



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



PRODUTO EDUCACIONAL

CRESCIMENTO DE CRISTAIS: UMA UEPS PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE TERMODINÂMICA

BEATRIZ SANTOS SILVA

VITÓRIA DA CONQUISTA- BA

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA-UESB
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA- MNPEF

PRODUTO EDUCACIONAL

**CRESCIMENTO DE CRISTAIS: UMA UEPS PARA O ENSINO DE
CONCEITOS DE TERMODINÂMICA**

Beatriz Santos Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cristina Porto Gonçalves

Coorientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro

VITÓRIA DA CONQUISTA- BA

2024

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
1. OBJETIVO GERAL	6
2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	6
2.2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA DE MOREIRA.....	8
3. UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS).	10
3.1 Mapas Conceituais: um caminho para a Aprendizagem Significativa	10
4. CONTEÚDO A SER ABORDADO	12
4.1 A Termodinâmica e o Poder dos Cristais	12
4.1.1 A história da Termodinâmica	12
4.1.2 Calor	13
4.2 Entropia	15
4.3 O Poder dos Cristais	15
5. CRESCIMENTO DE CRISTAIS: UMA UEPS PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE TERMODINÂMICA	17
5.1 Prepara para a aplicação da UEPS.....	17
5.2 Aspectos sequenciais da UEPS	17
Passo 1- Definição do conteúdo a ser abordado	17
Passo 2- Levantamento dos conhecimentos prévios.....	18
Passo 3- Situações-problema em nível introdutório	20
Passo 4- Apresentação do conhecimento a ser Ensinado/Aprendido	22
Passo 5- Retomar os Aspectos Gerais em Nível mais alto de Complexidade.....	25
Passo 6- Conclusão da UEPS	27
Passo 7- Avaliação da Aprendizagem através da UEPS	34
Passo 8- Análise do êxito da aplicação da UEPS	34
6. DISTRIBUIÇÃO DAS AULAS E ATIVIDADES	35
REFERÊNCIAS	37
ANEXOS	38
ANEXO I	39
ANEXO II	42
ANEXO III	44
ANEXO IV	46
APÊNDICES	47
APÊNDICE A	47

APÊNDICE B.....	49
APÊNDICE C	50
APÊNDICE D	51
APÊNDICE E.....	54
APÊNDICE F.....	56

APRESENTAÇÃO

Pensando no Ensino de Física atual, tanto no nível médio quanto no nível fundamental dentro da disciplina de Ciências, são feitas duras críticas relacionadas, principalmente, ao mecanismo de aprendizagem, as excessivas expressões algébricas, a fraca abordagem histórica e o baixo uso de aparatos experimentais durante as aulas (HÜLSENDEGER, 2007). Por conta disso, não é surpresa para nenhum professor da área, que parte dos seus alunos gere uma antipatia por boa parte dos conteúdos que a envolve.

Em busca de encontrar uma solução para os problemas citados acima, os professores têm implementado novas metodologias e estratégias pedagógicas que buscam estimular o interesse dos alunos no processo de ensino e aprendizagem (FERNANDES, 2010 apud GRASSELLI, 2018). Tais metodologias visam fazer com que os alunos enxerguem na Física uma ciência presente em seu cotidiano, podendo se relacionar com outras ciências, a exemplo, a Química e a Biologia.

Uma possibilidade encontrada por alguns professores, baseada nos conhecimentos prévios dos alunos, é vincular conteúdos que já fazem parte da bagagem de conhecimento destes com novos aprendizados e novas disciplinas.

Dentro da grande escala de conteúdos presentes na disciplina de Ciências, que no último ano do ensino fundamental é dividida igualmente entre as três componentes curriculares da Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química), se encontra a Termodinâmica, área de conhecimento que busca entender os processos que envolvem o calor e as transformações causadas por ele, tendo um papel fundamental para o processo de aprendizagem dos alunos com relação à Física.

Sendo assim, a proposta do trabalho em questão é aplicar uma sequência didática com o intuito de abordar alguns conceitos da Termodinâmica e da Termoquímica relacionados ao crescimento e estrutura dos cristais, tendo em vista o misticismo por trás do poder dos cristais. Para isso, a sequência será baseada na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa- UEPS de Marco Antônio Moreira (2010) que visa utilizar o conhecimento prévio do aluno para construir um novo conhecimento, e assim alcançar a aprendizagem significativa. É válido ressaltar que durante o processo de desenvolvimento da UEPS, são utilizadas situações-problema que dão sentido aos novos conhecimentos e que o aluno é quem vai decidir se sua aprendizagem vai ser significativa ou não.

1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma sequência didática interdisciplinar, no Ensino Fundamental, baseada na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino dos conceitos de temperatura, calor, entropia e energia interna, relacionado ao crescimento e estrutura dos cristais, tendo em vista o misticismo por trás do poder dos cristais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Produto Educacional está disponibilizado em forma de implementação de uma sequência didática. Neste processo foram escolhidas a Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antonio Moreira para realização das atividades realizadas em sala de aula.

