



PROFQUI

PROGRAMA DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL

Série – Ensino de Química
Volume 19

Ridd Karlos Damascena Silva
Fabiana da Silva Kauark
Paulo Rogerio Garcez de Moura

ROCHA MÁRMORE COMO TEMA GERADOR
PARA O ENSINO DE FUNÇÕES INORGÂNICAS:
UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE
EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA

DOI: 10.36524/9788582636169



**INSTITUTO
FEDERAL**
Espírito Santo
Campus
Vila Velha



Edifes
ACADÊMICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM
QUÍMICA

Mestrado Profissional em Química

Ridd Karlos Damascena Silva

Fabiana da Silva Kauark

Paulo Rogerio Garcez de Moura

ROCHA MÁRMORE COMO TEMA GERADOR PARA O
ENSINO DE FUNÇÕES INORGÂNICAS: UMA PROPOSTA
DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA

Série – Ensino de Química – Volume 19

**Grupo de pesquisa de formação de professores
em ensino de ciências (FOPEC)**



Edifes
ACADÊMICO

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo

Vila Velha

2022

Reitor: Jadir José Pela

Pró-Reitor de Administração e Orçamento: Lezi José Ferreira

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional: Luciano de Oliveira Toledo

Pró-Reitora de Ensino: Adriana Piontkovsky Barcellos

Pró-Reitor de Extensão: Lodovico Ortlieb Faria

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: André Romero da Silva

Coordenador da Edifes: Adonai José Lacruz

Conselho Editorial

Aldo Rezende * Aline Freitas da Silva de Carvalho * Aparecida de Fátima Madella de Oliveira * Felipe Zamborlini Saiter * Gabriel Domingos Carvalho * Jamille Locatelli * Marcio de Souza Bolzan * Mariella Berger Andrade * Ricardo Ramos Costa * Rosana Vilarim da Silva * Rossanna dos Santos Santana Rubim * Viviane Bessa Lopes Alvarenga.

Revisão de texto: Comissão Científica

Projeto gráfico: Ridd Karlos Damascena Silva

Diagramação: Ridd Karlos Damascena Silva

Capa: Comunicação Social - Campus Vila Velha

Imagem de capa: Comunicação Social - Campus Vila Velha

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I59r	Instituto Federal do Espírito Santo
	<p>Rocha mármore como tema gerador para o ensino de funções inorgânicas: uma proposta de atividade experimental problematizada. / Ridd Karlos Damascena Silva, Fabiana da Silva Kauark, Paulo Rogerio Garcez de Moura. Vila Velha: Edifes Acadêmico, 2022.</p> <p>50 p. : il. col., 30 cm.</p> <p>Inclui bibliografia.</p> <p>ISBN: 978-85-8263-616-9.</p> <p>Série: Ensino de Química, Volume 19.</p> <p>Grupo de pesquisa de formação de professores em ensino de ciências (FOPEC).</p> <p>1. Química – Estudo e ensino. 2. Aprendizagem baseada em problemas. I. Silva, Ridd Karlos Damascena. II. Kauark, Fabiana da Silva. II. Moura, Paulo Rogerio Garcez de. IV. Instituto Federal do Espírito Santo. V. Título.</p> <p>CDD 23 - 370</p>

Valéria Rodrigues de Oliveira CRB6/ES-477

Este livro foi avaliado e recomendado para publicação por pareceristas *ad hoc*.

Esta obra está licenciada com uma Licença Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Brasil.



Copyright @ 2022 by Instituto Federal do Espírito Santo Depósito legal na biblioteca Nacional conforme Decreto nº. 1.825 de 20 de dezembro de 1907. O conteúdo dos textos é de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Material didático público para livre reprodução.
Material bibliográfico eletrônico.



Edifes
ACADÊMICO



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Pró-Reitoria de Extensão e Produção

Av. Rio Branco, nº 50, Santa Lúcia Vitória – Espírito Santo CEP 29056-255 - Tel.+55
(27)3227-5564

E-mail: editoraifes@ifes.edu.br

Mestrado Profissional em Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Campus Vila Velha

Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco, Vila Velha, Espírito Santo – CEP: 29106-010

Comissão Científica

Fabiana da Silva Kauark

Paulo Rogerio Garcez de Moura

Michele Waltz Comarú

Araceli Verónica Flores Nardy

Coordenação Editorial

Giovni Zanetti

Revisão do Texto

Comissão Científica

Capa e Editoração Eletrônica

Comunicação Social- Campus Vila Velha

Produção e Divulgação

Mestrado Profissional em Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

MINICURRÍCULO DOS AUTORES



RIDD KARLOS DAMASCENA SILVA



Professor da Rede Estadual do Espírito Santo. Graduado em Licenciatura Química pelo Centro Universitário São Camilo - ES. Mestre em Química (PROFQUI) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Vila Velha.

FABIANA DA SILVA KAUARK

Professora do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Pedagoga, Doutora e Mestre em Educação pela Universidade Autônoma de Assunción/Universidade Federal de Uberlândia, Mestre em Ensino de Ciências pelo Instituto Federal do Espírito Santo. Pós Doutora na Universidade de Aveiro Portugal.



PAULO ROGERIO GARCEZ DE MOURA



Professor da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Graduado em Química e especialista em Educação pela Universidade de Cruz Alta. Mestre em Filosofia pela Universidade Federal de Santa Maria e Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).



APRESENTAÇÃO



Prezados leitores,

A Sequência Didática (SD) proposta neste Guia Didático (GD) parte do Tema Gerador Rocha Mármore para abordar princípios químicos envolvidos nas transformações das substâncias inorgânicas mais presentes do cotidiano dos estudantes da Educação Básica, a saber: ácido, base, sais e óxidos; e apresentar a dinâmica das interações dessas substâncias em fenômenos naturais e em algumas das atividades do dia a dia.

Este GD é produto educacional fruto de pesquisa realizada pelo autor no decorrer dos dois anos de Pós-graduação Profissional Stricto Sensu, Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, cursado no Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vila Velha – ES.

A SD foi elaborada a partir do contexto do arranjo produtivo de Cachoeiro de Itapemirim - ES, extração e beneficiamento de rochas ornamentais, articulado ao objeto de conhecimento Funções Inorgânicas, o qual compunha a grade curricular dos sujeitos participantes da pesquisa, alunos da 1ª série do Ensino Médio Integral, com curso Técnico Integrado, de escola estadual do município.

A SD, com foco no desenvolvimento de Habilidades no contexto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foi construída sob arcabouço da metodologia de ensino: Atividade Experimental Problematizada (AEP). A utilização dessa metodologia de ensino emana da busca por estratégias metodológicas que possibilitem ao aluno uma atuação ativa no processo ensino-aprendizagem, inserindo-o em uma atmosfera de aprendizagens por descoberta a partir da experimentação investigativa.



APRESENTAÇÃO



A Atividade Experimental Problematizada (AEP) está estruturada pelos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e na Epistemologia de Thomas Kuhn. É proposta como uma atividade experimental a qual a estratégia pedagógica para um ensino experimental em Química/Ciências é capaz de gerar significados e desenvolver a autonomia do sujeito que aprende (SILVA; MOURA, 2018).

Na intervenção didático-pedagógica de pesquisa de mestrado, a Sequência Didática construída sob arcabouço da metodologia da AEP apresentou resultados satisfatórios, isto é, foi capaz de entusiasmar os estudantes e provocar interesse pelo conhecimento científico, impulsionando aprendizagens em Química a partir da aquisição de conhecimento para o tema circunscrito. Tal metodologia possibilitou o desenvolvimento de habilidades na dimensão do processo cognitivo, à luz da Taxonomia de Bloom Revisada (TBR), aplicar, analisar, avaliar e criar estratégias de intervenções na resolução de situações-problemas do contexto a qual estão inseridos.

Sensível às especificidades de cada instituição de ensino, de modo que possa atender a um público maior, a Sequência Didática expressa nesse guia é uma derivação da que foi aplicada na pesquisa de mestrado. A proposta didático-pedagógica apresentada neste guia pode ser desenvolvida em sete encontros de 50 minutos.

Sugere-se sua aplicação após uma apresentação mais pontual dos aspectos relacionados às substâncias ácidas, básicas, sais e óxidos, tais como: definições, nomenclaturas e classificações, pois, este material se atém ao aprofundamento dos princípios químicos envolvidos nas reações químicas envolvendo tais substâncias no contexto da transformação de rochas calcárias, articulada a temáticas que atravessam os limites de uma abordagem monodisciplinar.

