



**PUC
GOIÁS**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES
GRADUAÇÃO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

A TERRA FÍSICA

JOSÉ DE ARAÚJO NOGUEIRA NETO

GOIÂNIA - GOIÁS

2024

JOSÉ DE ARAÚJO NOGUEIRA NETO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Física da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Me. Edson Vaz de Andrade

Coorientadora: Prof^a Me.^a Lilian Rodrigues Rios

GOIÂNIA - GOIÁS

2024

JOSÉ DE ARAÚJO NOGUEIRA NETO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Formação de Professores e Humanidades da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciatura Plena em Física.

Data da Defesa: ____ de _____ de ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Edson Vaz de Andrade
Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Orientador

Prof. Me. Clebes André da Silva
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Prof. Dr. Cloves Gonçalves Rodrigues nome
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

GOIÂNIA - GOIÁS

2024

*Aos meus primeiros mestres no
conhecimento e na vida, Maria de Lourdes
Guarany Nogueira e Raimundo Frota de
Sá Nogueira*

Agradecimentos

As colaboradores e docentes que compõem o quadro da Pontifício Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), que de alguma maneira, sob os mais diversos aspectos, contribuíram para que fosse possível a elaboração deste trabalho, e pela busca da qualidade e excelência do ensino, externamos nossos agradecimentos.

Ao colega e amigo Floriano, pelas discussões, sugestões e incentivos, quando do desenvolvimento em diversas disciplinas cursadas.

Ao colega e amigo Gecimon, que partiu precocemente, pelo exemplo de perseverança e luta.

Ao professor Anderson Silva, Coordenador da Licenciatura em Física, pela atenção dada aos pleitos a ele dirigidos, concernentes às disciplinas e estrutura curricular.

A professora Lilian Rios, coorientadora do presente trabalho, pelo incentivo, discussões e pela viabilização dos estágios realizados no Centro de Ensino em Período Integral Cecilia Meirelles, sob sua responsabilidade.

Ao professor orientador e amigo Edson Vaz, pela presteza, atenção e incentivos dados ao desenvolvimento do trabalho.

A filha Barbarah e ao filho Miguel, pela compreensão, no sentido da falta de tempo do “Papi”, por não lhes dar a atenção merecida.

A querida esposa Martha, pela dedicação, incentivo, e paciência nas longas horas de estudo madrugada adentro.

Por fim, a Deus pelas possibilidades a nós dirigidas, e por manter-nos ainda com um pouco de juízo e cabelos.

“A língua dos sábios adorna conhecimento, mas a dos insensatos derrama a estultícia”. Prov. 15.2

RESUMO

O trabalho ora apresentado, versa sobre a possibilidade de interrelação entre as áreas das ciências da natureza, no contexto do ensino médio, tendo a considerar o conceito de interdisciplinaridade, na busca da percepção, por parte dos alunos, sobre as razões pelas quais são impelidos ao estudo de física (química, biologia e matemática), e como aplicar tais conhecimentos ao cotidiano. Para tal, trata da aplicação de princípios da física, especificamente de ondas mecânicas, ao âmbito de um dos fenômenos geológicos mais pujantes no globo terrestre, os terremotos. Expõe também, de forma breve, a evolução do conhecimento das ciências da natureza, no decorrer de distintas etapas da história da civilização. Neste sentido, salienta as contribuições relevantes ensejadas aos conhecimentos da “Filosofia Natural”, por um dos maiores historiadores naturais, ao seu tempo, qual seja, José Bonifácio de Andrada e Silva. No atual documento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), para o ensino médio, salienta a segmentação realizada na área de geologia, por meio do qual, o conhecimento e explicação de alguns fenômenos geológicos são incorporados ao conteúdo dos temas estruturadores do ensino de química. Por fim, apresenta algumas possibilidades que dirimam dúvidas às indagações discentes: “para que estudar ciências (física, dentre outras)?”; “onde eu usarei tais conhecimentos?”.

Palavras-chave: fenômenos geológicos, física, interdisciplinaridade, ciências da natureza.

ABSTRACT

The work presented here deals with the possibility of interrelation between the areas of natural sciences, in the context of high school, considering the concept of interdisciplinarity, in the search for perception, on the part of students, about the reasons why they are encouraged the study of physics (chemistry, biology and mathematics), and how to apply such knowledge to everyday life. For this purpose, it deals with the application of physics principles, specifically mechanical waves, to the scope of one of the most powerful geological phenomena on the globe, earthquakes. It also briefly explains the evolution of knowledge of natural sciences, throughout different stages in the history of civilization. In this sense, it highlights the relevant contributions made to the knowledge of “Natural Philosophy”, by one of the greatest natural historians of his time, namely José Bonifácio de Andrada e Silva. It displays the segmentation carried out of geological knowledge, in the current document of the National Curricular Parameters, for high school, through which, the knowledge and explanation of some Geological phenomena are incorporated into the content of the structuring themes of chemistry teaching. Finally, it presents some possibilities that resolve doubts regarding student questions: “why study science (physics, among others)?”; “where will I use this knowledge?”.

Keywords: Geological phenomena, Physics, Interdisciplinarity, Natural sciences.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 - Diagrama da concepção sobre interdisciplinaridade.....	20
Figura 3.2 – Diagrama da concepção sobre transdisciplinaridade.....	20
Figura 5.1 – Geração de terremoto por falha na estrutura rochosa.....	27
Figura 5.2 – Modos de propagação das ondas P e S.....	27
Figura 5.3 - Principais modos de propagação das ondas sísmicas (P,S,L,R).....	28
Figura 5.4 - Lei de Snell da reflexão e refração das ondas($V_1/V_2 = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$).....	28
Figura 5.5 – Trajetória das ondas sísmicas no interior do globo.....	29
Figura 5.6 – Diagrama representando um conjunto de Sismógrafos.....	30
Figura 5.7 – Sismograma exibindo as diferentes ondas registradas.....	30
Figura 5.8 – Mapa isoseista do terremoto de Agadir-Marrocos em 1960.....	33
Figura 5.9 – Distribuição global dos terremotos entre 1963 e 1988, os pontos pretos correspondem aos epicentros.....	34
Figura 5.10 – Distribuição espacial dos terremotos profundos no Japão (a), e placa oceânica mergulhando sob as ilhas do Japão (b).....	35
Figura 5.11 – Margem oeste da América do sul, exibindo a crosta oceânica pacífica sob a região andina.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Escala Mercalli Modificada.....	32
Tabela 5.2 – Estimativa da quantidade de sismos e respectivas magnitudes.....	33
Tabela 5.3 – Terremotos com respectivas localidades, ano de ocorrência e estimativa de atingidos.....	36

SUMÁRIO

Introdução	11
Capítulo 1	12
Objetivos e metodologias	12
Capítulo 2	13
Historiografia e reflexões sobre as ciências da Natureza	13
Capítulo 3	18
Dificuldades de aprendizagem nas ciências da natureza e interdisciplinaridade	18
Capítulo 4	22
Geologia como ciência básica e PCN – Ensino médio	22
Capítulo 5	26
Aplicação da física na geologia	26
Capítulo 6	38
Considerações finais	38
REFERÊNCIAS	39

Introdução

O trabalho em apreço, no âmbito da disciplina “FIS1005 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II”, visa o cumprir de um dos requisitos necessários a obtenção da Licenciatura Plena em Física, pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC).

A abordagem aqui estabelecida, ocorre como consequência da vivência em atividades desenvolvidas nas disciplinas de Estágio Supervisionado I (MAF1181), Estágio Supervisionado II (MAF1182), Estágio Supervisionado III (MAF1183) e Estágio Supervisionado IV (FIS1184).

Durante a porção inicial do século XX, ocorreram modificações significativas na educação, seguidas pelas transformações nas sociedades em termos gerais. O acúmulo exponencial do conhecimento em distintas áreas, sobretudo em ciência e tecnologia, leva impreterivelmente a modificações e ajustes nas relações entre ensino-aprendizado, impondo, por conseguinte, novas trajetórias, abordagens e ações por parte da escola (CARVALHO, 2022).

Neste contexto, torna-se relevante ações e metodologias que propiciem, não só pontes entre os distintos saberes relativos a cada conteúdo ou componente curricular, como também, resultem em uma maior eficácia a construção e evolução do conhecimento por parte dos alunos.

