

METODOLOGIA DIDÁTICA EM ENGENHARIA GEOLÓGICA/GEOLOGIA: ROTEIRO DE VISITAÇÃO TEMÁTICO DE GEOLOGIA ECONÔMICA, PETROLOGIA, GEOTECTÔNICA E PALEONTOLOGIA

Rodson de Abreu Marques¹, Luiz Fernandes Dutra¹, Vitória Estorino de Abreu¹, Arthur Eustáquio Félix Xisto¹, Gabriel Xavier Cimini¹, Bruno Barros de Andrade¹

¹Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil (rodson.marques@ufop.edu.br)

Resumo: O trabalho apresenta um relato de experiência educacional na área de geociências, envolvendo técnicas e o desenvolvimento de habilidades no uso de microscópio de luz transmitida e refletida. A metodologia baseou-se na elaboração e aplicação de roteiros práticos em laboratórios de Geologia. A temática abordada baseou-se nos depósitos associados à geologia econômica, à petrologia, à geotectônica e à paleontologia. Além disso, foram observados exemplares de litologias do Quadrilátero Ferrífero.

Palavras-chave: Geologia Econômica; Quadrilátero Ferrífero; Microscopia; Educação

INTRODUÇÃO

Interações e trocas de experiências acadêmicas são um enorme incentivo a profissionalização e a realização de atividades lúdicas, interativas e de aprendizado prático. Neste sentido, o presente trabalho traz um relato de experiência educacional entre graduandos de geologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e de engenharia geológica da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

As atividades são fruto da parceria entre o Programa de Educação Tutorial (PET) Engenharia Geológica da UFOP e o Programa de Extensão Geociências sem Muros da UFOP (Figura 1), no qual se desenvolve a elaboração de roteiros de visitação a partir da utilização de laboratórios do Departamento de Geologia da Escola de Minas da UFOP.



Figura 1. Logotipos do Programa de Educação Tutorial UFOP e do Programa de Extensão Geociências sem Muros da UFOP.

O objetivo da ação consiste na interação prática entre graduandos dos cursos de geologia e de engenharia geológica, estabelecendo as diferenças e relações, bem como a adaptação dos diferentes currículos para a geologia econômica, petrografia, geotectônica e paleontologia.

Justifica-se o projeto para fortalecer das práticas educacionais nas geociências, principalmente em relação à discussão da matriz curricular dos cursos de geologia/engenharia geológica. Ademais, tornam-se relevantes as discussões das temáticas para divulgação para as comunidades a partir de ações de extensão universitária e as trocas de informações referentes aos diversos projetos de pesquisa entre ambas as instituições.

Os roteiros de visitação em laboratórios de geologia exercem um papel relevante, pois estabelecem a vivência da aprendizagem prática, principalmente com o histórico e a importância dos acervos, possibilitando a ação mais concreta, participativa e expressiva. As atividades estimulam a interatividade: em vez de uma observação passiva e inativa, o roteiro conduz o visitante a investigar e elucidar o espaço, as amostras, os equipamentos (como microscópios) de forma organizada.

Além disso, deve-se considerar a importância da disseminação dos conteúdos de geociências, especialmente atrelada ao ensino de geografia e geologia. Visto que este conhecimento, por vezes, não é muito concreto, Rankey e Ruzek (2006) destacam que, nas últimas décadas, o ensino nesta área de conhecimento tem buscado acompanhar o progresso

Em relação ao QFe, um dos principais focos temáticos da atividade, é descrito, de acordo com Castro et al. (2020), por uma estratigrafia constituída por unidades litoestratigráficas do Arqueano, Paleo-Mesoproterozoico e Cenozoico. A coluna estratigráfica do QFe, da base para o topo, é caracterizada por: Complexos Metamórficos; Supergrupo Rio das Velhas; Supergrupo Minas; Supergrupo Estrada Real; Grupo Barbacena; Supergrupo Espinhaço; Unidades sedimentares (Figura 2).

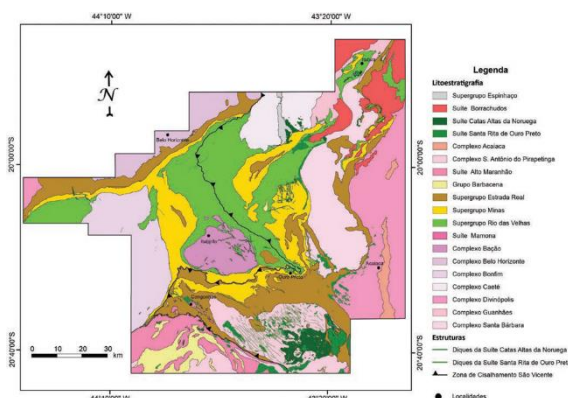


Figura 2. Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero (Castro et al. 2020).

