altas temperatura e pressão.
  - ✓ precipitação/evaporação. Ex.: halita, obtida pela precipitação do sal com a evaporação da água.

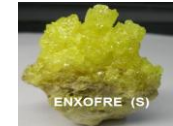
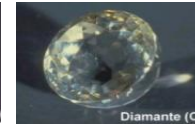


Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

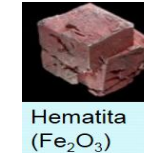
14

## CLASSES DE MINERAIS

- **Elementos nativos:** nenhum íon definidor. Sem íons carregados.



- **Óxidos e hidróxidos:** ânion definidor  $O^{2-}$  (íon oxigênio) e  $OH^-$  (íon hidroxila).



Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

15

## CLASSES DE MINERAIS

- **Silicatos:** ânion definidor  $SiO_4^{4-}$  (íon silicato). Mais abundantes da crosta terrestre.

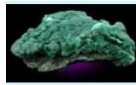
Quartzo  
( $SiO_2$ )



Muscovita  
 $KAl_2Si_3AlO_{10}(OH,F)_2$



- **Carbonatos:** ânion definidor  $CO_3^{2-}$  (íon carbonato).



Malaquita  
( $CuCO_3$ )



$CaCO_3$

Calcita

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

16

## CLASSES DE MINERAIS

- **Sulfetos:** ânion definidor  $S^{2-}$  (íon sulfeto).



Pirita  
 $FeS_2$



Galena  
 $PbS$



$CuFeS_2$

- **Sulfatos:** ânion definidor  $SO_4^{2-}$  (íon sulfato).



Barita  
 $BaSO_4$



Gipsita  
 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

17

### MINERAIS: CONCEITOS

➤ **Rocha:** agregado natural de um ou mais minerais. Classificada segundo sua formação como ígnea, metamórfica ou sedimentar.

➤ **Minério:** agregado de minerais ou rocha que apresentam importância econômica.



A riqueza do Brasil



MINERAÇÃO EM ARAXÁ

MINERAIS: ... E A CHEGADA NA MINERAÇÃO...

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

19

### MINERAÇÃO: CONCEITO E IMPORTÂNCIA

➤ **Mineração:** processos, atividades e indústrias cujo objetivo é a extração de substâncias minerais de depósitos.

➤ Como atividade industrial, a mineração é indispensável para a manutenção do nível de vida e avanço das sociedades modernas.

Cada americano que nasce irá consumir ...



...1,63 milhões de toneladas de minerais, metais e combustíveis numa vida.

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

20

### Sua casa vem da mineração

Além de toda a infra-estrutura urbana, o prédio ou a casa onde você mora tem inúmeros produtos provenientes de substâncias minerais.



Elemento	Substância mineral
1. Tijolo	Argila
2. Bloco	Areia, seixo ou brita, calcário
3. Fiação elétrica	Cobre, petróleo
4. Lâmpada	Quartzo, tungstênio, alumínio
5. Fundações de concreto	Areia, seixo ou brita, calcário, ferro
6. Ferragens	Ferro, alumínio, cobre, zinco, níquel
7. Vidro	Areia, calcário, feldspato
8. Louça sanitária	Caulim, calcário, feldspato, talco
9. Azulejo	Caulim, calcário, feldspato, talco
10. Piso cerâmico	Argila, caulim, calcário, feldspato, talco
11. Isolante, lâ de vidro	Quartzo e feldspato
12. Isolante (agregado)	Mica
13. Pintura (tinta)	Calcário, talco, caulim, titânio, óxidos metálicos
14. Caixa d'água	Calcário, argila, gipsita, amianto, petróleo
15. Impermeab., betume	Folhelho pirobetuminoso, petróleo
16. Plac	Mármore, granito, ferro, níquel, cobalto
17. Encanamento metálico	Ferro ou cobre
18. Encanamento PVC	Petróleo, calca
19. Forro de gesso	Gipsita
20. Esquadrias	Alumínio ou ligas de ferro-manganês
21. Piso pedra	Ardósia, granito, mármore
22. Calha	Ligas de zinco, níquel, cobre ou fibra-amianto
23. Telha cerâmica	Argila
24. Telha fibra-amianto	Calcário, argila, gipsita e amianto
25. Pregos e parafusos	Ferro níquel
26. Contra-piso	Areia, brita, calcário (cimento)



Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

21

## MINERAÇÃO EM ARAXÁ



Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

22

## CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração



Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

23



Vista aérea da mina de nióbio



Operações de lavra da mina de nióbio



Correia que transporta o minério da mina até à unidade de concentração



Silos de estocagem de minério e Unidade de Concentração

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

24

## CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração

- Fundada em 1955.
- Empresa privada dedicada à extração, processamento, fabricação e comercialização de produtos à base de nióbio e ETR (Elementos Terras Raras).
- Pirocloro -  $(Ca,Na)_2(Nb, Ti,Ta)_2O_6(OH,F,O)$  minério de nióbio.
- Monazita -  $(Ce,La,Nd,Th)PO_4$  minério de terras raras.

### Monazita



Cristal de Monazita

Na geologia, o mineral monazita é um fosfato castanho-avermelhado contendo metais, terras raras e uma fonte importante de Tório, lantânio e cério. Ocorre, geralmente, na forma de pequenos cristais isolados.

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

25

## PRODUTOS DA CBMM

17 Elementos Terras Raras (ETR)

**Oxidos de Terras Raras**

**Niobio**  
41 Nb  
Niobium  
92.90638

**Ferronióbio**  
(liga metálica de ferro e nióbio)

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

26

## APLICAÇÕES DOS PRODUTOS DA CBMM



Fonte: CBMM

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

27

## APLICAÇÕES DOS PRODUTOS DA CBMM

<p><b>Magnetos</b></p> <p>Nd, Tb, Dy, Pr</p> <p>Computadores HD Partes Automotivas Refrigeração Magnética Tubos de Microondas Geração de Energia Microfones Sistemas de Comunicação Ressonância Magnética</p>	<p><b>Fosforescentes</b></p> <p>Nd, Eu, Tb, Y, Er, Gd, Ce, Pr</p> <p>Display Fosforescentes – CRT, LPD, LCD Lâmpadas Fosforescentes Imagens Médicas Lasers Fibras Óticas</p>	<p><b>Baterias</b></p> <p>Nd, Y, La, Ce, Pr</p> <p>Baterias NiMH Células Combustível Aço Super Ligas Alumínio Magnésio</p>	<p><b>Catalisadores</b></p> <p>Nd, La, Ce, Pr</p> <p>Refinaria de Petróleo Conversores Catalíticos Aditivos de Combustíveis Processamentos Químicos Controle de Poluição Atmosférica</p>
<p><b>TR Crítica</b></p> <p><b>TR Pesadas</b></p> <p><b>TR Leves</b></p> <p>Fonte: Frontier Rare Earths, Roskill Seminar November, 2013</p>	<p><b>Cerâmicos</b></p> <p>Nd, Y, Eu, Gd, Lu, Dy, La, Ce, Pr</p> <p>Capacitores Sensores Corantes Cintiladores Refratários</p>	<p><b>Vidro &amp; Polimento</b></p> <p>Nd, Gd, Er, Ho, La, Ce, Pr</p> <p>Compostos para Polimentos Pigmentos &amp; Coatings Vidros Resistentes a UV Vidros Óticos Imagens de Raios X</p>	<p><b>Defesa</b></p> <p>Nd, Eu, Tb, Dy, Y, Lu, Sm, La, Pr</p> <p>Comunicações por Satélite Sistemas de Localização Estruturas de Aeronaves</p>

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

28

## VALE FERTILIZANTES – COMPLEXO MINEROQUÍMICO DE ARAXÁ





Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

29

## VALE FERTILIZANTES – COMPLEXO MINEROQUÍMICO DE ARAXÁ

- Fundada em 1971.
- Empresa dedicada à extração, processamento e fabricação de produtos à base de fosfato (fertilizantes).
- Apatita -  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{OH},\text{Cl})$  minério de fosfato.