APRESENTAÇÃO



Para o desenvolvimento da experimentação, são sugeridos reagentes simples, de fácil acesso e manuseio, contudo, salienta-se que não se deve abrir mão da segurança e do descarte adequado dos materiais utilizados.

A relevância da SD neste guia está no fato de ela compor uma estratégia didático-pedagógica que possibilita ao professor de Química e de áreas afins diversificarem suas práticas de ensino das substâncias químicas inorgânicas: ácido, base, sais e óxidos, a partir de uma temática contextualizada e uma abordagem problematizada, incutido de uma experimentação avesso às de cunho demonstrativas, ilustrativas ou comprobatórias, mas que se desenvolve a partir do estímulo à resolução de um problema, conduzida de modo a favorecer o protagonismo dos alunos na tomada de decisões na busca por respostas às questões/problemas por meio de procedimentos experimentais, isto é, uma experimentação investigativa.

Espera-se que este material possa atender aos profissionais da área de educação, fornecendo subsídios teóricos e metodológicos para se desenvolver condições mais favoráveis a aprendizagens das substâncias inorgânicas mais presentes do cotidiano, em outras palavras, que possibilite impulsionar a compreensão de princípios químicos das Funções Inorgânicas a partir de uma abordagem contextualizada e interdisciplinar, e que de modo direcionado, possibilite o desenvolvimento de habilidades nos estudantes em vários contextos da Educação Básica.

Ridd Karlos Damascena Silva
Fabiana da Silva Kauark
Paulo Rogerio Garcez de Moura



SUMÁRIO



O MÁRMORE E AS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS	09
SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS	09
Rochas calcárias na diversidade marinha	11
Mármore: a pedra brilhante	12
O carbonato de cálcio nas edificações	13
A influência da industrialização no processo de corrosão do carbonato de cálcio	15
POR DENTRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP)	18
MOMENTOS DA AEP.....	21
MOMENTO 1 – Discussão Prévia	22
Contextualização	23
Organização do Conhecimento	25
Problematização	31
MOMENTO 2 – organização/desenvolvimento	34
MOMENTO 3 – Retorno ao Grupo de Trabalho	42
MOMENTO 4 – Socialização	44
MOMENTO 5 – Sistematização	46
REFERÊNCIAS	50



O MÁRMORE E AS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS



SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

As substâncias químicas podem ser divididas em dois grandes grupos: as orgânicas e inorgânicas. De acordo com Reis (2014), a primeira separação da Química em orgânica e inorgânica ocorreu por volta de 1777 e foi proposta pelo químico sueco Torbern Olof Bergman (17735-1784), que definiu:

- Química inorgânica é a parte da química que estuda os compostos extraídos dos minerais.
- Química orgânica é a parte da Química que estuda os compostos extraídos de organismos vivos, animais e vegetais.

Essa definição custou ser descreditada, mesmo com as repercussões dos experimentos de síntese da ureia, por Friedrich Wöhler em 1828, e obtenção de polimerização do acetileno em benzeno em 1862, por Pierre Eugene Marcellin Berthelot, o debate a respeito da matéria orgânica a partir de organismos vivos ainda era fervoroso e perdurou até por volta do início da Segunda Guerra Mundial (VIDAL; PORTO, 2011).

Apesar de não haver um consenso sobre tais definições, a Química Orgânica é constantemente apontada como a parte da Química que estuda os compostos que apresentam estruturas formadas por átomos de carbono que se ligam entre si, e Química Inorgânica sendo os compostos que não apresentam o carbono em sua estrutura como elemento principal. Delimita-se, neste material, a discussão das substâncias inorgânicas.



O MÁRMORE E AS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS



Mediante sua constituição ou propriedades comportamentais que com o meio reacional venham apresentar, as substâncias inorgânicas podem ser agrupadas em ácidos, bases, sais, óxidos, hidretos, carbetos, entre outros. Contudo, restringe-se a discutir neste trabalho os quatros primeiros, pois são os que compõem as Funções da Química Inorgânica mais presentes no currículo escolar de Química/Ciências dos alunos da Educação Básica.

Com o objetivo de evitar que os conceitos de ácido e bases de Brönsted-Lowry e Lewis sejam apresentados sem qualquer uso na sistematização das reações e sem conexão com o de Arrhenius, sugere-se que a teia conceitual de Arrhenius seja a única apresentada e discutida numa primeira abordagem com os iniciantes desse objeto de conhecimento, mas a partir de um olhar mais atualizado de sua teoria. Dessa forma, propõe-se a seguinte definição para ácidos e bases:

- Ácidos são espécies que, ao reagirem com a água, produzem como íon positivo apenas H_3O^+ .
- Bases são espécies que, ao reagirem com a água, produzem como íon negativo apenas OH^- .

Sugere-se também para a sistematização dos sais e óxidos as seguintes definições:

- Sais são compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, mesmo que em pequena porcentagem, dos quais, pelo menos um cátion é diferente de H_3O^+ e pelo menos um ânion é diferente de OH^- .
- Óxidos são compostos binários (dois elementos), dos quais o oxigênio é o mais eletronegativo, com carga elétrica ou caráter parcial (δ) igual a 2-.

O MÁRMORE E AS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS



Destaca-se que ácidos e bases são apresentados a partir de sua natureza comportamental perante a água, e sais e óxidos apresentados a partir de sua natureza constitucional, o que não os excluem de serem considerados também ácidos ou básicos a partir de seus comportamentos reacionais ante a água.

Apoiando-se na metodologia da Atividade Experimental Problematizada (AEP), a qual estabelece uma abordagem contextual e interdisciplinar do conhecimento científico, as substâncias inorgânicas, ácido, base sais e óxidos, são abordadas a partir do Tema Gerador Rocha Mármore, com ênfase às transformações químicas envolvidas nas rochas calcárias.

Rochas calcárias na diversidade marinha

A natureza fez uso intensivo da capacidade do cálcio (Ca) em formar estruturas rígidas. Essa rigidez vem da força com que o cátion Ca^{2+} , pequeno e de alta carga, interage com seus vizinhos. Como o íon carbonato (CO_3^{2-}) também tem carga 2-, o carbonato de cálcio (CaCO_3) tem uma energia de rede relativamente alta. É por isso que um dos materiais de construção mais antigos foi o calcário (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018).

Segundo Filho *et al.* (2013) a grande maioria das rochas calcárias são de origem biológica ou biodetrítica. Algumas espécies marinhas retiram carbonato de cálcio dissolvidos na água do mar para construir partes do corpo ou moradia. Os corais, por exemplo, são seres vivos que edificam estruturas calcárias sob a forma de recifes.

Após a morte destes organismos, os seus esqueletos são fragmentados pelas correntes e acumulados como detrito, sua cimentação originam as rochas calcárias biogênicas, um exemplar de rocha sedimentar. Essas rochas ao sofrer metamorfismo dão origem ao mármore.

O MÁRMORE E AS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS



Mármore: a pedra brilhante

O termo mármore é derivado do indo-europeu "marmárein" (brilhar), do qual originou, no grego as palavras "marmaros" (pedra-branca) e "marmáreos" (pedra brilhante) e o termo latino "marmor", ainda hoje presente no italiano, francês, alemão e inglês (GIACONI, 1998, p. 2).

O mármore é formado a partir de transformação físico-química sofrida pelo sal carbonato de cálcio a altas temperaturas e pressão. Há três formas cristalinas de ocorrência natural do carbonato de cálcio: calcita, aragonita e vaterita. A calcita é de longe a mais comum, a aragonita é encontrada em alguns locais e a vaterita é extremamente rara (RAYNER-CANHAM; OVERTON, 2015).

Para o comércio de rochas ornamentais, o termo mármore é toda rocha carbonatada, de origem sedimentar (calcário ou dolomito) ou metamórfica (mármore stricto sensu). O granito é considerado como qualquer rocha não-calcária, capaz de receber corte e polimento e passível de ser usado como material de revestimento (incluindo grande variedade de rochas ígneas e metamórficas) (VIDAL; AZEVEDO; CASTRO, 2014).