2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, renomado psicólogo americano, emerge como um modelo influente no campo da psicologia educacional. Ela proporciona um sólido arcabouço conceitual para entender os processos cognitivos envolvidos na aquisição de conhecimento, contrastando com abordagens mais mecânicas (MOREIRA, 2012).

Ausubel propõe que a aprendizagem é mais eficaz quando novos conhecimentos são integrados de maneira significativa às estruturas cognitivas já existentes no indivíduo. Para facilitar essa assimilação, ele introduz o conceito de "subsunoçores" — ideias preexistentes na mente do aprendiz que servem como ancoragem para a incorporação de novas informações. A construção de significado, segundo Ausubel, depende da integração dessas novas ideias à estrutura mental pré-existente.

O termo "subsunoçor", derivado do verbo "subsumir", refere-se à incorporação de novos conhecimentos em um contexto cognitivo já estabelecido. Esses subsunoçores são conhecimentos específicos presentes na estrutura mental do sujeito, que possibilitam a atribuição de significado a novas informações. A estrutura cognitiva é descrita como um conjunto hierárquico dinamicamente interligado de subsunoçores, refletindo a complexidade singular da mente humana.

Valadares e Moreira (2009) destacam que essa estrutura inclui componentes afetivas e reflete o resultado das experiências e conceitos anteriormente assimilados pelo indivíduo. Assim, os subsunçores desempenham um papel fundamental na aprendizagem significativa, permitindo a construção de significados em novos contextos educacionais. A teoria de Ausubel enfatiza a organização hierárquica do conhecimento como crucial para facilitar a ligação entre novos conhecimentos e os conhecimentos prévios do aprendiz. Esta organização ajuda na ancoragem do novo conteúdo, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Ausubel, Novak e Haniensem (1980) ressaltam que a aprendizagem significativa não se limita à simples absorção de informações relevantes, mas envolve a integração de significados intrínsecos nos materiais educacionais. Ou seja, a aquisição de novos significados ocorre mesmo antes de qualquer instrução formal.

Para implementar eficazmente a teoria da aprendizagem significativa, Ausubel destaca a importância de despertar o interesse dos alunos através de materiais instrucionais relevantes e incentivando a participação ativa. O diálogo entre educador e aluno desempenha um papel crucial na clarificação de conceitos e na promoção da construção de significado. Ausubel identifica duas condições fundamentais para que ocorra uma aprendizagem significativa:

Uma das condições [...], portanto, é que o material seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo. [...] A outra condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva. (MOREIRA, 2019, p. 163-164).

O autor destaca duas condições fundamentais para que ocorra a aprendizagem significativa. Primeiramente, resalta a necessidade de o material didático ser relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Isso significa que o conteúdo deve ser apresentado de forma a estabelecer conexões naturais e substanciais com os conhecimentos prévios do aprendiz, evitando abordagens que sejam percebidas como aleatórias ou desconectadas da experiência cognitiva do indivíduo.

2.2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA DE MOREIRA

A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, desenvolvida por Marco Antonio Moreira, emerge como uma abordagem inovadora e reflexiva no campo da psicologia educacional. Esta teoria representa uma extensão da concepção clássica da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, incorporando elementos críticos que aprofundam a compreensão do processo de aprendizagem. Segundo o autor,

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2012, p. 2).

O autor encapsula de maneira precisa o cerne da aprendizagem significativa, proporcionando uma compreensão clara dos elementos fundamentais envolvidos no processo. Ao afirmar que a aprendizagem significativa ocorre quando ideias simbolicamente expressas interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com o conhecimento prévio do aprendiz, Moreira destaca dois pontos cruciais.

Em primeiro lugar, a interação substantiva sugere que a assimilação de novas ideias não se limita a uma interpretação literal ou ao pé-da-letra. Pelo contrário, a aprendizagem significativa envolve uma compreensão profunda e não superficial, permitindo que as novas ideias se entrelacem de maneira não restrita com os conhecimentos existentes. Essa interação substantiva propicia a criação de significados mais profundos e conexões mais ricas entre os conceitos, contribuindo para uma aprendizagem mais duradoura e compreensiva.

Em segundo lugar, a não-arbitrariedade ressalta a importância da relevância específica do conhecimento prévio na estrutura cognitiva do aprendiz. Isso implica que a aprendizagem significativa não ocorre de maneira aleatória, mas sim quando as novas ideias estão intrinsecamente relacionadas a conhecimentos pré-existentes que são particularmente pertinentes ao sujeito que aprende. Essa não-arbitrariedade enfatiza a necessidade de uma conexão lógica e contextual entre o novo conhecimento e a base cognitiva do aprendiz, favorecendo uma compreensão significativa.

Nessa perspectiva, Moreira propõe que a aprendizagem significativa crítica vai além da simples assimilação de informações para a construção de significados conscientes e reflexivos. Em sua abordagem, ele destaca a importância de uma visão crítica e contextualizada do conhecimento, considerando não apenas a estrutura cognitiva individual do aprendiz, mas também as dimensões socioculturais, políticas e históricas que moldam esse conhecimento. Sobre isso, o autor elenca que:

É preciso chamar atenção que aprendizagem significativa não é, necessariamente, aquela que comumente chamamos de “correta”. Quando o sujeito atribui significados a um dado conhecimento, ancorando-o interativamente em conhecimentos prévios, a aprendizagem é significativa, independente de se estes são os aceitos no contexto de alguma matéria de ensino (MOREIRA, 2012, p. 8).