Capítulo 1

Objetivos e metodologias

No decorrer de mais de quatro décadas de experiência na docência de ensino superior, e atualmente, de forma mais próxima ao ensino médio (estágios obrigatórios I, II, III e IV), nos deparamos com as seguintes indagações, por parte dos alunos, em ambos os níveis de ensino: para que estudar ciências (física, dentre outras)? onde eu usarei tais conhecimentos? e em casos mais extremos, por que estudar?

Neste contexto, o trabalho em apreço visa responder, mesmo que de maneira parcial, as perguntas ensejadas pelos discentes, e para tal, cumpre especificamente alcançar os seguintes objetivos: (i) Reconhecer quais motivações levam os alunos aos questionamentos; (ii) Estabelecer as principais dificuldades do aprendizado de ciências (ênfase em física); e (iii) Recomendar ações no âmbito do conteúdo das ciências naturais para melhoria da relação ensino-aprendizado.

Os métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho, se prenderam a um levantamento bibliográfico sobre a temática das dificuldades de aprendizado e interdisciplinaridade entre os componentes das ciências naturais, por um lado, e de outro, a percepção dos alunos sobre o aprendizado nas ciências naturais, resultante de conversas informais, sem aplicação de instrumentos de mensuração/questionários, efetuadas após palestras proferidas pelo autor, nas salas de aula, e nos eventos de culminância semestrais, todas estas ocorridas no âmbito do Centro de Ensino em Período Integral Cecilia Meirelles, da rede pública estadual de educação, em Aparecida de Goiânia. Cumpre ressaltar que tais atividades ocorreram entre os anos de 2022 e 2023.

A guisa de informação, o tema do presente documento, “A TERRA FÍSICA”, foi tomado por empréstimo do livro UMA BREVE HISTÓRIA DA TERRA, em seu capítulo terceiro, de autoria do Dr. Andrew H. Knoll, professor de História Natural da Universidade de Harvard.

Capítulo 2

Historiografia e reflexões sobre as ciências da Natureza

Desde os primórdios da civilização, existe uma preocupação, por parte do ser humano em dominar a natureza e explicá-la. A tentativa de domínio da natureza é responsável pelo processo civilizatório e pela geração da sociedade, em simultaneidade com tal aspecto, a explicação determina a produção do conhecimento na relação entre natureza e sociedade.

Aristóteles (385 – 322 a.C), em diversas obras, apresenta contribuições de extrema relevância no contexto educacional, diversas merecem destaque até hoje, quais sejam: i – Concepção de três formas principais distintas de conhecimentos, o teórico, o prático e o poético. Defendeu o emprego das três formas de maneira abrangente, com intuito no desenvolvimento cognitivo e criatividade do educando; ii – Abordagem indutiva de ensino, caracterizada pela observação e experimentação, assim, Aristóteles compreendia que de posse destes instrumentos, o aprendizado seria facilitado; iii - Estudos sistemáticos, esta concepção pioneira de Aristóteles, levou a organização atual do conhecimento, gerando a estruturação em diversas áreas, no âmbito da lógica, ética, política e ciências dentre outras; iv - Educação moral, e neste sentido, Aristóteles apresentava a possibilidade de intervir na formação de pessoas éticas, focando no desenvolvimento do caráter dos alunos, para geração de cidadãos socialmente responsáveis (RIBEIRO JR. ; WILSON A., 2024).

Ao final da idade média, surge uma forte oposição ao pensamento Escolástico, e no período Renascentista afloram novas possibilidades de ensejar o pensamento e conhecimento humano, sem o julgo dogmático, e com o viés racional. Neste novo caminho, as explicações sobre a natureza e as relações sociais, eram exercidas no âmbito do racionalismo, e fora da influência teológica. Surge uma nova gama de pensadores precursores da experimentação científica e reflexões racionais, responsáveis pela substituição da ciência pela filosofia, portanto, os fenômenos da natureza, assim como as explicações dos mesmos, tomam corpo nas “Ciências Naturais”, que se desprendem do tronco comum da filosofia e delimitam campos distintos do conhecimento, moldados pelos respectivos precursores, como Galileu na Física (século XVII), Lavoisier na Química (século XVIII), James Hutton, Charles Lyell

e Georges Cuvier na Geologia (século XVIII), Charles Darwin, Claude Bernard e Haeckel na Biologia. Tal ambiente envolvendo a reflexão racional e o pensamento científico, favorece as chamadas “Ciências Naturais”, e se expande a outras áreas como as Ciências Sociais, conforme salienta LEMOS FILHO (1989), por meio da citação de Neumeyer Osborn “ A mesma paixão pela realidade e o mesmo espírito de investigação que deram largas descobertas no mundo da natureza, voltaram-se finalmente para o mundo da natureza humana e para as relações sociais numa tentativa de compreender estas de igual, e, de maneira idêntica o mesmo método que provara tão bem no estudo do universo físico fora transportado para o novo campo de estudo que fica desde então impregnado do espírito científico”.

O que denominamos por Ciências da Natureza, corresponde a um conjunto de diretrizes e parâmetros que organizam o ensino médio, no Brasil, no âmbito de ciências idiossincráticas como Biologia, Física, e Química, que reunidas, integram uma mesma área do conhecimento. O referencial comum as mesmas, é a investigação da natureza e compartilhamento de linguagens para a representação e sistematização do conhecimento dos fenômenos ou processos naturais (Brasil, 2024). Por outro lado, nos séculos XVII e XVIII, correspondia ao abrangente domínio da Filosofia Natural ou História Natural, a qual incorporava, em uma única área, parte dos conhecimentos e saberes da Física, Química, Biologia e Geologia/Mineralogia.

Anteriormente, foram citados diversos vultos importantes, no campo da História Natural, que contribuíram de forma significativa na evolução do conhecimento científico mundial, em geral europeus, entretanto, deve ser acrescido um brasileiro, identificado aqui no Brasil, mais pelos atos políticos, do que por sua robusta produção científica e descobertas. Entre os séculos XVIII e início do XIX, foi um personagem influente e reconhecido cientificamente, em países como Portugal, Suécia, Dinamarca, Noruega, Alemanha e França, trata-se de José Bonifácio de Andrada e Silva, mais conhecido na história do Brasil com patriarca da independência. Cumpre aqui um relato historiográfico deste personagem, que demonstra sobremodo as possibilidades de interdisciplinaridade no âmbito das Ciências da Natureza. Nascido em Santos, em 11 de junho de 1763, era filho do coronel Bonifácio José Ribeiro de Andrada (1726-1789) e de dona Maria Bárbara da Silva (1740-1821), seu pai foi nomeado Provedor da Fazenda Real de São Paulo, mudando para a capital com toda a família em 1777. Ali, José Bonifácio realiza seu ensino fundamental, em colégio de

padres, quando no ano de 1780, parte para o Rio de Janeiro a dar continuidade aos estudos. No ano de 1783, emigra para Portugal e ingressa em uma das universidades mais antigas e tradicionais da Europa, a Universidade de Coimbra. Torna-se aluno de Domenico Vandelli (1735-1815), naturalista italiano, primeiro catedrático de história natural e química da instituição. Conclui o curso de Filosofia Natural (História Natural) em 1787, e um ano após (1788) termina o curso de direito. Seu primeiro artigo científico foi publicado em 1790, intitulado Memórias sobre a pesca de Baleias, cujo intuito era limitar a caça predatória. Neste mesmo ano, o Duque de Lafões, então presidente e fundador da Academia Real das Ciências de Lisboa, o designou, juntamente com Manuel Ferreira da Câmara, também brasileiro, baiano, e o português Joaquim Pedro Fragoso Siqueira, para empreenderem uma missão científica por toda a Europa (CORNEJO E BARTORELLI, 2014), a qual duraria dez anos, a frequentar atividades acadêmicas junto as principais instituições de ensino superior, realizar estágios e visitas as mais importantes explorações minerárias da época (CARVALHO, 2014).

Em Paris, na *École des Mines*, estudou com René-Just Haüy, fundador da cristalografia. Apresentou a Sociedade de História Natural de Paris, um estudo bastante elogiado, intitulado Mémoire sur les diamants du Brésil, em 1792. Logo após, seguiu para a célebre Escola de Minas de Freiberg, onde estudou orictognosia (mineralogia prática) e geognosia (estudo da parte sólida da terra e ocorrências de rochas e minerais) com o professor Abraham Gottlob Werner (1749-1817), considerado o “Pai da Geologia Alemã”. Em continuidade, estagiou em minas e fundições da Saxônia e da Prússia, na Alemanha, da Boemia (República Tcheca), Áustria, Hungria e Romênia (CORNEJO E BARTORELLI, 2014).