O mármore pode apresentar diversas variedades de cores: verde, azul, branco, marrom, entre outras, com veios dourados a vermelho, mas somente o mármore branco é considerado puro, as demais variedades se dão por conta da composição química do sedimento, "impurezas", minerais diferentes do carbonato de cálcio presentes no processo de metamorfismo do calcário. A granulação do mármore varia de local para local. O grau metamórfico também influencia na diversificação dessa rocha, do que se valem as empresas mineradoras para diversificarem seus produtos (FILHO *et al.*, 2013).



O MÁRMORE E AS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS



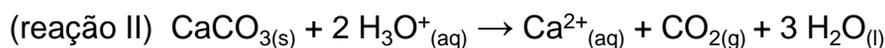
O carbonato de cálcio nas edificações

O mármore e o calcário são muito importantes como material de construção e isso desde os tempos remotos, por exemplo, os blocos de calcário empregados na construção das pirâmides do Egito, como a pirâmide de Quéops, por volta de 2.500 a.C. Em meados de 1500 a.C., percebeu-se, pela primeira vez, que uma pasta de hidróxido de cálcio e areia (argamassa) poderia ser usada para ligar tijolos ou pedras na construção de prédios. Esse material é usado na atualidade de forma abrangente, além da utilização do calcário em si, seus subprodutos, cal virgem, CaO , e cal extinta, Ca(OH)_2 (ATKINS; JONES, 2012; RAYNER-CANHAM; OVERTON, 2015).

O hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) utilizado em construções lentamente coleta o dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera, convertendo, dessa forma, o hidróxido de cálcio de volta ao carbonato de cálcio duro, a partir do qual havia sido produzido:



O problema do carbonato de cálcio é que ele é facilmente dissolvido em meio ácido:



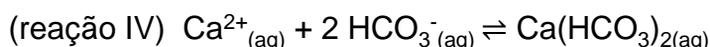
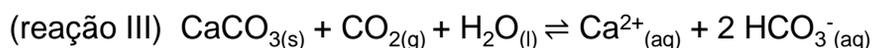
Um fenômeno natural recorrente em vários locais do planeta pela dissolução do carbonato de cálcio, são as formações de cavernas constituídas de estalactites, estalagmites e travertino, como a Gruta do Limoeiro, em Castelo – ES.



O MÁRMORE E AS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS

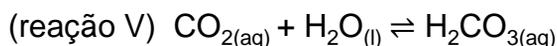


Estas estruturas são formadas quando a água da chuva acidificada pelo CO_2 se infiltra nas rachaduras do calcário, o que provoca a dissolução do carbonato de cálcio e produz uma solução de hidrogenocarbonato de cálcio, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, conforme demonstra a reação III e IV abaixo:



A solução de hidrogenocarbonato de cálcio é posteriormente arrastada, deixando um buraco na rocha. Trata-se de uma reação reversível, e, dentro das cavernas, a evaporação da água das gotas da solução de hidrogenocarbonato de cálcio resulta na formação da calcite, calcário de precipitação, originando estalagmites, estalactites e travertino, que são exemplares de rochas sedimentares quimiogénicas (ATKINS; JONES, 2012; RAYNER-CANHAM; OVERTON, 2015).

Segundo Rayner-Canham e Overton (2015) esta mesma reação está causando grande preocupação no contexto de aumentos nos níveis de dióxido de carbono na atmosfera. Como parte desse gás se dissolve nos oceanos, o equilíbrio acima se deslocará para a direita, inibindo a formação de corais e de organismos marinhos abrigados em conchas. Diante disso, materiais a base de carbonato de cálcio está sujeito ao efeito da chuva ácida. A caracterização da acidez de águas de chuva baseia-se no equilíbrio entre água pura e dióxido de carbono (CO_2) atmosférico. O ácido carbônico (H_2CO_3) se forma quando o dióxido de carbono se dissolve na água:



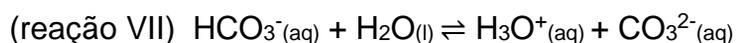
O MÁRMORE E AS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS



Em solução aquosa, quase todo o dióxido de carbono está presente na forma de CO_2 , apenas 37% estão presentes como ácido carbônico. O ácido carbônico é um ácido diprótico extremamente fraco, conforme se pode observar nos valores de pK_a correspondentes a cada uma das etapas de ionização:



$$\text{pK}_a = 6,37$$

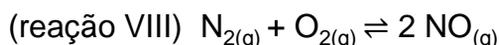


$$\text{pK}_a = 10,33$$

O pH da água pura é 7, mas a partir da diluição do CO_2 na água o pH cai para 5,7. Esse valor de pH é considerado “fronteira natural” para a chuva ser considerada ácida, ou seja, quando a chuva adquire um pH abaixo desse valor ela é considerada ácida. O que provoca uma acidificação acentuada da chuva, isto é, uma diminuição abrupta do pH, são os gases óxidos de enxofre, SO_2 e SO_3 , e óxidos de nitrogênio, NO e NO_2 , os quais são majoritariamente formados a partir das atividades humanas (ATKINS; JONES, 2012; RAYNER-CANHAM; OVERTON, 2015).

A influência da industrialização no processo de corrosão do carbonato de cálcio

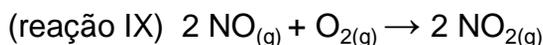
O nitrogênio e o oxigênio da atmosfera podem reagir para formar NO , essa reação é endotérmica, ocorrendo em temperaturas elevadas, como nos motores de combustão interna de automóveis e termelétricas (ATKINS; JONES, 2012), conforme reação abaixo:



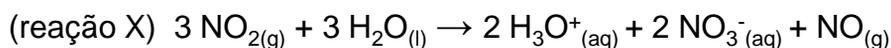
O MÁRMORE E AS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS



O óxido nítrico, NO, não é muito solúvel em água, mas pode ser oxidado no ar para formar dióxido de nitrogênio:

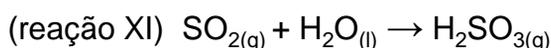


O NO₂ reage com a água, formando ácido nítrico e óxido nítrico:

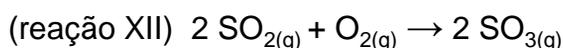


Atualmente para reduzir as emissões do NO de motores de combustão interna, e conseqüentemente a possibilidade de formação de chuva ácida a partir do NO₂, esses motores são equipados com escapamento com conversor catalítico, o qual converte o óxido nítrico em N₂ e O₂.

Já o dióxido de enxofre é produzido como subproduto da queima de combustíveis fósseis. Ele pode se combinar diretamente com a água para formar ácido sulfuroso, um ácido fraco (ATKINS; JONES, 2012):



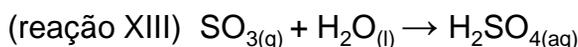
O dióxido de enxofre pode reagir com o oxigênio da atmosfera para formar o trióxido de enxofre:



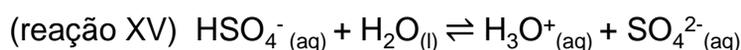
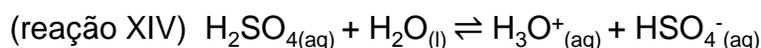
O MÁRMORE E AS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS



Por sua vez, o trióxido de enxofre ao se combinar com a água forma o ácido sulfúrico:



Trata-se de um ácido diprótico forte, formando dois íons, o íon hidrogenossulfato e o íon sulfato:



O primeiro equilíbrio fica bem à direita, mas, o segundo, menos à direita. Desse modo, as espécies predominantes em uma solução de ácido sulfúrico são o íon hidrônio e o íon hidrogenossulfato (RAYNER-CANHAM; OVERTON, 2015).

Dessa forma, estruturas a base de carbonato de cálcio, como edifícios revestidos de mármore e esculturas de rochas calcárias, como os doze profetas de Aleijadinho, do Santuário do Bom Jesus de Matosinhos, no município de Congonhas – MG, estarão mais sujeitas a erosão à medida em que se tem uma incidência maior de óxidos de enxofre, SO_2 e SO_3 , e óxidos de nitrogênio, NO e NO_2 , na atmosfera.

Diante do exposto, percebe-se como os princípios da química associados a materiais inorgânicos são aplicados a uma ampla variedade de situações-problemas articulados a fenômenos naturais e das atividades humanas. Todos os princípios químicos apresentados nesse tópico são passivos de desenvolvimento com os estudantes a partir da exposição a Atividade Experimental Problematizada (AEP) sugerida neste guia.