Dessa maneira, compreende-se que, na aprendizagem significativa, o conteúdo escolar não apenas interage com outros conhecimentos do ambiente escolar, mas também se relaciona com outros saberes provenientes de diversas origens. Esse processo possibilita a formulação de novos significados, adotando uma perspectiva não literal e não arbitrária. Nesse contexto, o papel do educador transcende o de mero transmissor de conhecimento para tornar-se um facilitador, fomentando a construção ativa de saberes pelos alunos (MOREIRA, 2010; AUSUBEL, 1968).

3. UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS)

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) surgem como uma metodologia a ser adotada pelo professor, visando fornecer contribuições para o desenvolvimento de uma aprendizagem progressivamente mais significativa, em contraposição à abordagem mecânica de aprendizagem, conforme destacado por Moreira, “são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula” (2011, p. 02).

Nesse sentido, as UEPS referem-se a uma abordagem pedagógica que busca criar unidades de ensino ou atividades educacionais que tenham o potencial de promover aprendizagem significativa. Este conceito é fundamentado nas teorias da aprendizagem significativa, especialmente na proposta por David Ausubel, e destaca a importância de construir conexões entre novos conhecimentos e o conhecimento prévio do aluno.

Moreira destaca que, ao utilizar as UEPS, os professores têm a oportunidade de criar situações de aprendizagem que levam em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, promovendo uma conexão efetiva entre os novos conteúdos e o que os estudantes já sabem. O autor enfatiza que o conhecimento prévio do aluno é uma condição necessária para a Aprendizagem Significativa, e as UEPS oferecem uma maneira eficaz de integrar esses conhecimentos ao processo de ensino (MOREIRA, 2005).

As UEPS buscam envolver os alunos ativamente no processo de aprendizagem, estimulando a reflexão, o questionamento e a aplicação prática do conhecimento. Dessa forma, as unidades de ensino são projetadas de maneira a desencadear o pensamento crítico e a interação substancial com os conceitos, promovendo, assim, a aprendizagem significativa.

Ao adotar as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, os educadores procuram criar um ambiente educacional mais dinâmico, onde os alunos não apenas absorvem informações, mas também constroem ativamente seu entendimento sobre o conteúdo. Essa abordagem visa tornar a aprendizagem mais significativa, relevante e transferível para diferentes contextos, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais profundas e duradouras.

3.1 Mapas Conceituais: um caminho para a Aprendizagem Significativa

Os mapas conceituais, concebidos como importantes ferramentas pedagógicas, têm sido objeto de reflexão por parte de Marco Antônio Moreira. Em suas ponderações, Moreira destaca a eficácia dos mapas conceituais na representação gráfica e organização do conhecimento, enfatizando que eles são instrumentos cognitivos poderosos, pois possibilitam a explicitação e visualização das relações hierárquicas entre os conceitos de uma determinada área do conhecimento (Moreira, 2005). O autor ainda destaca que

"De maneira geral, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são essencialmente diagramas que ilustram as relações entre conceitos ou entre as palavras que empregamos para expressar esses conceitos." O autor ainda deixa explícito que "Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los" (MOREIRA, 1997, p. 2).

No entanto, a utilidade dos mapas conceituais vai além da mera representação visual. Para Moreira, essas representações gráficas desempenham um papel fundamental na promoção da aprendizagem significativa. Ele afirma que os mapas conceituais são ferramentas facilitadoras da aprendizagem significativa, auxiliando os alunos a relacionar e integrar conceitos de maneira mais profunda e duradoura (MOREIRA, 2012).

A abordagem de Moreira também destaca a capacidade dos mapas conceituais em evidenciar as conexões entre diferentes áreas do conhecimento. Ele argumenta que os mapas conceituais promovem uma visão integradora, permitindo aos alunos compreenderem como os conceitos se inter-relacionam não apenas dentro de uma disciplina específica, mas também em um contexto mais amplo (MOREIRA, 2012). O autor reconhece a importância dos mapas conceituais no ensino de física, destacando sua utilidade como ferramenta pedagógica para promover a aprendizagem significativa. Os mapas conceituais, nesse sentido, oferecem uma abordagem visual e organizada para representar as relações entre os conceitos fundamentais da física, facilitando a compreensão e a assimilação do conhecimento pelos estudantes.

4. CONTEÚDO A SER ABORDADO

O trabalho aqui apresentado definiu como tópico específico o ensino de Conceitos Termodinâmicos relacionados ao poder dos cristais e o misticismo e a pseudociência por trás deles, que de acordo com o primeiro passo da UEPS, deve ter seus aspectos declarativos e procedimentais claros e aceitos no contexto da matéria de ensino (Moreira, 2011). Para este estudo com abordagem no Ensino Fundamental II, foram utilizadas as seguintes referências: BONJORNO, RAMOS, PRADO, CASEMIRO (2016); PIETROCOLA, POGIBIN, ANDRADE, ROMERO (2010); entre outros.