MATERIAL E MÉTODOS

Para abordagens metodológicas didáticas e pedagógicas foram utilizados referências e instrumentos: do Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 7/2018 (para uma abordagem integrada da relevância da extensão universitária a

partir da interação dialógica entre universidade as comunidades); do Ministério da Educação, considerando a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que Incentiva metodologias investigativas, levando-se em consideração habilidade e competências do ensino fundamental e médio, a aprendizagem por vivências e aproximação dos estudantes com práticas científicas; e, por fim, técnicas associadas às do *Museums, Objects, and Collections* (Pearce, 1992), que caracteriza a função de espaços expositivos e coleções como ambientes educativos e de divulgação científica, bem como a importância dos símbolos das coleções para uma comunidade.

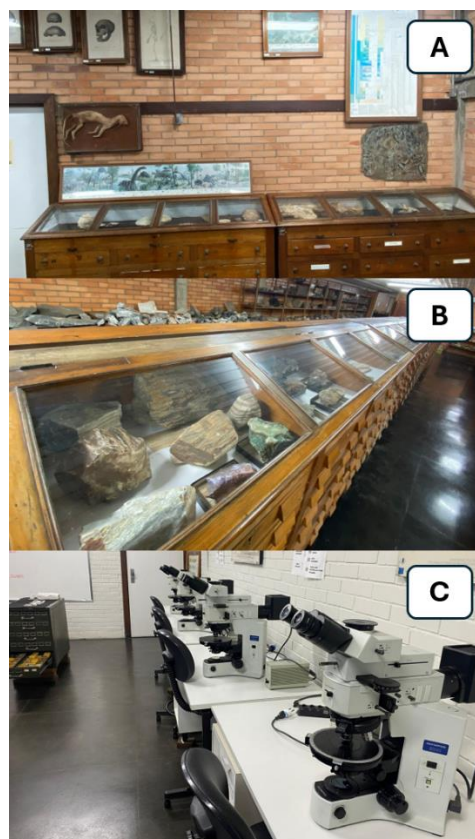


Figura 3. Em (A) Laboratório de Petrografia Macroscópica. Em (B) Laboratório de Microscopia Óptica. Em (C) Laboratório de Paleontologia.

Foram utilizadas doze lâminas delgadas e delgadapolidas de depósitos minerais e rochas do QFe (Figura 4A), minerais e gemas (Figura 4B), várias amostras de rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas (Figura 4C), e fósseis (Figura 4D). Por fim, a metodologia seguiu parâmetros temáticos de organização das instalações laboratoriais, atentando à disposição dos equipamentos (microscópio petrográfico Olympus BX41 – Figura 5), coleções geológicas e materiais expositivos, bem como à adequação dos espaços para a recepção dos visitantes.

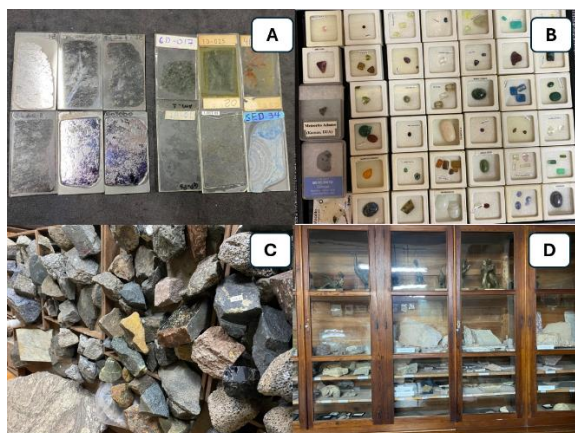


Figura 4. Amostras de lâminas petrográficas (A). Amostras de minerais e gemas (B). Amostras de rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares (C). Amostras e réplicas de fósseis (D).