POR DENTRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP)



Apesar da riqueza de argumentos em torno das contribuições que a prática experimental pode proporcionar ao processo de ensino e aprendizagem, não há uma clareza de como a experimentação pode ser abordada no âmbito da Educação Básica de maneira mais produtiva, isto é, de modo a entusiasmar interesse pelo conhecimento científico e impulsionar a aquisição de novos conhecimentos. Sob esse viés é que surge a Atividade Experimental Problematizada (AEP).

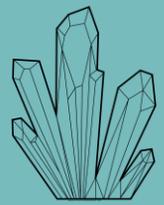
Silva, Moura e Del Pino (2017) explicam que a Atividade Experimental Problematizada (AEP) consiste em um processo procedimental que se desenvolve a partir da demarcação de um problema de natureza teórica, isto é, uma experimentação que objetiva a busca por solução a uma questão. Esse problema, na perspectiva da AEP, pode despertar no aluno motivação, interesse, desafio intelectual e capacidade de discussão e de articulação de ideias. Tais fatores promove sua autoconfiança necessária para que busque apresentar explicações aos fenômenos observados, o que possibilita a construção de concepções, aprendizagens, consistentes e duradouras.

Na metodologia da Atividade Experimental Problematizada (AEP) o professor assume e desempenha o papel de orientador, cuja genuinidade é específica, mas abrangente, proporcionando aos alunos autonomia e protagonismo.

Silva, Moura e Nogara (2020) esclarecem que o objetivo da experimentação não deve configurar-se na formação ou doutrinação do aluno em pensar e agir de modo padronizado, mas despertar nele uma concepção crítica e reflexiva, bem como sua capacidade de tomada de decisões, que o auxilie, tanto cognitivamente na compreensão do fenômeno em si, como em sua própria realidade contextual.



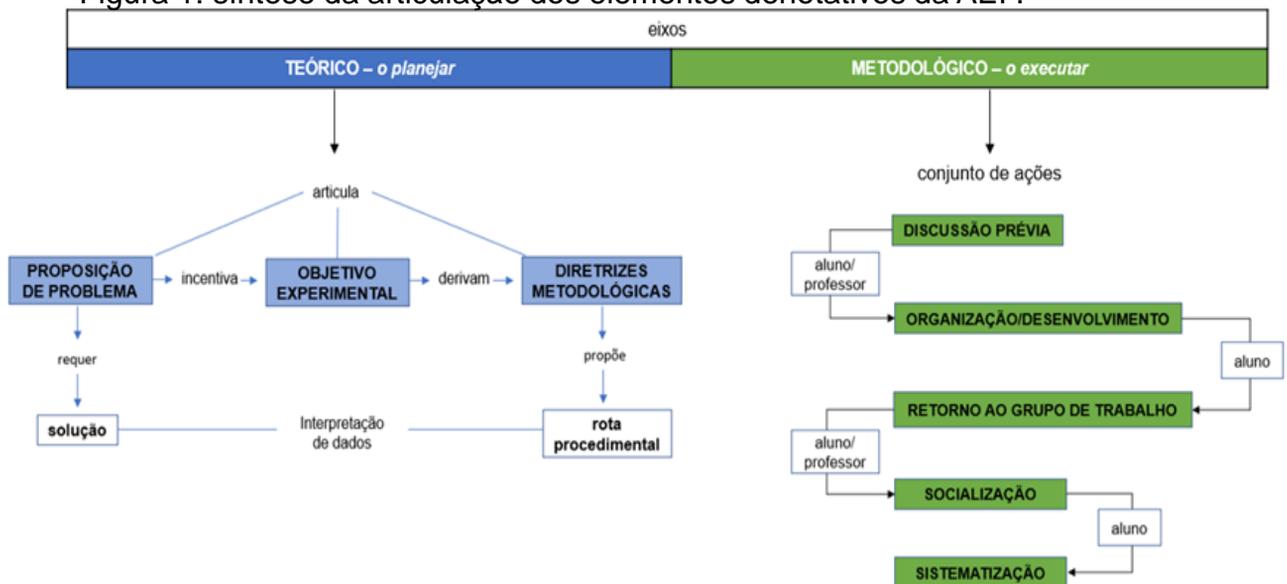
POR DENTRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP)



Na ótica dos autores dessa metodologia, o professor deve problematizar todas as observações que os alunos fazem, auxiliando-os a reconhecer a necessidade sempre constante de outros conhecimentos e, por conseguinte, a importância da pesquisa na busca por uma significativa interpretação dos resultados experimentais. Para tanto, deve-se evitar o excessivo tempo destinado à realização do experimento e o curto período destinado à sua reflexão e do que dela resulta (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017).

A Atividade Experimental Problematizada está estruturada sob dois principais eixos, um de natureza teórica e outra metodológica, os quais se articulam, sendo associativos e indissociáveis. Na figura abaixo (Figura 1) apresenta-se, esquematicamente, os elementos denotativos da Atividade Experimental Problematizada (AEP), tratados como eixos teóricos e metodológicos.

Figura 1: síntese da articulação dos elementos denotativos da AEP.



Fonte: Silva, Moura e Del Pino (2017), adaptado.



POR DENTRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP)



Silva e Moura (2018) esclarecem que essa metodologia de ensino está alicerçada a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (1978, 2003), os elementos articuladores metodológicos apresentados condizentes a uma inteligível interpretação de um processo de construção de conhecimento, a partir do esforço cognitivo em articular informações de natureza científica.

Os dois primeiros momentos da AEP, discussão prévia e organização/desenvolvimento favorecem às proposições: *estrutura cognitiva específica*, *material potencialmente significativo* e *pré-disposição do sujeito em aprender*, à luz da TAS, já que a estrutura proposta nesses dois primeiros momentos dispõe-se, em linhas gerais, garantir uma investigação inicial de conhecimentos prévios e, a partir deles, introduzir novos conceitos científicos, e uma apresentação/desenvolvimento de temáticas atrativas, alinhada ao contexto real do estudante, tornando-se assim, uma material significativo e dispositivo potencializador da pré-disposição em aprender (SILVA; MOURA, 2018).



MOMENTOS DA AEP



01 | Discussão prévia

1.1 | Contextualização

1.2 | Organização do conhecimento

1.3 | Problematização

02 | Organização/desenvolvimento

03 | Retorno ao grupo de trabalho

04 | Socialização

05 | Sistematização

MOMENTO 01

DISCUSSÃO PRÉVIA



Fonte: pngwing.com





Planejamento de aula 1

Objetivos específicos	- Apresentar a temática: extração e beneficiamento de rochas ornamentais de modo a provocar imersão à temática e conhecer os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema. - Propiciar momento de investigação e discussão sobre a atividade mineralógica, tipos de rochas, formação e constituição.
Conteúdos químicos e correlatos	- Tipos de rocha, processo de formação de rochas, minerais, rede cristalina e arranjo atômico.
Metodologia	Aula expositiva dialogada com o auxílio de recurso multimídia.
Recurso	Lousa, pincel, kit multimídia (Datashow e notebook) e Chromebook com acesso à Internet para alunos que não possuem aparelho celular.

Dinâmica proposta:



Inicie a aula apresentando a temática “Extração e Beneficiamento de Rochas Ornamentais”, a fim de excitar o envolvimento com a temática e concomitantemente, para ascender conhecimentos prévios, traga questionamentos, tais como:

- ✓ O que são rochas ornamentais?
- ✓ Como as rochas são formadas?
- ✓ Do que as rochas são constituídas?
- ✓ O que são os minerais?
- ✓ O que é mármore?
- ✓ O que diferencia uma rocha calcária de uma rocha mármore?
- ✓ O que é o processo de mineração?
- ✓ O que é o beneficiamento de rochas?

Explane sobre aspectos da mineração além das de metais como ferro, prata, ouro etc. Pois, é comum o aluno associar mineração somente a metais valiosos.

Contextualização



Possibilite ao aluno pesquisar respostas aos questionamentos e respondê-los de forma oral, com a coparticipação dos outros colegas da classe. Aqui o professor assume o papel de mediador, incentivando a busca de respostas aos questionamento e provocando o debate.



Findado o primeiro momento da aula, leve os alunos ao pátio externo da escola e convide-os a escolherem alguns fragmento de rocha, sob o pretexto de que as próximas aulas serão conduzidas a partir delas.

Caso não seja possível a coleta de fragmentos de rochas no entorno da escola, o professor pode planejar para levar algumas variedades de rochas no dia, e assim, fazer uma exposição para os alunos.