4.1 A Termodinâmica e o Poder dos Cristais

A relação entre termodinâmica e cristais é interessante tanto do ponto de vista científico quanto cultural. Enquanto a termodinâmica explora como a energia se move e transforma nos sistemas físicos, os cristais são estruturas sólidas com padrões moleculares ordenados. Cientificamente, a termodinâmica permite entender como os cristais respondem a mudanças de temperatura e pressão, além de desempenhar um papel crucial na sua formação e nas aplicações industriais. Por outro lado, culturalmente, portanto, não comprovado cientificamente, os cristais são frequentemente associados a práticas espirituais e terapias alternativas, como a cristaloterapia, que atribui propriedades de cura e energização aos diferentes tipos de cristais.

4.1.1 A história da Termodinâmica

A história da termodinâmica se desenvolveu ao longo de muitos séculos, impulsionada pelo desejo de entender como calor e energia funcionam nos sistemas físicos. Na metade do século XVII, Robert Boyle e Edme Mariotte investigaram as propriedades dos gases, resultando na formulação da Lei de Boyle (1662), que descreve a relação inversa entre pressão e volume.

No século XVIII, a teoria do calórico, segundo Correia, Magalhães e Lima (2008, p.3), “desenvolvida a partir de postulados essenciais, concebeu o calor como sendo uma substância fluída, que passa de um local para outro. Viam-na também como sendo invisível e indestrutível”. Esta teoria foi influenciada por cientistas como Joseph Black e Antoine Lavoisier.

Sadi Carnot, em 1824, desenvolveu a teoria das máquinas térmicas ideais e introduziu o conceito de ciclo termodinâmico reversível. Isso marcou o início do desenvolvimento sistemático da termodinâmica.

A primeira metade do século XIX viu o estabelecimento da primeira e segunda leis da termodinâmica. Julius Robert Mayer e Hermann von Helmholtz formularam independentemente a lei da conservação da energia. Clausius e Kelvin contribuíram para a formulação da segunda lei.

Rudolf Clausius introduziu o conceito de entropia e desenvolveu a segunda lei matematicamente. Já a terceira lei da termodinâmica foi formulada por Walther Nernst no início do século XX, estabelecendo a impossibilidade de alcançar o zero absoluto em um número finito de etapas.

A termodinâmica estatística, que relaciona as propriedades macroscópicas dos sistemas à média das propriedades microscópicas das partículas que o compõem, foi desenvolvida por cientistas como Ludwig Boltzmann e Josiah Willard Gibbs.

A termodinâmica continuou a se desenvolver, implementando conceitos como termodinâmica química, termodinâmica de não equilíbrio e teoria quântica.

4.1.2 Calor

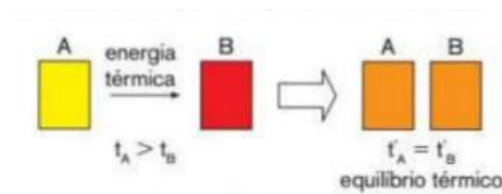
O calor é um conceito fundamental em muitas áreas da ciência e da vida cotidiana. Ele desempenha um papel crucial na física, química, engenharia e até mesmo na biologia, influenciando processos como mudanças de estado da matéria, transferência de energia e funcionamento de máquinas. Entender como o calor se comporta e como ele interage com diferentes substâncias é essencial para explorar uma ampla gama de fenômenos naturais e tecnológicos. Para BONJORNO, RAMOS, PRADO, CASEMIRO (2016, p.13)

“O calor é energia térmica trocada entre dois corpos mediante uma diferença de temperatura entre eles. Como a energia não pode ser criada nem destruída, ela será cedida pela massa de água mais quente e absorvida pela massa de água mais fria, alterando o estado de movimentação das moléculas”.

Quando dois corpos, de diferentes temperaturas, entram em contato, o corpo de maior temperatura cede energia térmica para o corpo de menor temperatura até que ambos

se encontrem com o mesmo nível de movimentação. Quando isso ocorre, diz-se que os corpos entraram em equilíbrio térmico.

Figura 1: Equilíbrio Térmico



Fonte: BONJORNO, RAMOS, PRADO, CASEMIRO (2016, p.13)

O calor é uma grandeza que também pode ser medida. A unidade de medida padrão do calor é o Joules (J), mas ele também pode ser medido em calorias (cal) ou British thermal units (Btu); entre essas unidades, existem as seguintes relações:

$$1 \text{ cal} = 3,968 \times 10^{-3} \text{ Btu} = 4,1868 \text{ J} \cdot$$

Se um calor Q é absorvido por um objeto, a variação de temperatura ΔT do objeto é dada por

$$Q = C \cdot (T_f - T_i) \quad (1)$$

em que C é a capacidade térmica do objeto, T_f é a temperatura final e T_i é a temperatura inicial. Se o objeto tem massa m ,

$$Q = c \cdot m \cdot (T_f - T_i) \quad (2)$$

em que c é o calor específico do material de que é feito o objeto.