Figura 5. Microscópio petrográfico de luz refletida e transmitida do Laboratório de Microscopia Óptica, DEGEO, EM, UFOP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ação contou com cerca de vinte e cinco discentes de graduação em geologia e engenharia geológica e com 3 docentes das áreas de geologia econômica e petrologia. Os roteiros também contribuíram para a organização logística dos visitantes, que puderam realizar discussões referentes aos distintos depósitos. A interação propiciou a discussão das diferentes matrizes curriculares entre as áreas de engenharia geológica (UFOP) e de geologia (UFES) (Figura 8). Foi colocado em relevância que o Currículo de Engenharia Geológica da UFOP é historicamente voltado para a geologia econômica, pois uma das características conspícuas é a localização no coração do QFe e a história da criação da Escola de Minas por Claude-Henri Gorceix. Já na UFES, há destaque em mineralogia e petrografia, devido ao estado do Espírito Santo ser um dos maiores produtores e

beneficiadores de rochas ornamentais do Brasil, além de diversas ocorrências de litologias, como granitos, gnaisses e mármore. econômicas e às características petrográficas de litologias do QFe na região dos Inconfidentes.

As amostras de geologia econômica (Figura 6) basearam-se em: 1) Au orogênico (Pilar), contendo: pirrotita, pirita, arsenopirita, calcopirita e ouro; 2) Depósito MVT de Pb-Zn (Morro Agudo): galena, esfalerita e pirita; 3) IOCG de Cu-Au (Igarapé Bahia): magnetita, calcopirita, bornita, molibdenita, covellita e uraninita; 4) IOCG de Cu-Au (Salobo): magnetita, bornita, calcopirita e calcocita; 5) IOCG de Cu-Au (Salobo3@): magnetita, calcopirita, bornita, grafita, molibdenita; e 6) Níquel magmático (Americano do Brasil): pirrotita magnetita, pentlandita, calcopirita, com ocorrência subordinada de pirita.

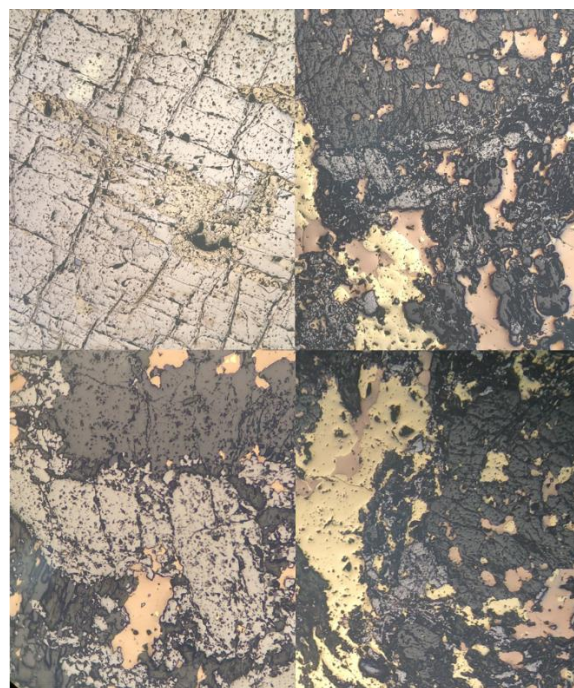


Figura 6. Amostras de minerais metálicos em lâminas delgadas sob luz refletida.

As amostras petrográficas das litologias do QFe (Figura 7), observadas sob luz transmitida, foram: 1) Metakomatiito do Grupo Nova Lima Supergrupo Rio das Velhas, contendo serpentina, anfibólio, opacos e carbonato; 2) Metadiabásio do Complexo Bação (embasamento), contendo actinolita, plagioclásio e quartzo; 3) Granofels, contendo serpentina, talco e carbonato; 4) Xisto contendo mica branca, estauroлита, turmalina, granada e opacos; 5) Metarenito do Grupo Itacolomi composto predominantemente por cristais de quartzo e mica branca (sericita); 6) Rocha carbonática com estromatólitos da Formação Fecho do Funil (Grupo Piracicaba, Supergrupo Minas).