### Apatita



APATITA

É um mineral do grupo dos fosfatos que apresenta as seguintes variantes: hidroxiapatita, fluorapatita e clorapatita, assim nomeados por causa das altas concentrações de íons de Hidróxido (OH<sup>-</sup>), Fluoreto (F<sup>-</sup>), Cloreto (Cl<sup>-</sup>), respectivamente em sua estrutura cristalina. Fosforita é o nome dado à Apatita impura.

Minerais: o primeiro passo na Biologia, a caminhada nas Geociências e a chegada na Mineração.

30

## APLICAÇÕES DOS PRODUTOS DA VALE FERTILIZANTES



Nitrogênio, fósforo e potássio são encontrados naturalmente no solo, porém em quantidades inferiores às necessárias para manter a produtividade agrícola.

Por isso, o produtor precisa, a cada safra, preparar o solo com novas aplicações de NPK para garantir a sustentabilidade da lavoura.



## APÊNDICE C – APRESENTAÇÃO DA SEGUNDA OFICINA



A vida e a mineração por trás dos fósseis e dos combustíveis

### TEMPO GEOLÓGICO

- > A história da Terra é antiga, pois o planeta tem 4,5 bilhões de anos.
- > Os primeiros organismos, datados de 3,5 bilhões de anos, eram unicelulares procariontes. Encontrados em estromatólitos (do grego *stroma*=cama, camada e *lithos*=rocha), que são estruturas laminares construídas por cianobactérias e bactérias.
- > O Tempo Geológico é longo e precisa ser subdividido originando a Escala de Tempo Geológico.

A vida e a mineração por trás dos fósseis e dos combustíveis

### ESCALA DE TEMPO GEOLÓGICO

ERA	M.a.	Período	Evento / Fósseis
Quaternário	2	Quaternário	Hominídeos
	24	Neogenico	Florestas
Terciário	65	Palcozénico	Extinção dos dinossauros
	135	Cretácico	Dinossauros, Mamíferos
Mesozóico (Mesozoico)	200	Jurássico	Dinossauros, Répteis
	245	Triássico	Dinossauros, Répteis
Paleozóico (Primitivo)	300	Permiano	Amfíbios, Répteis, Insetos
	360	Carbonífero	Amfíbios, Répteis, Insetos
	417	Devoniano	Peixes, Insetos
	435	Siluriano	Peixes, Insetos
	500	Ordoviciano	Peixes, Insetos
	545	Cambriano	Trilobites, Insetos
Pré-Cambriano			

ACONTECIMENTO	IDADE (M.a.)
Formação da Terra	4500
Primeiras formas de vida	3500
Explosão de vida no Cambriano	545
Desaparecimento das trilobites	245
Extinção dos dinossauros	65
Expansão dos mamíferos	65
Aparecimento do Homem	2,5

A vida e a mineração por trás dos fósseis e dos combustíveis



## PALEONTOLOGIA

➤ **Paleontologia** [deriva do grego *palaios*(antigo) + *ontos*(ser) + *logos* (estudo)]: ciência que estuda a vida do passado, bem como seu desenvolvimento ao longo do tempo geológico e os processos de integração da informação biológica no registro geológico, isto é, a formação dos fósseis. Fundamenta-se na:

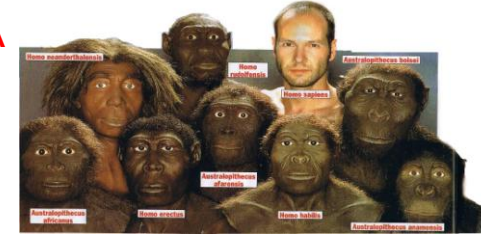
✓ **Biologia:** ciência que estuda os seres vivos.

✓ **Geologia:** ciência que estuda a Terra, sua história e as transformações ocorridas.



## OBJETIVOS DA PALEONTOLOGIA

- fornecer dados para o conhecimento da evolução biológica dos seres vivos através do tempo;
- estimar a datação relativa das camadas em que se encontram os fósseis;
- reconstituir o ambiente em que viveu o fóssil;
- reconstituir a história geológica da Terra;
- identificar as rochas em que podem ocorrer substâncias minerais (fosfato) e combustíveis (carvão e petróleo).