Nos últimos anos de suas expedições, visitou também as mais importantes jazidas minerais da Escandinávia, Inglaterra, Balcãs, Suíça, Itália e Turquia, nesta etapa consolida sua formação em geologia e mineralogia. Assim, como resultado das investigações, José Bonifácio publica diversos artigos de grande repercussão em veículos como *Allgemeines Journal der Chemie*, publicado em Leipzig, *Neues Allgemeines Journal der Chemie* em Berlim, e no *Journal des Mines* em Paris. Os artigos tratam da descoberta e caracterização do espodumênio e da petalita, dois silicatos de alumínio e lítio, respectivamente $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ e $\text{Li}(\text{AlSi}_4\text{O}_{10})$, da criolita, um fluoreto de alumínio e sódio, Na_3AlF_6 , da indicolita, um ciclossilicato de cor azul ,

$(\text{Na,Ca})(\text{Li,Mg,Al})(\text{Al,Fe,Mn})_6(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH})$, e da wernerita, variedade da escapolita, que corresponde a um aluminossilicatos de sódio e cálcio, cuja designação foi dada por José Bonifácio em homenagem ao seu mestre Abraham Werner.

O estadunidense James Dwight Dana (1813-1895), renomado mineralogista, autor de uma obra clássica da mineralogia/cristalografia o *System of Mineralogy*, homenageou José Bonifácio em 1868, designou uma espécie do grupo das granadas, um nesossilicato $\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$, por andradita, perpetuando desta forma seu nome junto à comunidade científica.

Regressou a Portugal em 1800, com prestígio internacional, o que lhe rendeu diversos cargos na burocracia oficial, sempre ligados ao setor de mineral. Em 1802, obteve o grau de doutor pela Universidade de Coimbra, e em virtude de seu conhecimento e prestígio, foi criada a cadeira de metalurgia que lhe foi atribuída, exerceu o magistério até 1807, sendo interrompido pela invasão francesa a Portugal, quando integrou um batalhão como major na luta contra o exército francês (CARVALHO, 2014).

Ocupou o ilustre cargo de secretário geral da Academia de Ciências de Lisboa, e foi membro das mais renomadas academias europeias, como a de Paris, Berlim, Londres e Edimburgo, e da Academia das Ciências de Estocolmo.

Como político desempenhou protagonismo quando da independência do Brasil, e sua habilidade diplomática, evitou a fragmentação do território continental do Brasil em estados distintos, a exemplo dos domínios espanhóis nas américas, assim, muitos historiadores o consideram “pai da pátria” (CARVALHO, 2014).

Hoje em dia, tanto no Brasil quanto em Portugal, existem evocações a memória de José Bonifácio de Andrada e Silva, neste sentido, o Museu Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, recebe seu nome, e seu busto é encontrado na galeria de mineralogia. Outro busto em Portugal, é encontrado na Academia das Ciências de Lisboa. No Brasil, uma pintura em mural pode ser observada, entre os exemplares de minerais, em uma das coleções mais completas das américas, na Galeria de Mineralogia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Além da destacada atuação acadêmica na mineralogia/cristalografia, Bonifácio exerceu papel de destaque em prospecção e exploração mineira, silvicultura, solos, pesca, botânica (CARVALHO, 2014), dentre outros, demonstrando a sólida formação

dada nas Ciências da Natureza, a qual enseja ao mesmo tempo abrangência (interdisciplinaridade, transversalidade) e profundidade em conteúdos específicos.

Capítulo 3

Dificuldades de aprendizagem nas ciências da natureza e interdisciplinaridade

As dificuldades de aprendizagem, podem ter as origens em: problemas sensoriais, como distúrbios dos órgãos sensoriais; dificuldades neurológicas, ligadas ao cérebro e sistema nervoso; problemas associados a distúrbios psicológicos e de personalidade; deficiências cognitivas; problemas educacionais, no âmbito do contexto escolar; e dificuldades socioeconômicas (DOUET, 1995: *Apud* CASTRO; SANTOS, 2023).

Pesquisas sobre dificuldades de aprendizagem em distintos níveis, revelam que diversos alunos criam obstáculos no sentido da aprendizagem de Ciências, pois vêm complexidade, e a necessidade de maior concentração na resolução de problemas (PARENTE, 1990) e (LOPES, 1991).

Os conteúdos matemáticos, com dificuldade de compreensão, podem estar ligados a falta de atividades de raciocínio e descontextualização, com professores desmotivados, ausência de hábitos de estudo dos assuntos fundamentais, dificuldade de abstração, e desinteresse por parte dos alunos (CASTRO; SANTOS, 2023).

Relativo à Física, a justificativa se prende à forma desarticulada como vem sendo efetuada a disciplina, com apresentação de conceitos, leis e fórmulas matemáticas, que apenas estimulam a memorização e automatização. Neste contexto o ensino assume um caráter preparatório para a resolução de exercícios de vestibular. Portanto, o aluno fica condicionado às fórmulas, com ausência de conhecimento da teoria.

O fato de memorização das fórmulas, não leva ao conhecimento científico, e desvincula o conhecimento químico do cotidiano. (SANTOS; SCHNETZLER, 2010: *Apud* CASTRO; SANTOS, 2023). Outra dificuldade em Química surge como reflexo da exigência de conhecimentos complementares de Matemática e Física.

Fica claro, conforme os dados levantados por CASTRO E SANTOS (2023), além das dificuldades usuais de uma formação básica deficitária, a desarticulação entre conteúdos, não possibilitam a construção de interdisciplinaridade.

O caminho da interdisciplinaridade, sem dúvida, minimizaria as dificuldades no aprendizado, e parte das dúvidas inerentes trazidas pelos discentes, poderiam pelo

menos em parte serem dirimidas. Neste contexto, qual seria o significado de interdisciplinaridade, e quais movimentos contribuiriam para a superação de dificuldades por parte dos discente?

A interdisciplinaridade teve origem França e na Itália no decorrer da década de 60, quando efervesciam os movimentos os estudantis na Europa, neste período ocorria vastos movimentos reivindicatórios pleiteando modificações profundas no ensino, voltado as grandes questões sociais, políticas e econômicas.

A interdisciplinaridade ganha força dado que as reivindicações, não poderiam ser solucionadas mediante uma única via. Assim, ao final dos anos 60, a interdisciplinaridade aporto no Brasil, e teve grande influência na confecção da Lei de Diretrizes e Bases Nº 5.692/71.

Ao se mencionar interdisciplinaridade, estamos nos referindo a interação entre disciplinas. Contudo tal interação possibilita interrelações em níveis de complexidade distintos. Assim como forma de distinguir os diferentes níveis, surgem conceitualmente os termos multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (CARLOS, 2007)

A multidisciplinaridade corresponde ao primeiro nível integrador entre os conhecimentos disciplinares. Neste sentido, diversas atividades e práticas de ensino estão enquadrados nesse nível. Cumpre compreender que existem estágios mais avançados os quais devem ser almejados na prática pedagógica.

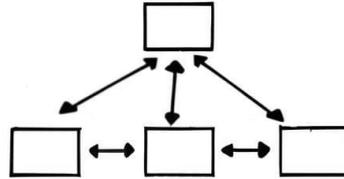
A multidisciplinaridade enseja uma ação simultânea entre várias disciplinas ao redor de um tema comum. Essa atuação, no entanto, é fragmentada, por não promover a interrelação entre vários conhecimentos disciplinares, e pela ausência de cooperação entre as disciplinas.

Na pluridisciplinaridade, pode ser observado algum tipo de interação dos conhecimentos interdisciplinares, contudo sem níveis hierárquicos distintos, e com ausência de coordenação advinda de níveis superiores. Ocorre aqui uma ligação dos domínios disciplinares, sugerindo alguma cooperação.

Por fim, a interdisciplinaridade, correspondendo o terceiro nível de interrelação entre as disciplinas (Figura 3.1). A presença axiomática comum, pertencente a um grupo de disciplinas conexas define o nível hierárquico imediatamente superior, conduzindo a noção de finalidade. Ocorre um nível hierárquico superior, a partir do qual advém a coordenação das ações disciplinares. Na interdisciplinaridade existe

cooperação e diálogo entre as disciplinas do conhecimento, de forma coordenada. Essa axiomática comum pode assumir formas variadas. Portanto representa o elemento de integração das disciplinas, e orienta as ações interdisciplinares.