O calor específico molar de uma substância é a capacidade térmica por mol, ou seja, a capacidade térmica de $6,02 \times 10^{23}$ unidades elementares da substância.

O calor absorvido por um material pode produzir uma mudança de fase do material, da fase sólida para a fase líquida, por exemplo. A energia por unidade de massa

necessária para mudar a fase (mas não a temperatura) de um material é chamada de calor de transformação (L). Assim,

$$Q = L \cdot m \quad (3)$$

4.2 Entropia

A entropia pode ser entendida como uma medida da desordem de um sistema. Este é um conceito importante na termodinâmica. Quando um sistema aumenta sua entropia, isso geralmente significa que ele está se tornando mais desorganizado e dispersando energia de maneira menos concentrada. Por exemplo, quando um bloco de gelo derrete em água, sua entropia aumenta porque as moléculas da água estão distribuídas de forma mais aleatória do que no gelo sólido.

Entropia também está ligada ao conceito de irreversibilidade dos processos naturais. De acordo com a segunda lei da termodinâmica, a entropia de um sistema isolado tende a aumentar ao longo do tempo, o que implica que processos naturais geralmente ocorrem em direção a estados de maior desordem.

A entropia também pode ser expressa matematicamente

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} \quad (4)$$

em que S é a entropia desse corpo ou sistema e ΔS , a variação de entropia quando a esse sistema ou corpo é cedida (ou absorvida) a quantidade de calor ΔQ à temperatura absoluta T . A unidade de entropia é, portanto, joule/kelvin (J/K).

4.3 O Poder dos Cristais

Os cristais têm desempenhado papéis significativos ao longo da história humana, não apenas devido às suas propriedades estéticas e espirituais, mas também por suas aplicações práticas e tecnológicas. Desde tempos antigos, diversas culturas atribuíram poderes místicos aos cristais, acreditando que eles possuíam capacidades de cura, proteção e amplificação de energia. Essas crenças persistem até hoje em práticas como a cristaloterapia, onde diferentes tipos de cristais são utilizados para influenciar o bem-estar

físico, emocional e espiritual das pessoas. É válido ressaltar que na literatura científica, não há comprovação de qualquer “poder” dos cristais naturais, embora existam relatos de seu uso em processos de cura. A decisão de acreditar ou não no poder dos cristais é uma questão pessoal que cada indivíduo deve decidir por si mesmo (HERNANDES, 2007). Apesar de frequentemente carecerem de fundamentação científica rigorosa, essas práticas continuam a ser valorizadas por muitos adeptos de terapias alternativas como uma forma de conexão espiritual com a Terra e suas energias sutis.

Além de seu papel na espiritualidade e bem-estar pessoal, os cristais também têm aplicações tecnológicas significativas. Por exemplo, cristais como o quartzo são essenciais em dispositivos eletrônicos modernos devido às suas propriedades piezoelétricas e capacidade de controlar frequências em relógios e osciladores. A piezoeletricidade do quartzo é utilizada em osciladores que geram sinais precisos de frequência, essenciais para aplicações em comunicações sem fio, circuitos de temporização e computação (ALDAO, 2020).

Além do quartzo, outros cristais como o rubi e a safira são valorizados por suas propriedades ópticas, sendo utilizados em lasers de alta potência e em componentes ópticos avançados. Esses cristais têm a capacidade única de emitir luz intensa e coerente quando estimulados eletricamente ou por outros lasers, sendo essenciais em aplicações que vão desde a medicina até a indústria de corte e gravação de alta precisão (ALDAO, 2020). Assim, os cristais não apenas continuam a ser reverenciados por suas qualidades espirituais e estéticas, mas também desempenham um papel crucial na tecnologia moderna, impulsionando inovações e avanços em diversas áreas da ciência e da engenharia.

5. CRESCIMENTO DE CRISTAIS: UMA UEPS PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE TERMODINÂMICA

Adotando a proposta de Moreira (2011), exposta no Referencial Teórico deste Produto Educacional, foi elaborada a sequência didática apresentada a seguir.

5.1 Prepara para a aplicação da UEPS

Para a aplicação da UEPS, uma aula introdutória que aborda a forma como se constrói um mapa conceitual e sua finalidade deverá ser iniciada. Um mapa conceitual é uma representação visual de conceitos e suas relações. Ele é composto por nós, que representam os conceitos, e linhas que ligam estes nós e mostram as relações entre eles. Os mapas conceituais podem ser utilizados para organizar e representar o conhecimento de uma determinada área, ajudando na compreensão e memorização dos conceitos (MOREIRA, 1997).

Por meio de uma roda de conversa os alunos deverão obter informações sobre a forma que um mapa conceitual deve ser desenvolvido e que ele é uma ferramenta poderosa para auxiliá-los a visualizarem e compreenderem a relação entre os conceitos que irão ser estudados. Além disso, os mapas conceituais deverão ser usados como uma forma de avaliação do aprendizado dos alunos, pois permitem que a (o) professora (o) visualize a compreensão e a organização do conhecimento por parte dos estudantes.