## Fósseis

do latim *fossilis*, tirado da terra



## FÓSSEIS E FOSSILIZAÇÃO

➤ **Fósseis** são restos de seres vivos ou vestígios de suas atividades, que viveram há muitos anos na Terra.

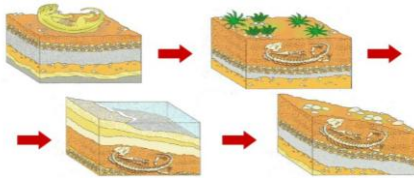


➤ **Fossilização** é o conjunto de processos que permitem a preservação dos vestígios de seres vivos que existiram no passado.



### CONDIÇÕES FAVORÁVEIS À FOSSILIZAÇÃO

- Existência de partes resistentes: troncos, ossos, dentes, carapaças, conchas. As partes moles são removidas ou decompostas.
- Os restos devem ser rapidamente soterrados por sedimentos. Associado à formação de rochas sedimentares.
- Habitat protegido de agentes atmosféricos como ambientes aquáticos.
- Condições ambientais como baixas temperatura e umidade, que dificultam a decomposição.



### ETAPAS DE FORMAÇÃO DE UM FÓSSIL

- 1) Morte do ser vivo em ambiente favorável;
- 2) Deposição de sedimentos sobre os restos, que deixam de ter contato com os agentes atmosféricos e com o oxigênio;
- 3) Substituição da matéria orgânica por matéria mineral;
- 4) Milhões de anos depois, o desgaste das rochas expõe o fóssil.



### FOSSILIZAÇÃO

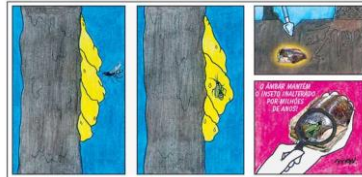
- **Mumificação ou Conservação:** todo o organismo é preservado, inclusive os tecidos moles em gelo ou âmbar (resina vegetal).



Inseto preservado em âmbar

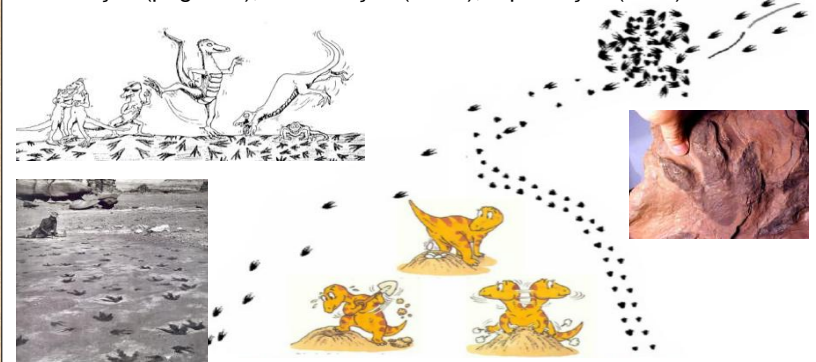


Mamute preservado por congelamento



### ICNOFÓSSEIS

- Vestígios que possibilitam conhecer o modo de vida dos seres: locomoção (pegadas), alimentação (fezes), reprodução (ovos).



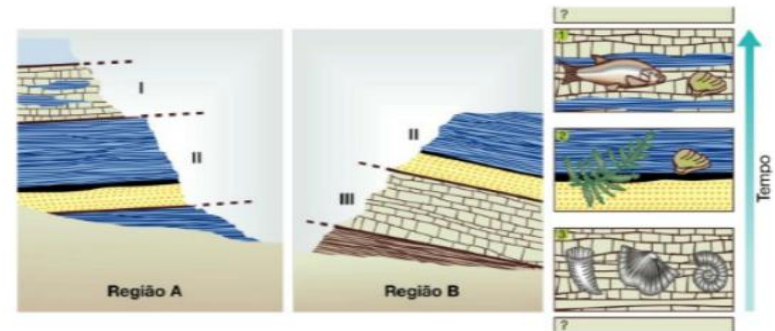
### ICNOFÓSSEIS

- Vestígios que possibilitam conhecer o modo de vida dos seres: locomoção (pegadas), alimentação (fezes), reprodução (ovos).