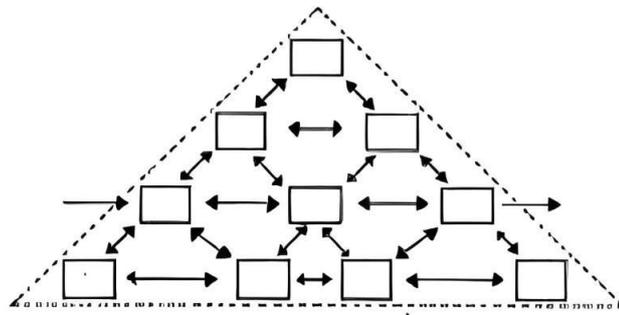
Figura 3.1 – Diagrama da concepção sobre interdisciplinaridade



Fonte: CARLOS, 2007

A transdisciplinaridade corresponde a um nível de integração para além da interdisciplinaridade (Figura 3.2). É definida como uma espécie de coordenação envolvendo todas as disciplinas e interdisciplinas do sistema, sobre a base de uma axiomática geral.

Figura 3.2 – Diagrama da concepção sobre transdisciplinaridade



Fonte: CARLOS, 2007

A interdisciplinaridade pode ser classificada em diferentes tipos, conforme segue.

Interdisciplinaridade heterogênea. É baseada na “soma” de todas as informações procedentes de diversas disciplinas. Pertencem aos enfoques de caráter enciclopédico, com programas diferentemente dosados.

Pseudo-interdisciplinaridade. Estabelecido ao redor de uma “metadisciplina”. Existe uma estrutura de união, abrangendo um modelo teórico ou um marco conceitual, com aplicação em disciplinas muito diferentes entre si.

Interdisciplinaridade auxiliar. Consiste, em uma disciplina ter empréstimo a uma outra, no que concerne ao método ou procedimentos. Tal tipo de interdisciplinaridade engendra situações provisórias.

Interdisciplinaridade compósita. Trata da resolução de grandes e complexos problemas enfrentados pela sociedade, tais como guerra, fome, delinquência, poluição dentre outros. Reúne várias especialidades direcionadas a soluções técnicas, com foco na resolução específica de determinados problemas, a despeito das constantes mutações das contingências históricas.

Interdisciplinaridade unificadora. Exibe coerência estreita dos domínios das disciplinas, contando com integração de seus níveis no âmbito teórico e dos métodos correspondentes. Por exemplo, certos elementos e certas perspectivas da Biologia ganharam o domínio da Física para formar a Biofísica

Capítulo 4

Geologia como ciência básica e PCN – Ensino médio

Frequentemente, os alunos em diversos níveis de aprendizado, indagam se geografia e geologia teriam uma mesma abordagem de saberes. Esta questão reflete desconhecimento sobre a abrangência das Ciências da Natureza, resultado da disposição atual dos componentes constituintes das diretrizes curriculares.

Assim, como respostas aos discentes, surge a definição clássica em que a palavra geologia, vem do grego **geo** e **logos**, definida como o estudo da Terra. A geologia, de maneira simplista, é dividida em duas grandes áreas: geologia física e geologia histórica, a primeira, trata dos materiais terrestres como rochas e minerais, assim como dos processos atuantes no interior do globo e na superfície, a segunda, ao seu turno, aborda a origem e a evolução da Terra, no âmbito do estudo dos continentes, oceanos, atmosfera e vida (WICANDER; MONROE; PETER, 2009).

Os diversos aspectos englobados pelo conhecimento geológico, em geral, exibem relevância econômica ou ambiental, e apresentam distintos e amplos campos de atuação, os quais ensejam marcantes relações com a astronomia, física, química e biologia.

O estado de Goiás, atualmente corresponde ao terceiro ou quarto estado da federação em importância na exploração de recursos minerais metálicos (Au, Ni, Nb, dentre outros), portanto, uma quantidade razoável de geólogos trabalha com a prospecção destes metais, enquanto outros, procuram a resolução de problemas ambientais. Neste contexto, a busca por água subterrânea, em resposta ao crescimento populacional e industrial, além da necessidade de monitoramento da poluição em águas superficiais ou subterrâneas, caso haja demanda para tratá-las, emprega um outro grupo de geólogos. No país, o Serviço Geológico do Brasil é responsável pela pesquisa destas águas, junto a Agência Nacional de Águas (ANA).

Noutro segmento, engenheiros geólogos pesquisam áreas seguras para locação de barragens, construção de usinas, áreas para disposição de resíduos, e construções resistentes a sismos. Faz parte também das atribuições e habilidade dos geólogos, a estimativa de terremotos, erupções vulcânicas e respectivos potenciais de danos. Diversos geólogos, como ficou evidente nas inundações trágicas do estado

do Rio Grande do Sul, labutam na gestão de riscos da defesa civil, formulando planos de contingência voltados a desastres naturais (WICANDER; MONROE; PETER, 2009). Nestes termos, os geólogos possuem ampla variedade de atribuições, e na medida em que a demanda por recursos limitados da terra aumentam, em resposta ao acréscimo da população mundial, novos desafios são postos ao conhecimento geológico e aos geólogos.

Cabe o destaque, que em alguns países, sobretudo da comunidade europeia, as Ciências da Natureza exibem mais conteúdos e componentes, extremamente conectados entre si. Na interface entre componentes, são apresentadas aos alunos situações aplicáveis à experiência cotidiana de cada um.

Portugal e Alemanha, dentre outros países, em séries do ensino médio, referente aos 10^o e 11^o anos, equivalentes aos 1^o e 2^o do ensino médio no Brasil, os conteúdos de biologia e geologia são ministrados em conjunto, e naqueles países, a geologia é enquadrada como ciência básica. A convivência com fenômenos geológicos, nestas regiões, não é incomum para as pessoas, a exemplo de erupções vulcânicas no sul da Itália, nas ilhas canárias pertencentes a Espanha, ou abalos sísmicos em Portugal. Nestes termos, para além da importância do conhecimento científico a ser ministrado nas escolas, a consciência dos limites a nós impostos pelo meio físico, adquire relevância, afinal devemos preservar e cuidar do meio ambiente, mesmo sabendo que a recíproca nem sempre é verdadeira.

As Ciências da Natureza, transcendem os limites das estruturas de componentes curriculares como física, química e biologia, e neste sentido, pela limitação da criação de outras disciplinas junto aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), do ensino médio, a interdigitação entre conteúdo pode ser utilizada como oportunidade para resultados mais significativos, no que tange as dificuldades de aprendizado por parte dos alunos. Portanto, salienta-se:

“Não se cogita em descaracterizar as disciplinas, confundindo-as todas em práticas comuns ou indistintas; o que interessa é promover uma ação concentrada do seu conjunto e de cada uma delas a serviço do desenvolvimento de competências gerais que dependem do conhecimento disciplinar. Alguns exemplos poderão ilustrar a ideia de que a perspectiva interdisciplinar de conteúdos educacionais apresentados com contexto, no âmbito de uma ou mais áreas, não precisa necessariamente de uma reunião de disciplinas, pois pode ser realizada numa única” (BRASIL, 2024)

Neste contexto, o atual PCN (BRASIL, 2024) não contempla a geologia como componente curricular específico, entretanto, partes do conteúdo da área de conhecimento, estão inseridas em unidades temáticas da química, conforme segue:

“1. Composição da litosfera: o solo o subsolo, e suas propriedades.

- Conhecer as ideias sobre origem, evolução e composição da litosfera – solo e subsolo.
- Reconhecer as propriedades dos sólidos encontrados na litosfera: dureza, tenacidade, plasticidade, densidade, solubilidade, condutibilidade elétrica e térmica.
- Entender as propriedades dos sólidos, utilizando modelos explicativos.

3. A litosfera como fonte de recursos materiais: propriedades das rochas, minérios e minerais, seus usos e implicações socioeconômicas; classificação periódica dos elementos químicos.

- Reconhecer o uso do carvão, petróleo, gás natural e outros materiais como combustíveis e como fonte de materiais para a indústria carboquímica e petroquímica.
- Compreender as propriedades e usos de rochas e minerais (óxidos, enxofre, sulfetos, sulfatos, fosfatos, carbonatos e silicatos), como materiais de construção e como fontes para obtenção de outros materiais, nos sistemas produtivo, agrícola e industrial.
- Compreender os processos de mineração e produção de metais, como o ferro, alumínio e cobre e suas ligas e seus usos na sociedade.
- Compreender o “parentesco” e a classificação dos elementos químicos e seus compostos por meio de suas propriedades periódicas.
- Avaliar a produção, os usos e consumo pela sociedade de materiais e substâncias obtidos da litosfera.