Exposição de rochas em aula prática experimental.



Fonte: o autor.





Planejamento de aula 2

Objetivos específicos	- Apresentar e discutir os processos de formação de rochas, pormenorizado dos processos de formação de rochas calcárias, e aplicações no cotidiano.
Conteúdos químicos e correlatos	- Processo de formação de rochas (Ígnea, sedimentar e metamórfica); - Minerais, rede cristalina e arranjo atômico; - Acidificação da água, dissolução do carbonato de cálcio, precipitação do hidrogenocarbonato de cálcio/bicarbonato de cálcio, chuva ácida, calagem do solo e calcário biogénico.
Metodologia	Aula expositiva dialogada a partir de estudo dirigido com o auxílio de recurso multimídia.
Recurso	Lousa, pincel, kit multimídia (Datashow e notebook) e instrumento de acompanhamento de aula.
Habilidades	(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam as substâncias ácido, base, sais e óxidos, e realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. (EM13CNT105) Analisar o ciclo geológico do carbono e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.



Organização do conhecimento



Dinâmica proposta:



Apresente, com o apoio de recurso multimídia (Datashow e notebook), em *slides*, de forma mais criteriosa o processo de formação de rochas, constituição e aplicações no cotidiano.

Dê ênfase as rochas sedimentares quimiogênicas calcárias, evidenciando os princípios químicos envolvidos nas suas transformações.

Utilize o link abaixo ou o QR Code para ter acesso a um PowerPoint sugestivo para a condução dessa aula.



https://docs.google.com/presentation/d/1nMNfdBZFGPrJGFh0aiNU00FE_7mQcCW0/edit?usp=sharing&ouid=116729264354129400586&rtpof=true&sd=true





Direcione a organização do conhecimentos acerca dos princípios químicos envolvidos nos processos de formação de rochas com ênfase à formação de rochas calcárias, sobretudo as quimiogênicas carbonatadas, como as estalactites e estalagmites, as quais são estruturas formadas quando a água da chuva acidificada pelo $\text{CO}_{2(g)}$ se infiltra nas rachaduras do calcário, o que provoca a dissolução do carbonato de cálcio e produz uma solução de hidrogenocarbonato de cálcio (ATKINS; JONES, 2012; RAYNER-CANHAM; OVERTON, 2015).

Destaque também as consequências decorrentes do excesso do gás carbônico na atmosfera, o qual compromete toda biodiversidade terrestre e marinha, pois seu excesso compromete o equilíbrio do íon hidroxônio na natureza. Além do agravamento da chuva ácida, o $\text{CO}_{2(g)}$ se dissolve na água do mar ocasionando o aumento da concentração de íons hidroxônio naquele meio, esse íon, característico de soluções ácidas, provoca a dissolução do carbonato de cálcio, muito comum em moradias e carapaças de espécies marinhas (ATKINS; JONES, 2012; RAYNER-CANHAM; OVERTON, 2015).

Carapaças de espécies marinhas.



Organização do conhecimento



Para evitar que os alunos fiquem em uma condição passiva nessa aula, disponibilize o formulário abaixo com questões direcionadas, de modo a proporcionar um momento de estudo dirigido.



<input type="radio"/>	1- Conforme o processo de formação, como as rochas podem ser agrupadas? _____ _____
<input type="radio"/>	2- Como são formadas as rochas ígneas ou magmáticas? _____ _____
<input type="radio"/>	3- O que explica a grande variedade de configuração de rochas magmáticas, referidas no comércio de rochas ornamentais, independente do seu processo de formação, como granito? _____ _____
<input type="radio"/>	4- Do que as rochas são constituídas? _____ _____
<input type="radio"/>	5- O que são os minerais? _____ _____
<input type="radio"/>	6- Como são formadas as rochas sedimentares? _____ _____



Organização do conhecimento



7- Quais os tipos de rochas sedimentares?



8- Como são formadas as rochas sedimentares detrítica?



9- Como são formadas as rochas sedimentares quimiogénicas?



10- Como são formadas as rochas sedimentares biogénicas?



11- As rochas calcárias podem ser formadas por sedimentação detrítica quimiogénica ou biogénica, qual o mineral que essas rochas têm em comum em sua constituição?



12- Como são formadas as rochas metamórficas?



13- O mármore é o correspondente metamórfico de qual rocha preexistente?



Organização do conhecimento



Uma estratégia para enriquecer a Sequência Didática e consolidar aprendizagens pelos alunos é solicitar a construção de um mapa mental com os termos e princípios suscitados nesse encontro a partir do tema central rocha.

Os pressupostos discutidos nesse encontro, dará subsídio para o desenvolvimento das Habilidades elencadas das Competências específicas de Ciências da Natureza inculca do tema químico em evidência, sobretudo a Habilidade EM13CNT105: analisar o ciclo geológico do carbono e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

E da Habilidade EM13CNT101 ao estabelecer um momento de análise das transformações e conservações da matéria em sistemas que envolvam substâncias ácidas, sais e óxidos, e realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos, com enfoque ao desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.





Planejamento de aula 3

Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none">- Apresentar o processo de extração e beneficiamento de rochas ornamentais e seu impacto na economia local e/ou regional;- Apresentar e discutir impactos socioambientais da extração e beneficiamento de rochas, de modo a provocar uma reflexão e senso crítico.
Conteúdos químicos e correlatos	<ul style="list-style-type: none">- Impactos socioambientais do processo de extração e beneficiamento de rochas.
Metodologia	Aula expositiva dialogada com o auxílio de recurso multimídia.
Recurso	Lousa, pincel, kit multimídia (Datashow, notebook e caixa de som).
Habilidade	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos decorrentes do descarte inadequado de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais no meio ambiente e da necessidade da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

Dinâmica proposta

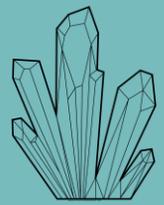


Inicialmente, apresente aos alunos aspectos da extração e beneficiamento de rochas ornamentais, tais como, procedimentos de extração e materiais utilizados no beneficiamento.

Uma possibilidade é apresentar as atividades dessa indústria por meio dos vídeos do Serviço Social da Indústria (SESI). Abaixo encontra-se links para acessar dois vídeos sugestivos.



Problematização



Processo de extração de rochas
(8min49s).



<https://www.youtube.com/watch?v=KcnW6v6L87I>

Processo de beneficiamento de rochas
(8min04s).



https://www.youtube.com/watch?v=TYuWdemT2-I&list=PL4_wpZsopCJIIARSK79xOJyaXYS2KYNME&index=44



Uma estratégia para enriquecer a Sequência Didática e entusiasmar os alunos é levá-los a uma visita técnica em uma das atividades dessa indústria ou uma feira de rochas.



Após apresentação dos principais aspectos da indústria de rochas e de sua influência na economia local e/ou regional, apresente imagens que refletem os impactos socioambientais dessa atividade.



Local de extração de mármore em Cachoeiro de Itapemirim.



Problematização



Segue abaixo sugestão de um terceiro vídeo para esse momento da Sequência Didática. Trata-se de uma reportagem que retrata o impacto ambiental e social em uma comunidade (Itaoca Pedra, Cachoeiro de Itapemirim – ES) próxima a um local de extração de calcário.

Extração de calcário em Itaóca (04min13s).



<https://globoplay.globo.com/v/6657078/>



Por fim, levante um debate sobre os aspectos positivos e negativo dessa atividade, direcionando-os a uma reflexão da necessidade dessa indústria vir acompanhada de responsabilidades social e ambiental.