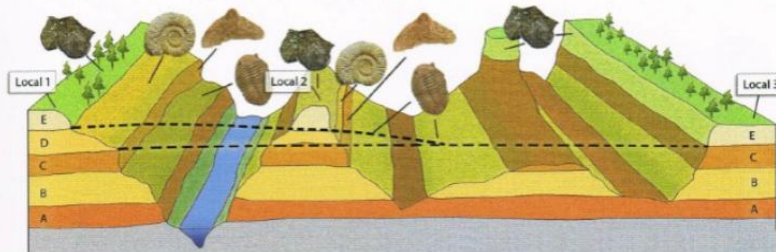
### FÓSSEIS NA GEOLOGIA

- Os fósseis fornecem um meio de estabelecer a idade relativa dos estratos rochosos.



### PRINCÍPIO DA IDADE PALEONTOLÓGICA

- O uso de fósseis para datação relativa das rochas iniciou-se no século XIX com o engenheiro inglês William Smith.
- Rochas independentemente de suas localizações geográficas que apresentem o mesmo conteúdo fóssilífero possuem a mesma idade.



### PRINCÍPIO DA IDADE PALEONTOLÓGICA

- Estratos que contém os mesmos fósseis têm a mesma idade e formaram-se em ambientes semelhantes.
- Os fósseis permitem relacionar estratos rochosos, mesmo que estejam muito afastados.





### FÓSSEIS - GUIAS

- > Se encontram exclusivamente em determinados estratos e ocupam sempre a mesma posição relativa entre si.
- > São característicos de um determinado período geológico.



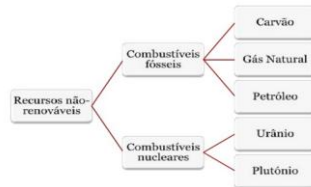
- > Os **trilobitas** (latim, *tri* = três + *lobus* = lobo) eram artrópodes exclusivos de ambientes marinhos.
- > Eles apareceram no Cambriano e se extinguíram no Permiano.



### COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

- > Os combustíveis fósseis são recursos naturais não-renováveis, pois sua reposição pela natureza exige um tempo geológico muito longo e, por isso, são esgotáveis.
- > Seu uso libera gases do efeito estufa, sendo considerados elementos que produzem energia suja ou poluente.
- > O carvão mineral, o petróleo e o gás natural são os recursos minerais fósseis mais usados no mundo atual.

Recursos Geológicos – exploração sustentada



Combustíveis fósseis

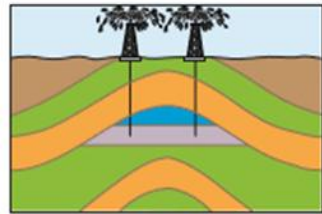
• Resultam da transformação da matéria orgânica, podendo ocorrer sob os 3 estados físicos diferentes.

### PETRÓLEO

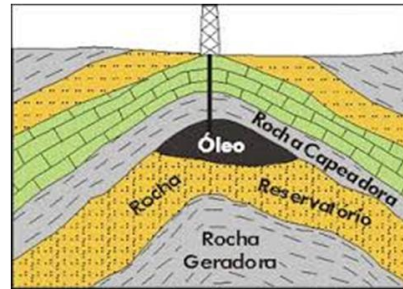
- > Substância composta de hidrogênio e carbono (hidrocarboneto), oleosa e inflamável e de origem orgânica – deposição de plâncton marinho.
- > Os restos de matéria orgânica após se depositarem no fundo dos ambientes aquáticos foram cobertos por areia e lama e decompostos por bactérias.
- > Sob pressão, os hidrocarbonetos fluidos migram da rocha geradora e acumulam-se em rochas porosas e permeáveis, constituindo a rocha-reservatório.
- > A rocha-reservatório, a rocha cobertura e outras estruturas que impede o movimento do petróleo até a superfície, constituem uma armadilha petrolífera, que pode ser explorada.