4. Perturbações na litosfera: vulcanismo, desertificação, enchentes, terremotos, poluição.

- Buscar dados e informações sobre perturbações naturais e antrópicas como desertificação, terremotos, mineração, construção de barragens, poluição, levando em conta escalas temporais.

- Compreender e avaliar o papel das fontes, do percurso e dos sorvedouros dos agentes causadores de poluição no solo e subsolo (metais pesados, praguicidas etc.).
- Avaliar a real dimensão das perturbações na litosfera para desenvolver ações preventivas ou corretivas, individual ou coletivamente.”

Resta avaliar em que condições este conteúdo será ministrado, a considerar o nível de aprofundamento, planejamento e metodologia.

Capítulo 5

Aplicação da física na geologia

No sentido de suprir as necessidades de melhoria aprendizado por parte dos alunos ensino médio, algumas interações podem propiciar, pelo viés da interdisciplinaridade, um complemento na compressão de fenômenos físicos, no limiar entre aqueles e processos geológicos.

Consideremos todo o aporte teórico ensejado aos alunos, no que diz respeito aos conceitos ondulatórios, especificamente, as ondas mecânicas e seus tipos principais, quais sejam, transversais e longitudinais. Vem a aplicação no âmbito dos fenômenos naturais de cunho geológico, as ondas sísmicas, e suas aplicações.

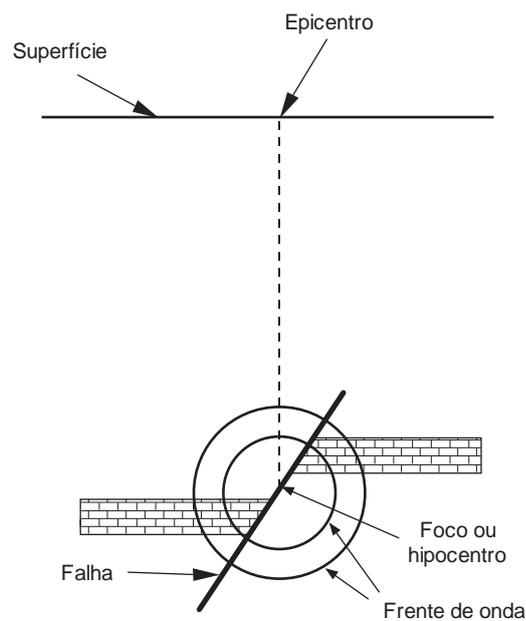
Os terremotos, ou sismos são movimentos do solo de curta duração (da ordem do segundo ou minuto) provocados pela chegada de ondas emitidas a partir de um ponto chamado foco ou hipocentro, geralmente situado numa certa profundidade. O ponto localizado na superfície, na vertical do hipocentro é o epicentro (Figura 5.1). Os terremotos podem ser naturais (sismos), originados pela ruptura das rochas submetidas a uma tensão, pelo deslocamento de magmas ou pelo colapso de cavernas, induzidos, como consequência indireta de outro fenômeno, como é o caso dos terremotos decorrentes da sobrecarga associada ao enchimento de uma grande represa, ou provocados/artificiais, como é o caso dos terremotos associados às explosões atômicas ou dos terremotos gerados no decorrer dos estudos sísmicos durante as campanhas de pesquisas petrolíferas (ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo).

Nos focos dos terremotos são gerados vários tipos de ondas que se propagam dentro do globo (ondas de volume) ou na superfície (ondas de superfície). As ondas de volume são as ondas P e S (Figura 5.2). As ondas P são ondas compressivas (longitudinais). Elas se propagam tanto nos sólidos como nos líquidos e são as mais rápidas. As ondas S são mais lentas, cisalhantes (transversais) e só podem se propagar nos sólidos. A velocidade destas ondas é, entre outros parâmetros, uma função da densidade, da elasticidade, da compressibilidade e do coeficiente de cisalhamento das rochas atravessadas. As ondas de superfície são as ondas G (ondas de Love) e R (ondas de *Rayleigh*) (Figura 5.3). Elas não penetram na crosta, e são

responsáveis pelos danos mais prejudiciais durante os terremotos. A onda R corresponde a uma combinação (interferência) entre as ondas P e S, cujas partículas executam movimento circular ao longo da direção de propagação, enquanto a L, representa uma superposição de ondas S, e nesta as partículas exibem vibração horizontal, perpendicular a direção de propagação (Figura 5.3).

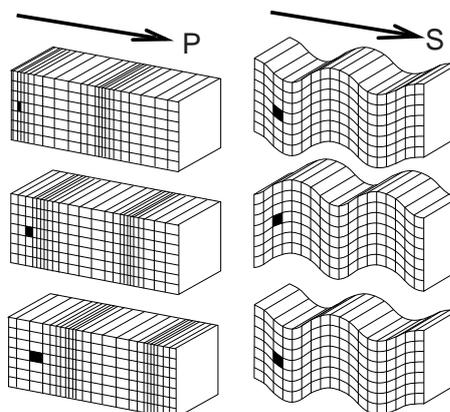
As ondas P e S, quando atravessam uma interface (limite entre duas camadas de propriedades diferentes) são em parte refletidas, em parte refratadas (Figura 5.4), correspondendo a lei de Snell ($V_1/V_2 = \sin\Theta_1/\sin\Theta_2$). Para um certo ângulo de incidência, a reflexão é total, isto é, a onda não penetra no segundo meio.

Figura 5.1 – Geração de terremoto por falha na estrutura rochosa



Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

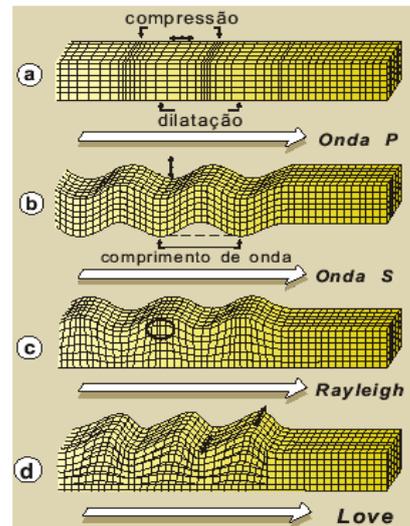
Figura 5.2 – Modos de propagação das ondas P e S



Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

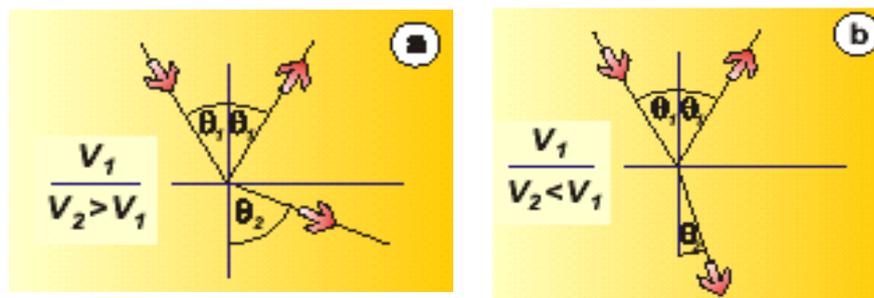
Figura 5.3 - Principais modos de propagação das ondas sísmicas (P,S,L,R)

- ✓ ondas internas
 - P (propagação em meio sólido e líquido) (a)
 - S (se propaga apenas em meio sólido) (b)
- ✓ ondas superficiais:
 - Rayleigh (combinação das ondas P e S) (c)
 - Love (superposição de ondas S com vibrações horizontais) (d)



Fonte: Assumpção e Neto, 2001

Figura 5.4 - Lei de Snell da reflexão e refração das ondas ($V_1/V_2 = \sin\theta_1/\sin\theta_2$)