5.2 Aspectos sequenciais da UEPS

Segundo Moreira (2011), o objetivo da construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de temas específicos. Nessa perspectiva, os oito (08) passos que seguem, são aqueles desenvolvidos por Moreira para adquirir uma aprendizagem significativa crítica.

Passo 1- Definição do conteúdo a ser abordado

O conteúdo para esta UEPS foi relacionado à Termodinâmica sendo o tema escolhido “Crescimento de Cristais”.

No decorrer da aplicação da proposta de ensino serão abordados os conceitos de calor, temperatura, energia interna, entropia, transformações físicas e transformações endotérmicas e exotérmicas. Tendo em vista a abordagem desses conceitos, foi possível conhecer sobre a estrutura interna e organização do cristal levando em consideração, principalmente, o conceito de entropia.

Para além disso, o tema deverá ser discutido ao se relacionar com o poder dos cristais, o misticismo e a pseudociência por trás dele.

Passo 2- Levantamento dos conhecimentos prévios

Buscando proporcionar oportunidades aos alunos para compartilharem seus conhecimentos prévios sobre o tema de estudo, nesta etapa será desenvolvido e aplicado um questionário de sondagem contendo situações e problemas que tem por intuito estimular a reflexão dos estudantes sobre o tema.

Questionário de Sondagem inicial

1. Você gosta de estudar Física e Química?

2. Você consegue enxergar alguma relação entre os conteúdos de Física e Química dentro da disciplina de Ciências? Se sim, comente sobre.

3. Conhece o conceito de temperatura? Se sim, comente sobre.

4. Sobre Termodinâmica, você já ouviu falar? Se sim comente o que sabe.

5. Você sabe o que é energia?

6. Cite alguns exemplos do seu dia a dia que envolva algum conceito físico.

7. Você conhece o conceito de calor? Se sim, comente.

8. Você consegue citar algum processo em que ocorre trocas de calor?

9. Você já ouviu falar sobre a formação de cristais? Se sim, relacione esse processo com algum dos conceitos citados nas questões acima.

10. Você acredita no poder dos cristais? Ex: cura através dos cristais, proteção através dos cristais...

O questionário de sondagem (Apêndice A) dispõe de dez (10) questões que estimulam os estudantes a externalizarem o que já sabem sobre o tema. É válido salientar que este questionário deve ser aplicado individualmente, sendo que nenhuma intervenção

pode ser feita pelo (a) professor (a) aplicador (a), tendo em vista que a sondagem, atividade importante para a aprendizagem significativa crítica de Moreira (2011), precisa ser feita de modo que se torne possível detectar o conhecimento antecedente do aluno sobre o tema.

Ao final desta etapa, foi deverá ser aberta uma discussão acerca das respostas apresentadas por cada aluno, pois para a próxima etapa será necessária essa preparação.

Passo 3- Situações-problema em nível introdutório

Essa etapa da UEPS foi planejada conforme as orientações de Moreira (2011) para visitar situações de nível introdutório, levando em consideração os conhecimentos demonstrados pelos alunos na atividade anterior. O objetivo será prepará-los para a introdução do conhecimento planejado para ser ensinado.

Defronte a esta proposta serão realizadas duas intervenções para realização da primeira atividade pós-questionário de sondagem. A primeira delas trata-se da leitura e discussão de um texto-didático (Anexo A) “A pseudociência e o misticismo através do poder dos cristais”, elaborado pela professora e autora desta dissertação.

Texto didático 1- A pseudociência e o misticismo através do poder dos cristais

A pseudociência e o misticismo têm sido frequentemente associados ao poder dos cristais. Desde tempos imemoriais, as pessoas têm acreditado que certos minerais e pedras preciosas possuem propriedades místicas e curativas. No entanto, a comunidade científica não reconhece essas crenças como fundamentadas em provas ou evidências convincentes.

A pseudociência se refere a práticas que são apresentadas como científicas, mas que carecem de evidências sólidas. No caso dos cristais, muitos argumentam que acreditar em suas propriedades mágicas vai além dos limites do método científico. A pseudociência pode usar terminologias científicas e se apoiar em interpretações seletivas de dados para dar suporte às suas crenças, mas ela não está sujeita a teste, refutação ou investigação empírica.

Por outro lado, o misticismo relacionado aos cristais envolve crenças espirituais e rituais associados a esses minerais. Segundo os defensores dessas práticas, diferentes

cristais possuem energias únicas que podem ser utilizadas para influenciar o mundo ao nosso redor. Alguns acreditam que os cristais podem curar doenças, equilibrar os chakras, proteger contra energias negativas e até mesmo atrair boa sorte.

Embora existam muitos relatos de pessoas que alegam ter experimentado benefícios com o uso de cristais, a ciência tradicional não encontrou evidências consistentes para sustentar essas afirmações. Estudos científicos sobre cristais têm concluído que seu poder de cura e outras propriedades místicas não têm qualquer base científica sólida.