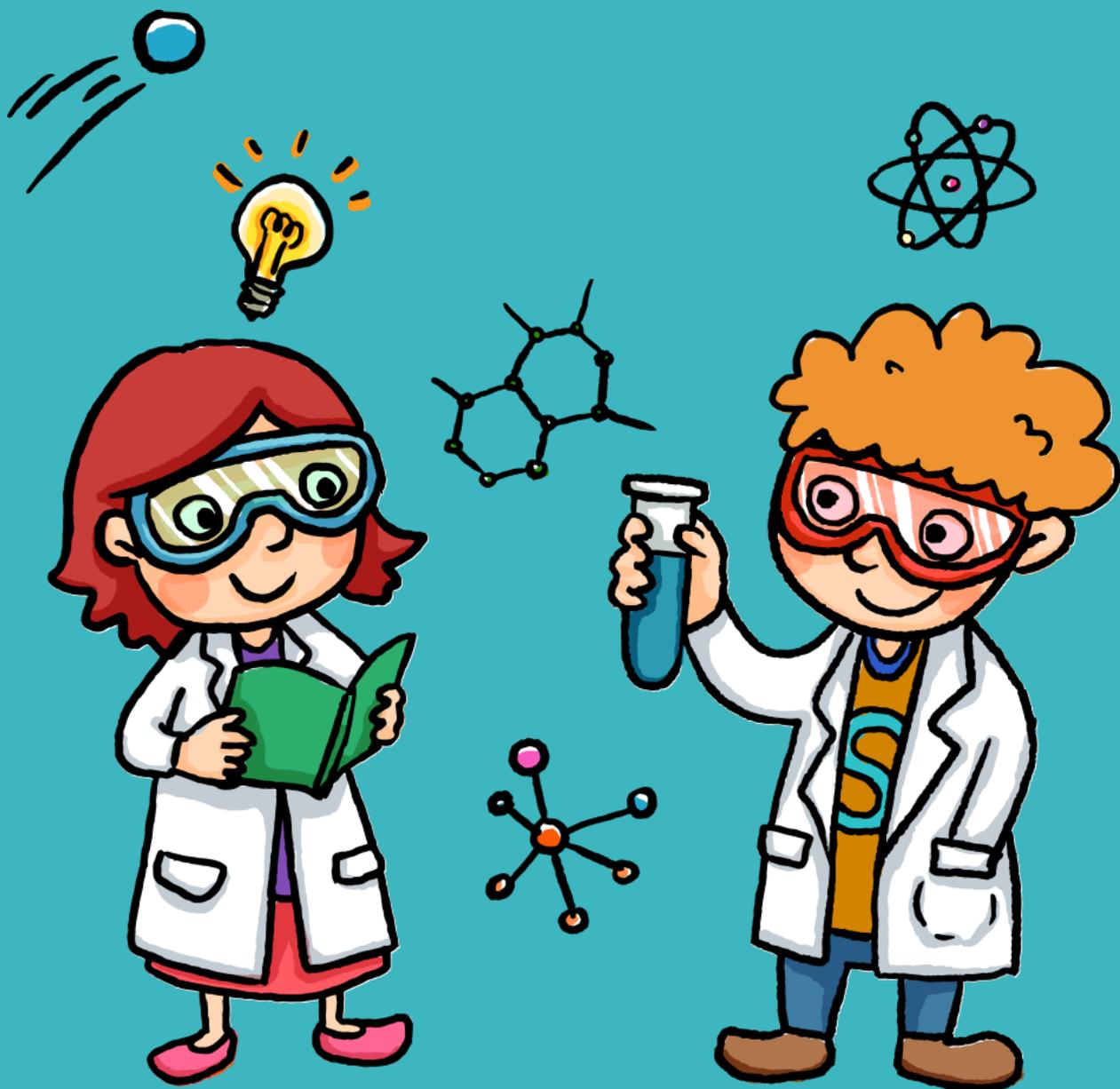
Esse processo de reflexão se calca nos pressupostos da pedagogia crítica de Freire (2000), a qual pauta-se em uma compreensão crítica de mundo, de modo a conduzir a emancipação e autonomia dos educandos, pessoas capazes de analisar suas realidades social, histórica e cultural. Ao desenvolver a conscientização do sujeito, tornam-se pessoas cada vez mais conscientes de seu contexto e de sua condição, criando possibilidades para transformá-la.



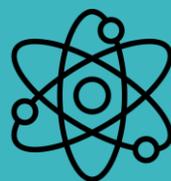
Devido ao seu aspecto interdisciplinar, com elementos da Geologia e da Sociologia, uma estratégia para enriquecer esse momento da Sequência Didática é trazer professores das disciplinas de Geografia e Sociologia para o debate.

MOMENTO 02

ORGANIZAÇÃO/DESENVOLVIMENTO



Fonte: pngwing.com



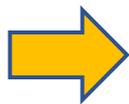


Planejamento de aula 4

Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none">- Apresentar a temática mármore em torno de um fato ou acontecimento;- Investigar o comportamento de diferentes materiais (concha do mar, mármore, granito) em solução ácida e básica;- Investigar o comportamento de indicador ácido-base natural em solução ácida e básica;- Investigar o comportamento de solução ácida quando a ela é adicionado uma base;- Investigar o pH de uma solução a qual houve reação entre o ácido e um material constituído pelo sal carbonato de cálcio.
Conteúdos químicos	<ul style="list-style-type: none">- Identificação de substâncias inorgânicos (ácido, base, sais e óxidos);- Reações químicas inorgânicas;- Chuva ácida;- pH;- Indicadores ácido-base.
Metodologia	Experimentação investigativa
Objetivos experimentais	<ul style="list-style-type: none">- Identificação do carbonato de cálcio em mármore;- Identificação de substância ácida e básica por meio de indicador ácido-base;- Identificação do comportamento de uma reação entre um ácido e uma base (reação de neutralização) por meio de indicador ácido-base;- Identificar o caráter neutralizador do sal carbonato de cálcio quando em meio ácido por meio de indicador ácido-base.
Recurso	Lousa, pincel, kit multimídia (Datashow e notebook); instrumento de acompanhamento de aula, tubos de ensaio e estante para tubos de ensaio; ácido clorídrico comercial; solução de hidróxido de sódio; concha do mar; mármore; granito e indicador ácido-base natural (extrato aquoso do repolho roxo).
Habilidade	(EM13CNT307) Analisar as propriedades das substâncias químicas inorgânicas: carbonato de cálcio, ácido clorídrico e hidróxido de sódio para avaliar a adequação de seu uso em aplicações cotidianas. (EM13CNT301) Criar uma estratégia para corrigir a concentração indesejada de íons hidroxônio em um ambiente aquático, com o emprego de materiais adequados, de modo a representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento ao excesso de emissão do dióxido de carbono na atmosfera e o comprometimento da biodiversidade marinha.



Dinâmica proposta



Inicialmente, apresente aos alunos um problema o qual seja possível solucioná-lo por meio de procedimentos experimentais, conforme proposto na figura abaixo.

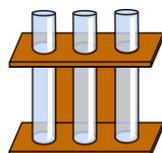
Questão/problema de investigação.

			
Coliseu, Roma.	Acrópole, Atena.	Os doze profetas (Aleijadinho), Congonhas.	Parede de calcário corroída.

Google imagens.

Em nosso cotidiano há muitas construções antigas, ao observar algumas dessas construções é possível identificar sinais de corrosão. O que provoca a corrosão dessas estruturas? Como podemos proceder experimentalmente para investigar possíveis causas?

Diretrizes metodológicas



Materiais

- Tubos de ensaio;
- Estante para tubos de ensaio;
- 3 Béquer de 100 ml;
- Seringa de 5 a 10 ml.



Reagentes

- Ácido muriático (ácido clorídrico comercial);
- Hidróxido de sódio;
- Concha do mar;
- Mármore;
- Granito;
- Extrato aquoso do repolho roxo.



Organização/desenvolvimento



Com os reagentes dispostos em bancada, disponibilize para cada grupo de alunos um kit de experimentação, com ao menos 7 tubos de ensaio e estante de tubos de ensaio.



Diante das provocações postas, os alunos pegam suas amostras de reagentes, e executam seus procedimentos com o olhar atento do professor. Os alunos, em posse do formulário abaixo, anotam suas percepções sobre o fenômeno observado e as considerações feitas pelo regente.



Observação 1 - Ácido clorídrico e concha do mar:

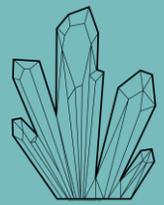
Descreva na forma de equação química a reação ocorrida.

Observação 2 - Hidróxido de sódio e concha do mar:

A partir da observação do comportamento da concha em meio a solução ácida, e do conhecimento do processo de formação de rochas calcárias, como pode-se proceder para identificar o mineral que constitui o mármore?