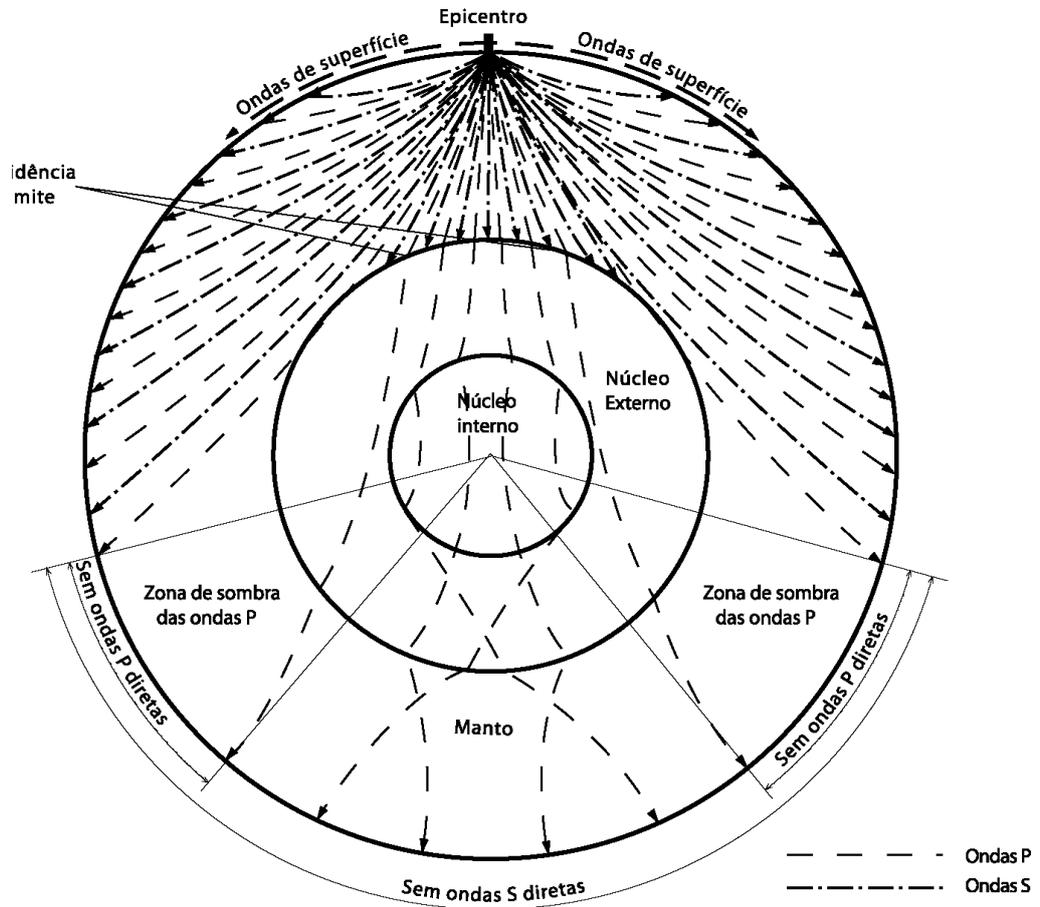


Fonte: Assumpção e Neto, 2001

No caso das ondas P, isto provoca uma zona de sombra situada entre 105° e 140° do epicentro: nesta zona, não existem ondas P diretas. No caso das ondas S, a zona de sombra, que corresponde a todo o domínio situado além de 105° do epicentro se deve ao fato que estas ondas não atravessam o núcleo externo, que é líquido (Figura 5.5).

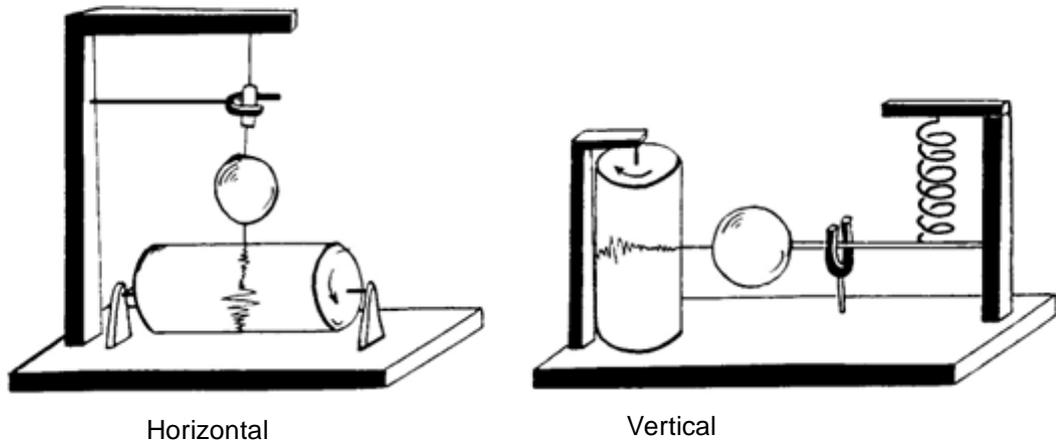
O aspecto encurvado da trajetória das ondas numa mesma camada, no manto, por exemplo, se deve à variação progressiva das propriedades físicas das rochas, em particular da densidade.

Figura 5.5 – Trajetória das ondas sísmicas no interior do globo



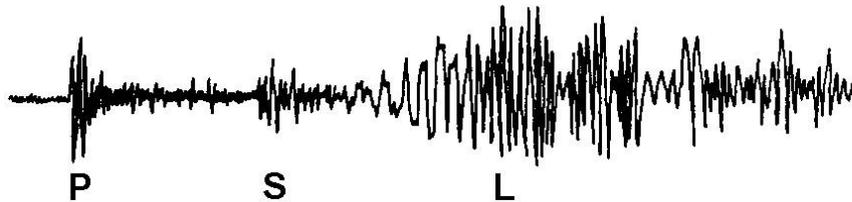
A chegada destas ondas pode ser determinada, em qualquer ponto da superfície do globo, usando um equipamento chamado sismógrafo. O princípio básico dos sismógrafos é simples, embora eles se tornem, a cada dia, mais sofisticados. Eles podem ser considerados como pêndulos de grande inércia que registram as vibrações horizontais em duas direções perpendiculares e as vibrações verticais (Figura 5.6). Estas vibrações são gravadas numa folha de papel na forma de um sismograma onde pode ser observada a chegada sucessiva das ondas P, S e de superfície (Figura 5.7).

Figura 5.6 – Diagrama representando um conjunto de Sismógrafos



Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

Figura 5.7 – Sismograma exibindo as diferentes ondas registradas



Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

A defasagem entre ondas P e S é uma função da distância entre o foco do terremoto e o sismógrafo. A partir desta defasagem, é possível determinar a distância do epicentro à estação sismológica e o conhecimento desta defasagem, para três estações permite a localização do epicentro dos terremotos.

No caso dos terremotos ligados ao funcionamento de falhas (rupturas das rochas), o estudo dos sismogramas permite também a determinação do mecanismo focal, isto é, o tipo de falha responsável pelo terremoto. Geralmente, os terremotos importantes são precedidos por sismos premonitórios que podem começar um longo

período de tempo antes do terremoto principal. Após o choque principal, numerosas réplicas, de intensidade cada vez menor, continuam abalando a região.

As ondas de volume, que penetram nas profundidades do globo terrestre, se comportam um pouco a maneira das ondas luminosas: quando encontram uma interface entre materiais de composição (densidade) ou estado físico diferente, além de ver a sua velocidade alterada, elas sofrem refrações e reflexões que obedecem à leis semelhantes às da ótica geométrica. Estas propriedades serviram de base para se entender a estrutura do globo e são utilizadas na prospecção geofísica (por exemplo do petróleo) para determinar a estruturação das rochas abaixo da superfície (geologia de subsuperfície).

A avaliação da força de um terremoto pode ser feita usando dois tipos de escalas diferentes: a intensidade, isto é, a importância das consequências superficiais do terremoto, é medida na escala de Mercalli Modificada (Tabela 5.8) e a magnitude, que representa a quantidade de energia liberada no hipocentro, é medida a partir da escala Richter (Tabela 5.2). A magnitude acima referida tem como base o momento sísmico, M_0 , dado por:

$M_0 = \mu D S$ (N.m) , onde μ é o módulo de rigidez da rocha, D o deslocamento médio da falha e S a área da superfície de ruptura.

Nestes termos a magnitude M_w pode ser representada por:

$$M_w = 2/3 \log M_0 - 6,0$$

É fácil entender que as consequências superficiais de um terremoto não são ligadas apenas a sua intensidade, mas a muitos outros fatores tais como à sua profundidade ou à natureza dos terrenos no epicentro (algumas rochas transmitem muito melhor as ondas de superfície do que outras). Por isto, não existe correlação precisa e exata entre as duas escalas.