Ainda assim, os defensores dessa prática questionam as limitações da ciência e argumentam que a natureza mística dos cristais não pode ser adequadamente estudada ou compreendida por meio do método científico. Eles acreditam que a verdadeira natureza dos cristais é mais complexa e sutil, e não pode ser facilmente quantificada ou explicada.

Embora pseudociência e misticismo possam ser atrativos para muitas pessoas, especialmente para aqueles que buscam uma sensação de conexão com algo maior, é importante exercer um pensamento crítico e cético em relação a essas práticas. É fundamental avaliar as reivindicações com base em evidências científicas sólidas e estar ciente dos perigos de colocar a saúde e o bem-estar nas mãos de práticas sem fundamentos científicos.

A leitura do texto em questão visa instigar os alunos acerca do poder dos cristais que muitos acreditam, mas que não tem comprovação científica. Com o intuito de trazer mais curiosidades sobre o tema abordado no texto, um vídeo deverá ser apresentado aos alunos.

Figura 2: Vídeo- O lado obscuro dos cristais



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=o61DAiMkubw&t=23s>

O vídeo trata-se de um apanhado acerca das pseudociências que cercam os seres humanos. Para tal é abordado tudo o que existe por trás da cura ou terapia através dos cristais, sendo está uma indústria que vem crescendo ao longo dos anos. Além disso, o vídeo também aborda a questão da extração dos cristais, mostrando situações desumanas que acontecem nos garimpos de extração e que não são conhecidas por pessoas que adquirem os cristais em favor do seu “poder energético”.

Após este momento, deverá ser aberta uma discussão acerca do texto e do vídeo apresentado aos alunos, com a seguinte situação-problema: “Você acredita no poder dos cristais?”. Por meio da discussão, espera-se que os alunos apresentem suas ideias acerca do tema que pode causar bastante controvérsia.

Finalizando essa etapa, será proposta aos alunos a produção de um mapa conceitual que abrange todas as informações apresentadas no vídeo e no texto de maneira hierárquica.

Passo 4- Apresentação do conhecimento a ser Ensinado/Aprendido

Na quarta etapa, o conhecimento a ser ensinado/aprendido deverá ser introduzido por meio de uma aula expositiva e dialogada. A abordagem deve começar com aspectos mais abrangentes, sendo gradualmente detalhada para a exploração específica dos conteúdos. O objetivo é ampliar a estrutura cognitiva a partir dos subsunçores, que servirão como base para a assimilação de novos conhecimentos.

Para tal, serão abordados nessa aula, com auxílio do pincel, quadro e um vídeo do youtube, conceitos básicos da Termodinâmica, a exemplo, calor, temperatura e energia interna. Esses conhecimentos deverão ser crucialmente ensinados para estimular o

interesse dos alunos no tema tratado e para que eles consigam compreender a diferença entre calor e temperatura.

Figura 3: Vídeo- Temperatura e calor



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=tC0tVo5r6tU&t=69s>

Com o intuito de fomentar ainda mais a diferença entre os conceitos, será apresentado aos alunos um vídeo com muitas animações que explica por meio de um exemplo qual a diferença entre calor e a temperatura.

Findando essa etapa, sem perder o foco do estudo dos cristais junto a Física e a Química, os alunos receberão o texto-didático (Anexo B) “A Física e a Química por trás da formação dos cristais”. Junto aos conhecimentos adquiridos por meio da aula, o texto-didático também servirá para embasar a produção do segundo mapa conceitual.

Texto didático 2- A Física e a Química por trás da formação dos cristais

Um cristal é uma substância sólida que possui uma estrutura interna organizada e simétrica. Essa estrutura é composta por átomos, íons ou moléculas que se organizam de forma repetitiva ao longo de todo o cristal.

A formação de um cristal ocorre através de um processo chamado cristalização. Esse processo pode ocorrer de diferentes maneiras, dependendo da substância envolvida. A cristalização geralmente ocorre quando uma substância sólida é resfriada gradualmente a partir de um estado de alta temperatura ou quando uma solução contendo a substância é evaporada.

Durante a cristalização, o resfriamento ou a evaporação faz com que as moléculas ou íons se aproximem uns dos outros. À medida que a substância perde energia, as partículas organizam-se de acordo com suas características eletrostáticas, formando uma estrutura cristalina. Nesse processo, ocorre a formação de ligações intermoleculares ou iônicas, que mantêm a estabilidade da estrutura. É nele também que o conceito de entropia (grandeza física) vai sendo demonstrado.

Entropia é uma medida do número de maneiras que os componentes de um sistema podem ser organizados. Embora comumente ligada à desordem, a entropia também pode causar a ordem, fazendo os objetos se organizarem como é o caso de um cristal. No seu processo de formação, parece que o cristal diminui a entropia, pois ele é organizado. Para diminuir a entropia, ele cede energia para o meio, a exemplo, a água quando vira gelo, perde energia, pois o líquido cede energia para o ambiente aumentando a entropia do ambiente e reduzindo a sua entropia (se organizando).

A estrutura cristalina formada é altamente ordenada, o que faz com que os cristais possuam formas geométricas regulares e simétricas, como cubos, prismas ou pirâmides. Essa simetria é resultado da repetição das unidades básicas que formam o cristal, chamadas de células unitárias.