Observação 3 - Ácido clorídrico e mármore:





<input type="radio"/>	Observação 4 - Ácido clorídrico e granito: _____ - Ciente da constituição do mármore e de seu comportamento em meio a uma solução ácida, o que justifica a corrosão de monumentos históricos ser mais evidenciada em uns do que em outros? _____ _____
<input type="radio"/>	Observação 5 - Extrato aquoso de repolho roxo em meio solução ácida: _____ _____
<input type="radio"/>	Observação 6 - Extrato aquoso de repolho roxo em meio solução alcalina: _____ _____
<input type="radio"/>	Observação 7 - mistura de solução ácida em solução alcalina imbuídas do indicador ácido-base. _____ _____
<input type="radio"/>	Observação 8 - adição do indicador ácido-base no tubo em que houve a dissolução da rocha ou da concha: _____ _____
<input type="radio"/>	Registros gerais: _____ _____ _____ _____
<input type="radio"/>	





Utilize o link abaixo ou QR Code para ter acesso ao roteiro de condução desse momento.



https://docs.google.com/document/d/1fC2Ar79m0wCePzt_5bfSkI2ZiBoE2BCT/edit?usp=sharing&oid=116729264354129400586&rt_pof=true&sd=true

Resultados dos procedimentos experimentais.



Fonte: o autor

A figura acima indica os resultados que irão aparecer ao utilizar os materiais e os procedimentos sugeridos. Na imagem 01, observe que nos dois primeiros tubos de ensaio, da esquerda para a direita, não ocorrem reações químicas. No primeiro tubo, trata-se de fragmentos rocha granítica em meio a solução de ácido clorídrico comercial (ácido muriático). No segundo tubo, trata-se de fragmentos de concha em meio a solução de hidróxido de sódio.



Já nos dois últimos tubos de ensaio, ainda da primeira imagem, em ambos, a reação química ocorre de forma vigorosa, com desprendimento de gás carbônico. No terceiro tubo de ensaio, da esquerda para a direita, trata-se de fragmentos de concha em meio a solução de ácido clorídrico comercial, e no quarto tubo, trata-se de fragmento de rocha mármore a solução de mesmo ácido.

A equação química que representa ambas as reações pode ser descrita como:
 $\text{CaCO}_{3(s)} + 2 \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{CaCl}_{2(aq)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ uma vez que se tratam de materiais a base de mesmo sal, o carbonato de cálcio.

Na imagem 02 da mesma figura, observe que nos dois últimos tubos de ensaio, da esquerda para a direita, tem-se colorações diferentes, trata-se do indicador natural repolho roxo. Soluções de extrato de repolho roxo apresentam variações de cor em diferentes faixas de pH, conforme pode-se observar na imagem abaixo.

Variação das cores de soluções de extrato de repolho roxo em função do seu pH.



Fonte: Silva (2020).



Vale destacar que, apesar de normalmente não oferecer riscos significativos aos alunos, o ácido muriático e a soda cáustica são materiais abrasivos e podem, em certas circunstâncias, causar acidentes, tais como, necrose do epitélio bronquial em caso de inalação e irritação nos olhos. Em contato com a pele, podem causar queimaduras, podendo ser até mesmo fatal em caso de ingestão.

Portanto, recomenda-se que tais substâncias sejam manuseadas pelos alunos somente após orientações e com a presença e constante vigilância do professor. Todos os estudantes devem estar usando equipamentos individuais de segurança (luva, máscara, blusa de manga comprida, calça comprida e sapato fechado) a fim de que se minimizem os riscos.

Caso o ácido ou a base entre em contato com a pele, lavar imediatamente com água em abundância por, pelo menos, 20 minutos. Caso haja queimaduras, encaminhar a um hospital de pronto atendimento.

MOMENTO 03

RETORNO AO GRUPO DE TRABALHO



Fonte: pngwing.com

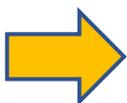




Planejamento de aula 5

Objetivo específico	<ul style="list-style-type: none">- Sistematizar as informações registradas;- Discutir <i>intra</i> grupos de trabalho os registros e interpretá-lo com perspectivas de solução as questões/problemas postas.
Conteúdos químicos	<ul style="list-style-type: none">- Identificação de substâncias inorgânicos (ácido, base, sais e óxidos);- Reações químicas inorgânicas;- Chuva ácida;- pH;- Indicadores ácido-base.
Metodologia	Discussão e reflexão <i>intra</i> grupos de trabalho.
Recurso	Sala com mesas redondas ou similar.

Dinâmica proposta



Com a classe dividida em grupos, em posse dos registros feitos na experimentação, direcione uma reflexão e discussão *intra* grupo, com vista a uma interpretação conjunta dialógica com perspectivas de solução às questões/problemas postas na etapa anterior, inclusive, o problema proponente que demandou o objetivo experimental e diretrizes metodológicas.

Defende-se, no contexto da AEP, que um experimento deve estender-se para além da simplicidade das manipulações e dos registros, pois compreensões psicológicas são geradas pela aplicabilidade que os sujeitos desenvolvem aos dados empíricos obtidos (SILVA, MOURA; NOGARA, 2020, p. 13).

Nessa perspectiva, ao retornar aos seus pares, passa-se ao desenvolvimento de um tratamento de dados capaz de levá-los a uma solução ao problema originário às atividades, geradora de convencimento coletivo, pela logicidade argumentativa que poderá apresentar. Aqui, o professor assume o papel de mediador, acompanhando *in loco* os trabalhos decorrentes (SILVA; MOURA, 2018).

MOMENTO 04

SOCIALIZAÇÃO



Fonte: pngwing.com





Planejamento de aula 6

Objetivo específico	- Socializar as concepções construídas com os procedimentos realizados.
Conteúdos químicos	- Reações químicas inorgânicas; - Identificação de substâncias inorgânicos (ácido, base, sais e óxidos); - Chuva ácida; - pH; - Indicadores ácido-base.
Metodologia	Discussão e reflexão entre grupos de trabalho.
Recurso	Sala com mesas redondas ou similar.

Dinâmica proposta



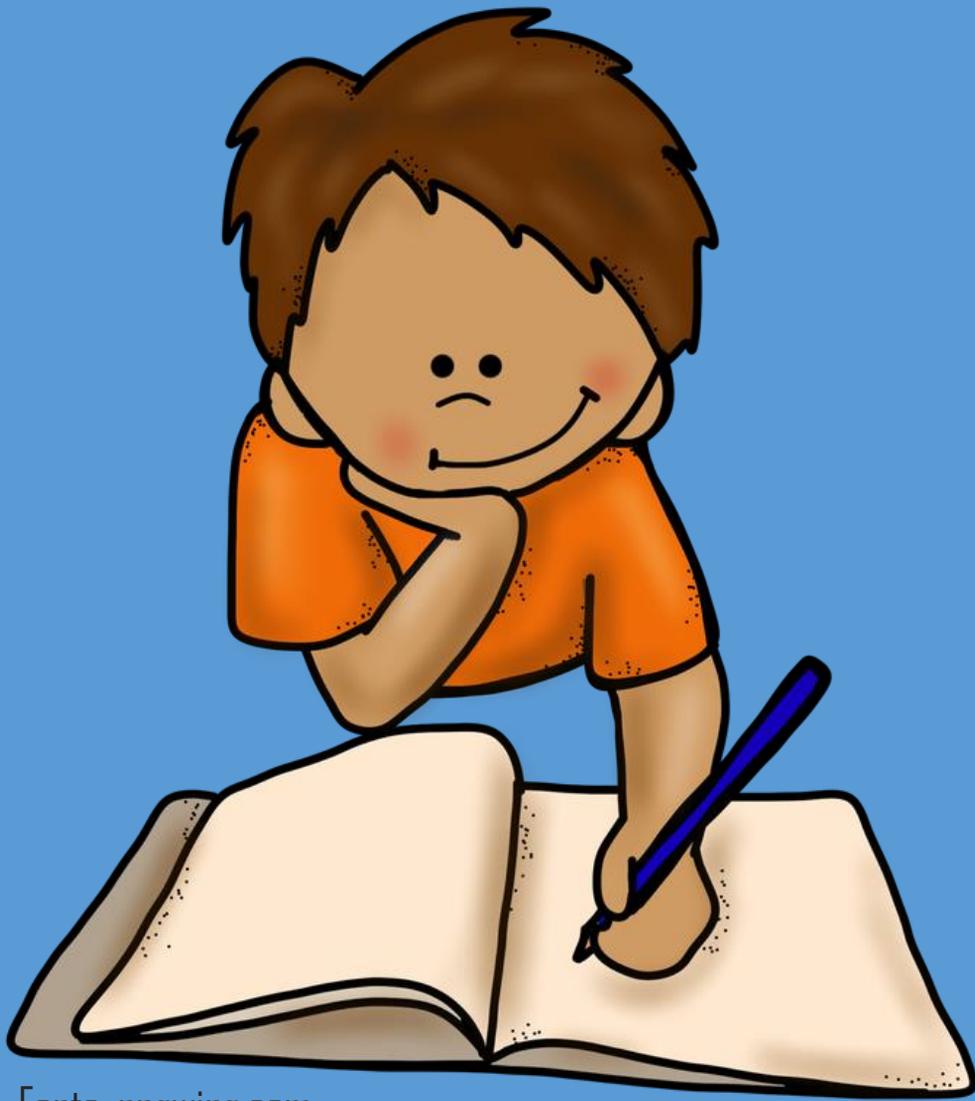
Com a classe dividida em grupos, em posse dos registros feitos na experimentação e das conclusões alcançadas *intra* grupo, direcione um diálogo entre os grupos com vista a uma socialização dos resultados alcançados e o percurso metodológicos que a equipe seguiu que justifica o resultado e o posicionamento deles às questões/problemas postas.