A Escala Mercalli Modificada com 12 divisões, é baseada nas observações feitas pelas populações que vivem na região afetada pelo terremoto. Estas observações são recolhidas na forma de um questionário distribuído à população. A partir dos valores das intensidades, é possível fazer um mapa chamado de isoseista (Figura 5.8), onde as linhas isoseistas ligam pontos que experimentaram as mesmas intensidades. Geralmente, o epicentro corresponde a região de maior intensidade, mas esta regra não é absoluta: algumas peculiaridades locais das rochas podem fazer

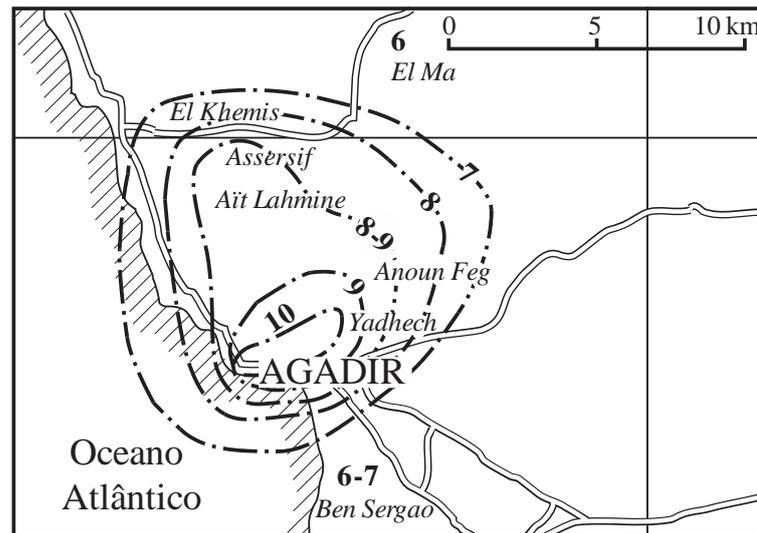
que regiões diferentes da epicentral sejam mais afetadas do que o próprio epicentro. Quanto mais próximas as curvas isoseistas, mais raso é o hipocentro.

Tabela 5.1 – Escala Mercalli Modificada

1. Imperceptível	Registrado apenas pelos sismógrafos mais sensíveis
2. Muito fraco	Algumas pessoas em descanso percebem o sismo
3. Fraco	Vibrações comparáveis às provocadas pela passagem de um pequeno caminhão. Bem percebido pelas pessoas em descanso
4. Médio	Vibrações comparáveis às provocadas pela passagem de um caminhão grande. Os objetos suspensos balançam. Percebidos nas casas
5. Bastante forte	O sismo é percebido ao ar livre. As pessoas acordam.
6. Forte	Percebido por todos, provoca o pânico. Os móveis se deslocam e os objetos caem. As paredes racham.
7. Muito forte	Sérios estragos nas construções. Queda de chaminés. A água dos açudes fica turva.
8. Arrasador	As construções são seriamente abaladas. Os objetos se deslocam por longas distâncias. Torção e queda das chaminés e das torres de igrejas.
9. Desastroso	As construções caem. As canalizações subterrâneas são rompidas.
10. Muito desastroso	Destruição das pontes. Grandes deslizamentos de terrenos. Os trilhos são torcidos. Pânico generalizado.
11. Catastrófico	Os trilhos são totalmente retorcidos. As mais resistentes das construções são destruídas, Grandes desmoronamentos.
12. Cataclísmico	Importantes mudanças na topografia

Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

Figura 5.8 – Mapa isoseista do terremoto de Agadir-Marrocos em 1960



Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

A Escala Richter ao contrário da anterior, não tem limite. Entretanto, os sismos registrados variam, nesta escala, entre 1 e 9. Os maiores sismos registrados apresentaram uma magnitude de 8,8. É uma escala logarítmica onde cada aumento de uma unidade de magnitude corresponde a uma energia liberada no hipocentro 32 vezes maior. A quantidade de terremotos registrados pelos sismógrafos a cada ano é imensa. Em função da sua magnitude, é possível estimar que acontecem conforme a tabela abaixo.

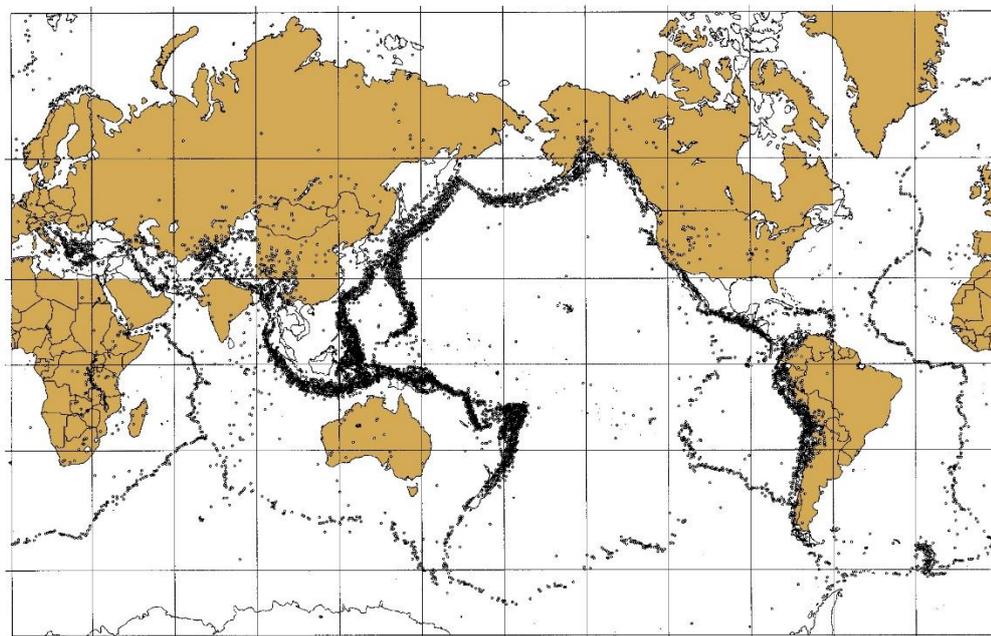
Tabela 5.2 – Estimativa da quantidade de sismos e respectivas magnitudes

Magnitude	Quantidade
1	700.000
2	300.000
3	300.000
4	50.000
5	6.000
6	800
7	120
8	20
> 8	1 a cada alguns anos

Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

A observação da distribuição dos epicentros dos terremotos na superfície do globo (Figura 5.9) mostra que eles estão geralmente concentrados em faixas estreitas e alongadas bem delimitadas: na periferia do Oceano Pacífico, ao longo das dorsais oceânicas (elevações de até 2.500 m de altitude acima do piso oceânico, que formam uma cadeia contínua de mais de 60.000 km de extensão, presente nos três grandes oceanos), ao longo de cadeias de montanhas como os Alpes e a Himalaia etc. É possível observar que imensos domínios apresentam uma sismicidade baixa. Esta distribuição deixa claro que o globo pode ser subdividido em regiões de grande atividade tectônica, sublinhadas pelos terremotos, e regiões com atividade reduzida ou nula.

Figura 5.9 – Distribuição global dos terremotos entre 1963 – 1988, os pontos pretos correspondem aos epicentros



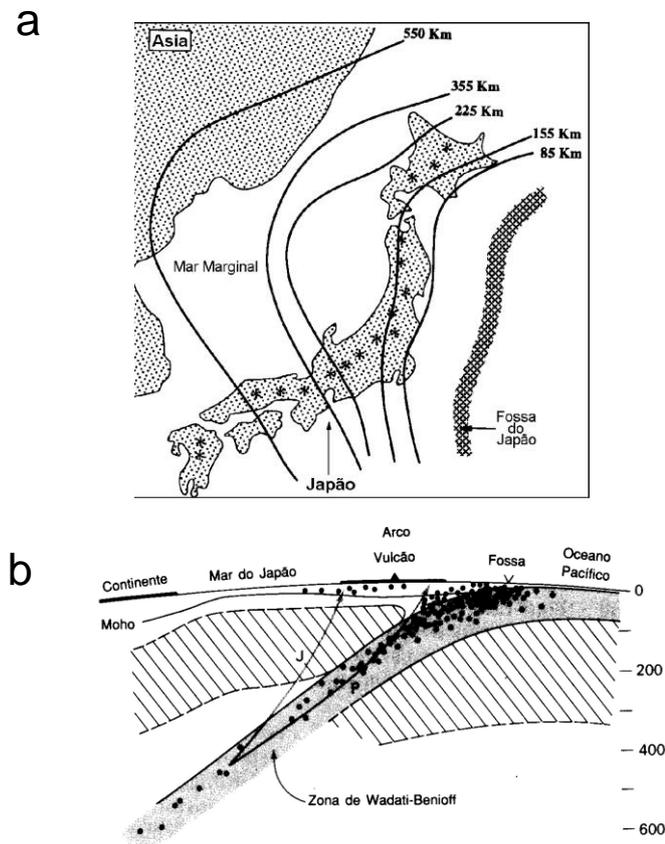
Mapa da seismicidade global (1963-1988), M = 5+

Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

Um outro aspecto da distribuição dos terremotos merece destaque: a maior parte dos hipocentros encontra-se em profundidades relativamente baixas, geralmente inferiores a 20 km. Isto se explica bem pelo fato que, em profundidades maiores, a temperatura é suficientemente elevada para que as rochas se deformam

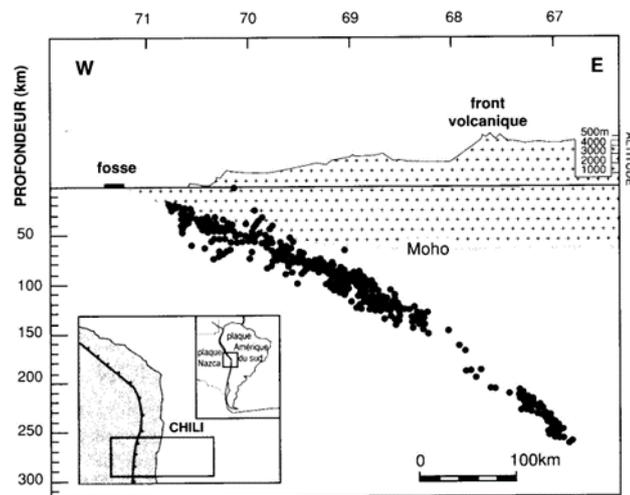
de maneira plástica em vez de sofrer ruptura. Neste caso, não havendo falhamento, não há sismo. Uma exceção a esta regra pode ser observada em certas regiões do globo onde sismos acontecem em profundidades muito maiores, chegando a atingir 700 km. Os focos encontram-se no manto astenosférico, alinhados num plano cuja inclinação média é de 45° , mas que pode variar entre 0 e 50° . Este plano é conhecido como plano de Benioff ou de Wadati-Benioff. As figuras 5.10 e 5.11 respectivamente, mostram, o caso do Japão, com focos em profundidades de até 550 km e o caso da margem oeste da América do Sul, com focos até mais de 300 km.

Figura 5.10 – Distribuição espacial dos terremotos profundos no Japão (a), e placa oceânica mergulhando sob as ilhas do Japão (b)



Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

Figura 5.11 – Margem oeste da América do sul, exibindo a crosta oceânica pacífica sob a região andina



Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

Embora não exista uma relação direta entre intensidade ou magnitude dos terremotos e quantidade de vítimas fatais, que depende de fatores como densidade de população na área epicentral, hora do dia ou resistência das construções, é frequentemente que este parâmetro fique gravado nas memórias. A relação a seguir corresponde aos terremotos que, nos últimos 500 anos, deixaram mais de 50.000 vítimas fatais.

Tabela 5.3 – Terremotos com respectivas localidades, ano de ocorrência e estimativa de atingidos

LOCAL	ANO	ATINGIDOS
Shaanxi (China)	1556	830.000
Shemaka (Rússia)	1667	80.000
Napoli (Itália)	1693	93.000
Catalina (Itália)	1693	60.000
Beijing (China)	1731	100.000
Calcutta (Índia)	1737	300.000
Lisboa (Portugal)	1755	60.000
Calabria (Itália)	1783	50.000
Messina (Itália)	1908	160.000

Gansu (China)	1920	180.000
Tóquio e Yokoama (Japão)	1923	143.000
Gansu (China)	1932	70.000
Quetta (Paquistão)	1935	60.000
T'ang Shan (China)	1976	240.000
Irã	1990	52.000

Fonte: ARTHAUD; NOGUEIRA NETO, Prelo

Até hoje, não é possível prever com precisão a ocorrência de um terremoto. As regiões mais susceptíveis de serem afetadas são conhecidas, os riscos estatísticos podem ser avaliados e transformados em mapas de risco sísmico, que permitem determinar a probabilidade de acontecer um terremoto de determinada magnitude, num certo intervalo de tempo, numa região dada, mas a previsão de data e hora, mesmo aproximativa, ainda está longe de existir. A maneira atualmente mais adequada para diminuir o risco sísmico é a construção de prédios resistentes aos sismos de magnitude previsíveis para a região e o treinamento das populações.

Os maremotos, ou tsunamis, são ondas gigantescas geradas, na maioria dos casos, como consequência de terremotos em domínio oceânico. Estas ondas, de grande comprimento de onda (superior a 100 km), se deslocam em velocidades muito elevadas, que podem ultrapassar 800 km/h. Quando elas se aproximam da costa, sua velocidade diminui brutalmente para valores inferiores a 100 km/h, o que provoca um aumento da sua amplitude, que pode ultrapassar 40 m.

Capítulo 6

Considerações finais

Tendo em consideração os objetivos do presente trabalho, e as discussões desenvolvidas ao longo do texto, concluímos que:

- (i) Considerando o levantamento da literatura existente, fica claro a existência de barreiras, sob distintos aspectos, ao aprendizado por considerar os conteúdos com ferramentas matemáticas difíceis, ou que não despertam interesse, gerando margem aos questionamentos sobre a necessidade de cursar determinadas disciplinas (componentes das Ciências da Natureza e matemática);
- (ii) Cabe propiciar esforços no sentido de planejamento para aplicação de metodologias voltadas a uma abordagem interdisciplinar, envolvendo conteúdo da física com ênfase na aplicação em áreas diversas do conhecimento, que despertem curiosidade e motivação aos alunos;
- (iii) Participar de intervenções, como palestras, e aulas especiais, junto as turmas de final de curso, com intuito de promover maior interesse nos componentes constituintes da área de Ciências da Natureza, assim como, a elaboração de conteúdos na elaboração de componentes eletivos.

REFERÊNCIAS

ARTHAUD, Michel Henri; NOGUEIRA NETO, José de Araújo. Os Terremotos. In: Arthaud, M.H e Nogueira Neto, J.A: Notas de Aulas de Geologia Geral. [No Prelo].

ASSUMPÇÃO, Marcelo; NETO, Coriolano M. Dias. Sismicidade e Estrutura Interna da Terra. IN: Teixeira, W.; Toledo, M. C. M.; Fairchild, T. R.; Taiole, F. (Org). Decifrando a Terra. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2001, p. 1.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC 2024. Disponível em: <http://portal.mec.gov/arquivos/pdf/CiênciasNatureza.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2024.

CARLOS, Jairo Gonçalves. Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades. 2007. 171f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Brasília.

CARVALHO, Antônio Manuel. Evolução do Pensamento Geológico - Nos Contextos Filosóficos, Religiosos, Social e Político da Europa. 1 ed. Lisboa: Ancora Editora, 2014. 277p.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (ORG). Ensino de Ciências por Investigação: considerações para implementação de sala de aula. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2022. 152p.

CASTRO, Natali da Rocha; SANTOS, Vanessa Nascimento dos. As Dificuldades Enfrentadas pelos Alunos nas Disciplinas de Matemática, Física e Química do Curso de Ciências da Natureza. In: Congresso Nacional de Educação, 8, 2023, Campina Grande. Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade. Campina Grande: Centro Multidisciplinar de Estudos e Pesquisas (CEMEP), 2023. p.1-12

CORNEJO, Carlos; BARTORELLI, Andrea. *Minerais e Pedras Preciosas do Brasil*. 1 reimpressão, São Paulo: Solaris Edições Culturais, 2014. 712p.

ANDREW H. Knoll, *Uma Breve História da Terra: 4 Bilhões de Anos em 8 Capítulos*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2023. 272p.

LEMOS FILHO, Arnaldo. "As Ciências Sociais e o Processo Histórico". IN: Marcelino Nelson C. (Org). *Introdução as Ciências Sociais*. 3 ed. Campinas: Papyrus, 1989, p. 19-26.

LOPES, Alice Casimiro. *Livros didáticos: Obstáculos ao aprendizado da ciência química*. *Química Nova*, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 254–261, out. 1991.

PARENTE, Letícia Tarquínio de Souza. *Bachelard e a química: no ensino e na pesquisa*. Fortaleza: 1 ed. Fortaleza: Edições UFC, 1990. 144p.

RIBEIRO JR., WILSON A. *Filósofos da natureza*. Portal Graecia Antiqua, 1999. Disponível em: <[https:// greeciantiga.org/arquivo.asp?num=0422](https://greeciantiga.org/arquivo.asp?num=0422)>. Acesso em 16 abr. 2024.