**ESTRUTURA ARMAZENADORA DE PETRÓLEO**

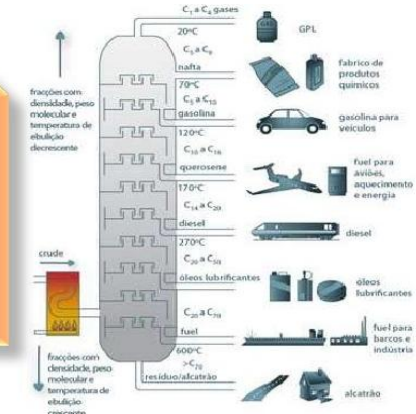


■ Rocha porosa  
■ Rocha impermeável  
■ Óleo  
■ Gás



**PETRÓLEO**

A refinação consiste numa série de tratamentos físicos e químicos que visam a separação do petróleo bruto em numerosos componentes, os chamados derivados. Posteriormente estes derivados vão entrar na constituição de vários produtos do nosso quotidiano.



**APLICAÇÕES DO PETRÓLEO**

- Indústria: plásticos, óleos e lubrificantes, etc.
- Vestuário e calçado: Fibras têxteis sintéticas, de nylon, processamento de couro, solas de sapato, etc.
- Lavagem: Champô, detergentes, produtos de limpeza, etc
- Combustível: Aquecimento, automóveis, aviões, etc.
- Construção: Estradas, calçadas, cimento, etc.
- Agricultura: inseticidas, herbicidas, fertilizantes, etc.
- Medicina: próteses, implantes, óculos, medicamentos, etc.

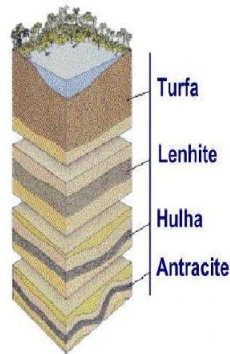
**CARVÃO MINERAL**

- > Tem origem orgânica – deposição de vegetais em bacias sedimentares – cujo soterramento seguido da elevação de temperatura e pressão transformaram a madeira em carvão a partir da perda de todos os elementos e enriquecimento em carbono.
- > Idade: Era Paleozóica – Períodos Carbonífero e Permiano.
- > Sua formação exige:
  - ✓ presença de vegetação;
  - ✓ clima com temperaturas mais baixas (para evitar que a matéria orgânica se decomponha antes do soterramento);
  - ✓ condições geológicas mais instáveis;
  - ✓ tempo geológico extenso para que a reação química se complete. Quanto mais antigo é o carvão, maior é o enriquecimento em Carbono e maior é o seu poder calorífico.



### TIPOS DE CARVÃO MINERAL

- > Turfa – é o carvão menos transformado e de menor poder calorífico. Sua queima gera muita impureza como água, cinzas, gás carbônico e enxofre.
- > Linhita – é um tipo de carvão mais transformado que a turfa, porém ainda de baixo poder calorífico. É utilizado como carvão vapor em termelétricas para produção de eletricidade e como carvão siderúrgico na produção de aço.
- > Hulha – é um carvão com alto grau de transformação e alto poder calorífico, com larga utilização em termelétricas e siderurgias.
- > Antracito – é o carvão mais transformado e o que possui o maior poder calorífico.



### CARVÃO MINERAL: CINTURÃO CARBONÍFERO

#### Carvão mineral no Brasil

No Brasil, as reservas de carvão mineral totalizam sete bilhões de toneladas, concentradas nos Estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, do Paraná e de São Paulo. O carvão brasileiro é de baixa qualidade e, por isso, é mais utilizado como carvão-vapor, ou seja, para produzir energia elétrica em usinas termelétricas. O Rio Grande do Sul possui 39% das reservas com um carvão energético de pobre a média qualidade, que admite algum beneficiamento e transporte de curta distância. São jazidas problemáticas, de camadas carboníferas finas e irregulares, em sua maioria de subsolo, com partes apenas restritas a céu aberto, o que dificulta seu aproveitamento em grande escala.