Considerando as distinções teórico-metodológicas que poderão levar a resultados e a conclusões consideravelmente dissemelhantes, esse momento busca incentivar um diálogo entre os diferentes grupos de trabalho, a julgar que a partir do confronto entre argumentações distintas pode-se seguir a uma possível generalização (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020).

Esse momento consiste na disposição de um espaço coletivo à troca de ideias referentes aos procedimentos realizados durante a técnica; concepções de acertos e erros experimentais e suas perspectivas de elaboração de uma explicação teórica qualificada capaz de solucionar as questões/problemas propostas (SILVA; MOURA, 2018).

MOMENTO 05

SISTEMATIZAÇÃO



Fonte: pngwing.com





Planejamento de aula 7

Objetivo específico	- Investigar se as Habilidades foram alcançadas pelos alunos a partir da análise de proposições a resolução de questões/problemas dos 6 níveis de complexidade cognitivas da Taxonomia de Bloom Revisada.
Objetos de avaliação	Obj.1: Reconhecer o processo de formação do mármore, citando a rocha que a da origem. Obj.2: Entender o processo de formação de rochas calcárias, descrevendo o meio pelas quais são formadas. Obj.3: Utilizar, de forma consciente, substâncias químicas, aplicando-as na identificação do carbonato de cálcio em rochas. Obj.4: Analisar uma situação concreta, identificando a correlação entre a perda de massa de monumentos a base de carbonato de cálcio e o fenômeno da chuva ácida. Obj.5: Avaliar impactos ambientais, interpretando consequências decorrentes do descarte inadequado de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais. Obj.5: Criar uma estratégia para corrigir a concentração indesejada de íons hidroxônio em um ambiente aquático, desenvolvendo uma intervenção adequada.
Metodologia	Resolução de questões/problemas de forma descritiva no <i>Google Forms</i> ou por meio de impressão em folha A4.
Recurso	Chromebook com acesso à Internet para alunos que não possuem aparelho celular ou avaliação impressa em folha A4.

Dinâmica proposta



Para cada objetivo de aprendizagem, proponha uma questão/problema de avaliação. A verificação do domínio do objetivo de aprendizagem se dá por meio de análise da resposta dessas questões. O formulário a seguir compõe respectivamente uma proposta de questão/problema para cada um dos níveis do processo cognitivo citado no quadro acima.

Esse momento é predominantemente do aluno, aqui o professor assume a função de avaliador do processo. Trata-se de elaboração de um produto como estratégia imprescindível à geração de conhecimento passivo de avaliação pelo professor (SILVA; MOURA, 2018).

SISTEMATIZAÇÃO



1- O mármore é o correspondente metamórfico de quais tipos de rochas?



2- Como são formadas as rochas sedimentares quimiogénicas calcárias, como as estalactites e estalagmites?



3- O que pode ser feito para identificar se uma determinada rocha é constituída de carbonato de cálcio?



4- Ao observarmos alguns monumentos históricos é possível perceber sinais de corrosão, principalmente em regiões que abarcam grandes indústrias emissoras de gases poluentes, como usinas termelétricas à base de carvão mineral, indústrias de celulose, refinarias de petróleo, entre outras. Por que isso acontece?



5- Considere uma situação hipotética em que uma empresa clandestina de beneficiamento de rochas ornamentais, instalada à beira de um rio, não se preocupa em fazer a destinação adequada dos seus resíduos. Quais as possíveis consequências ambientais dessa atividade irregular?



6- Imagine que você seja responsável por um lindo aquário, com lindos peixes. Ciente de que cada espécie de peixe possui uma faixa de pH a qual está adaptado, e que os peixes que você cuida estão adaptados a um pH próximo de 7, você constatou, por meio de um pHmetro, que o pH desse aquário está próximo de 5. O que você pode fazer para amenizar esse problema, tendo à sua disposição ácido carbônico, ácido clorídrico, rochas calcárias, granito e conchas do mar?



SISTEMATIZAÇÃO



A taxonomia dos objetivos educacionais, mais comumente expressa como Taxonomia de Bloom, em tributo a Benjamin Samuel Bloom, é uma estrutura para classificar declarações do que se espera ou se pretende que os alunos aprendam ao fim de uma instrução (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Os trabalhos de Benjamin S. Bloom e colaboradores trouxeram um novo olhar para as políticas e práticas educacionais a partir dos anos 50, mas novos desenvolvimentos incorporados à educação, com o passar dos anos, demandou uma revisão do quadro teórico por eles elaborados. A mais notável modificação foi a bidimensionalidade que a taxonomia passou a adquirir a partir da descrição dos objetivos educacionais, contemplando o que é esperado que os alunos aprendam (substantivo) e como esse novo conhecimento é aplicado (verbo).

Assim, tem-se a dimensão conhecimento, relacionado ao tipo de conhecimento a ser adquirido (**o que**), e a dimensão do processo cognitivo, relacionado ao modo como esse conhecimento é utilizado (**como**). A Taxonomia de Bloom com as modificações feitas a partir de sua revisão é comumente expressa como Taxonomia de Bloom Revisada (TBR) (FERRAZ; BELHOT, 2010).



Recomenda-se um estudo minucioso das considerações sobre a TBR, pois sua assimilação favorece à construção de questões/problemas direcionadas ao desenvolvimento de Habilidades específicas de cada Competência da BNCC e sua posterior avaliação de forma clara e objetiva. Maiores detalhes sobre a articulação da TBR e avaliações de Habilidades no contexto da BNCC podem ser encontradas na dissertação de mestrado deste autor.

REFERÊNCIAS



ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química** – Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

ATKINS, P; JONES, L; LAVERMAN, L. **Princípios de Química** - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. Bookman Editora, 2018.

FILHO, R. S.; MATOS, G.M.; MENDES, V.A.; IZA, E. R. H. F. **Atlas de Rochas Ornamentais do Espírito Santo**. 1ª Ed. Brasília: CPRM, 2013.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom**: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & produção*, v. 17, p. 421-431, 2010.

GIACONI, W. J. **Perfil atual da Indústria de Rochas Ornamentais no Município de Cachoeiro de Itapemirim (es)**. Dissertação (Mestrado em Geociências - Área de Administração e Política de Recursos Minerais) – UNICAMP, Campinas – São Paulo.

RAYNER-CANHAM, G.; OVERTON, T. **Química Inorgânica Descritiva**. 5ª ed. Editora GEN: Rio de Janeiro, 2015.

REIS, M. **Química**. vol. 1. São Paulo: Moderna, 2014.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G. **Ensino Experimental de Ciência** – uma proposta: Atividade Experimental Problematizada (AEP). São Paulo: Editora Livraria da Física, 1ª edição, 2018. 175p.

SILVA, J. B. **Repolhometro e fotorrepolhometro**: phmetros de baixo custo para uso no ensino médio. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Rio Grande do Sul, p. 100. 2020.

VIDAL, P. H.; PORTO, P. A. **Algumas contribuições do episódio histórico da síntese artificial da ureia para o ensino de química**. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, v. 4, p. 13-23, 2011.

VIDAL, F. W. H.; AZEVEDO, H. C. A.; CASTRO, N. F. **Tecnologia de rochas ornamentais**: pesquisa, lavra e beneficiamento. 1ª ed. Editora CETEM: Rio de Janeiro, 2014.