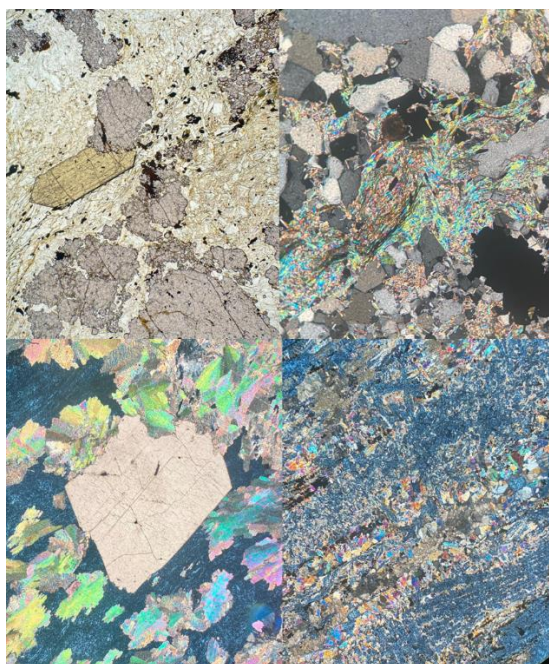


Figura 7. Amostras de rochas do QFe em lâminas delgadas sob luz transmitida.



Figura 8. Interatividade entre os graduandos da UFOP e da UFES nos laboratórios de Microscopia Óptica e de Petrografia Macroscópica DEGeo/EM/UFOP.

Portanto, foi apresentada aos discentes da UFES a ementa da disciplina de Geologia Econômica (Plano Pedagógico Curricular de Engenharia Geologia da UFOP, aprovado em 2023): “Gênese e distribuição de depósitos minerais. Depósitos minerais brasileiros. Trabalhos de campo. Trabalhos de extensão. Extensão: caracterização dos recursos minerais da cidade de Ouro Preto e região, no âmbito das ações propostas pelo programa de Extensão Geociências para Todos”

Na visita dos laboratórios de Microscopia e de Petrografia Macroscópica os principais debates foram relacionados aos terrenos geológicos que os diferentes cursos estão inseridos: O Cráton São Francisco (UFOP) e o Sistema Orogênico Araçuaí-Ribeira (UFES). Foram levantados os conceitos de diferenças

litológicas, geocronologia, geotectônica e do tipo de metamorfismo atuante nos terrenos.

No laboratório de Paleontologia, as amostras trabalhadas englobaram principalmente as Bacia do Paraná – como o *Mesosaurus brasiliensis* (Figura 9A); Bacia do Araripe, como ictiólitos (Figura 9B); e os carbonatos com estromatólitos (Figura 9C) de Cachoeira do Campo (Ouro Preto), considerada uma das formas de vida mais antigas do mundo. As interações e questionamentos ocorreram principalmente em temáticas voltadas à preservação do patrimônio fossilífero e de construções históricas contendo rochas ornamentais com fósseis no Brasil.

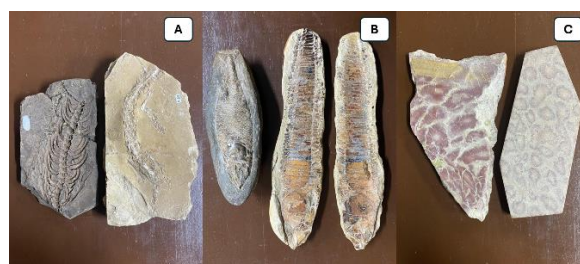


Figura 9: Amostras de fósseis do Laboratório de Paleontologia do Departamento de Geologia da UFOP. Em (A): *Mesosaurus brasiliensis* (Bacia do Paraná). Em (B): Ictiólitos (Bacia do Parnaíba). Em (C): Estromatólitos da Pedreira do Cumbi (Ouro Preto, MG).

Outro eixo temático da ação foi a importância da divulgação científica e da extensão universitária, atuando com ferramentas que potencializam a interação entre universidade e sociedade nos diferentes estados (Minas Gerais e Espírito Santo). Foram discutidos os principais conceitos e aplicações, bem como as diferentes necessidades nas comunidades da região dos Inconfidentes e da região do Caparaó.

Portanto, observou-se que as interações entre grupos universitários são de extrema relevância, assim como a troca de vivências, experiências extensionistas, debates sobre projetos de pesquisa e sobre métodos educacionais.

O encontro destaca o fortalecimento da área da Geologia nos três pilares fundamentais do ensino superior, bem como uma dinâmica de ensino mais integrada às Ciências da Terra. Tendo em vista este paradigma, segundo Drummond e Markin (2008), a maior parte dos cursos de Geologia nos Estados Unidos foca em matérias mais tradicionais, com pouca inclusão de conteúdos sobre o Sistema Terrestre e os Ciclos Globais. De acordo com Carneiro e Gonçalves (2010), embora ainda não haja pesquisa de dados específicos para as universidades brasileiras, calcula-se que o cenário seja similar.

Além disso, uma abordagem relacionada à educação inclusiva foi debatida, na qual uma roteirização e desenvolvimento de métodos, ferramentas e disciplinas voltados aos materiais acessíveis e ao desenho universal (como maquetes táteis - Figura 10, braile e LIBRAS) deveriam ser implementados em todos os cursos de geologia/engenharia geológica no Brasil.



Figura 10. Materiais táteis em geologia (mapas, cartas, maquetes e jogos educativos).

Da perspectiva pedagógica, os roteiros em laboratórios de geologia (Figura 11) permitiram que os objetivos da visita fossem alinhados aos conteúdos trabalhados em sala de aula e principalmente em atividades de campo (essenciais à formação do(a) geólogo(a). Além disso, favoreceram a contextualização dos conceitos científicos específicos e dos contextos geotectônicos distintos aos dois grupos, mas integrando a um sistema mais amplo do sistema Terra.

Por fim, a ação destacou outro aspecto relevante: a valorização da aprendizagem ativa. Através de questionamentos geológicos, formulação de hipóteses, atividades de observação e registros em lâminas delgadas, os roteiros propiciaram os visitantes a elucidar fenômenos naturais, e discutir suas observações. Ademais, o encontro permitiu a troca não somente de aspectos positivos, mas também das dificuldades encontradas pelos grupos e a troca de informações, como os desafios encontrados nas

universidades e em cursos de geologia, especialmente nas atividades de campo e laboratórios. Essa abordagem promoveu o desenvolvimento do pensamento crítico e o amadurecimento profissional dos participantes.



Figura 11. Exemplo das guias e roteiros com descrições para a visita e o estudo dos minerais sob o microscópio petrográfico.

CONCLUSÃO

O encontro de dois grupos universitários, Engenharia Geológica da UFOP e Geologia da UFES, possibilitou a troca de informações e vivências no âmbito universitário. O fio condutor foram os roteiros desenvolvidos em laboratórios de ensino (petrografia,



microscopia e paleontologia), estabelecendo diálogos em ensino, pesquisa e Extensão. Além disso, nos laboratórios de Geologia, os roteiros de visitação englobaram atividades envolvendo minerais, gemas, rochas metamórficas, ígneas e sedimentares (algumas do acervo histórico), fósseis, mapas, microscópios petrográficos de luz transmitida e refletida e coleções didáticas, possibilitando que os participantes elucidassem processos geológicos por meio da observação direta. Essa experiência favoreceu a percepção da relação entre os recursos econômicos dos estados de Minas Gerais (especialmente do QFe), a história geológica da região dos inconfidentes, o patrimônio geológico (igrejas, casarões e a arte em pedra sabão) e os desafios ambientais contemporâneos.

No geral, a criação de roteiros de visitação aos laboratórios de geologia reproduz um procedimento metodológico que aprimora o processo educativo nas geociências, possibilitando uma ampla interatividade dos graduandos e aumentando o impacto das atividades de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidas em cursos de geologia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor da disciplina Geologia Econômica e aos discentes do curso de Geologia da Universidade Federal do Espírito Santo por proporcionar um ambiente interativo e de discussões relevantes para o ensino, extensão e pesquisa em âmbito acadêmico.

REFERÊNCIAS

- Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- Brasil. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 7/2018.
- Carneiro C.D.R.; Gonçalves P. W. Earth System Science for undergraduate Geology and Geography courses, Campinas, Brazil. *TERRÆ* 7(1-2):29-40, 2010.
- Castro, P.T.A; Gandini, A. L; Endo, I. Quadrilátero Ferrífero: avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Belo Horizonte: 3i Editora, 2020.
- Drummond C.N., Markin J.M. An analysis of the Bachelor of Science in Geology degree as offered in the United States. *J. Geosc. Educ.*, 56(2):113-119. 2008.
- Pearce S.M. Museums, Objects and Collections: A Cultural Study. Ed. Leicester University Press. ISBN 978-0718514426. 256 páginas 256p. 1992.

Rankey E.C., Ruzek M. Symphony of the spheres: perspectives on Earth System Science Education. *J. Geosc. Educ.*, 54(3): 197-201. 2006.

UFOP DEGEO. Plano Pedagógico Curricular de Engenharia Geologia da UFOP. 2023.