Existem diferentes tipos de cristais, dependendo das substâncias envolvidas. Alguns exemplos comuns de cristais incluem os cristais de sal, cristais de açúcar, diamantes e quartzo.

Além disso, os cristais podem apresentar propriedades físicas características, como transparência, brilho, dureza e capacidade de refratar a luz. Essas propriedades estão relacionadas à estrutura interna do cristal e à forma como ele interage com a luz e outras substâncias.

Em resumo, um cristal é uma substância sólida com uma estrutura interna organizada e simétrica. Sua formação ocorre através do processo de cristalização, que envolve o resfriamento gradual de uma substância sólida ou a evaporação de uma solução contendo essa substância. A organização das partículas durante a cristalização resulta em estruturas cristalinas repetitivas, conferindo aos cristais suas características distintivas.

Passo 5- Retomar os Aspectos Gerais em Nível mais alto de Complexidade

Nesta etapa, deve-se apresentar o conteúdo com maior complexidade, enfatizando as semelhanças e diferenças entre situações abordadas anteriormente, visando estabelecer a reconciliação integradora. Para tal, será proposta uma nova situação-problema: “Você sabe como se forma um cristal?”.

Com o intuito de responder o questionamento inicial da aula, será entregue aos alunos o terceiro texto-didático (Anexo C) “A formação, organização e aplicação dos cristais”.

Texto-didático 3: A formação, organização e aplicação dos cristais.

A formação, organização e aplicação dos cristais são tópicos fascinantes no campo da mineralogia e têm sido objeto de estudo e admiração por muitos séculos. Os cristais são estruturas sólidas e ordenadas que possuem uma forma geométrica definida, resultante da organização regular de seus átomos ou moléculas. Essas estruturas podem ser encontradas naturalmente na natureza ou criadas em laboratório.

A formação dos cristais ocorre quando os elementos químicos presentes no ambiente se combinam em condições específicas de temperatura, pressão e saturação. É um processo lento e complexo, que pode levar milhares ou milhões de anos para a formação de um cristal de tamanho considerável. Um exemplo famoso é o diamante, que se forma a partir do carbono submetido a altas temperaturas e pressões extremas no interior da terra.

Os cristais possuem propriedades físicas e químicas únicas que os tornam valiosos para várias aplicações. Em muitos casos, os cristais são utilizados como gemas preciosas e semipreciosas na indústria de joalheria. Suas cores vibrantes, transparência e brilho fazem deles objetos de desejo para a confecção de anéis, colares, brincos e outras peças de joias.

Além disso, os cristais têm sido amplamente utilizados em diversos setores da indústria. Na eletrônica, por exemplo, são aplicados em dispositivos microeletrônicos, como chips de computador e lasers. Eles têm a capacidade de conduzir eletricidade,

emitir luz coerente e armazenar informações, o que contribui para o avanço tecnológico nessa área.

Na área da saúde e bem-estar, os cristais são usados em práticas de terapias alternativas, como a cristaloterapia. Acredita-se que essas pedras tenham propriedades energéticas capazes de equilibrar o corpo e a mente, aliviar o estresse, melhorar o bem-estar emocional, entre outros benefícios. Mas é válido ressaltar que tais práticas não tem comprovação científica e são consideradas como pseudociência.

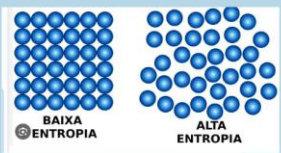
A organização dos cristais é tão precisa que permite a formação de padrões repetitivos em sua estrutura interna, conhecidos como redes cristalinas. Esses padrões são responsáveis pelas diferentes formas e características dos cristais. Existem sete sistemas cristalinos principais, que são cúbico, tetragonal, ortorrômbico, romboédrico, hexagonal, trigonal e monoclinico. Cada sistema apresenta uma simetria única e definição de faces, tornando-os distintos uns dos outros.

Em resumo, a formação, organização e aplicação dos cristais são fenômenos complexos e interessantes. A capacidade dos cristais de se formarem em ambientes específicos, sua organização precisa e suas propriedades únicas possibilitam sua utilização em várias áreas, desde a indústria até a terapia alternativa. É um assunto que continua a despertar a curiosidade e a admiração dos cientistas e entusiastas ao redor do mundo.

O texto em questão será discutido em sala junto aos conceitos mais complexos apresentados no slide.

Figura 4: slide- Compreendendo a entropia de um cristal

EMBORA COMUMENTE LIGADA À DESORDEM, A ENTROPIA TAMBÉM PODE CAUSAR A ORDEM, FAZENDO OS OBJETOS SE ORGANIZAREM COMO É O CASO DE UM CRISTAL. NO SEU PROCESSO DE FORMAÇÃO, PARECE QUE O CRISTAL DIMINUI A ENTROPIA, POIS ELE É ORGANIZADO. PARA DIMINUIR A ENTROPIA, ELE CEDE ENERGIA PARA O MEIO, A EXEMPLO, A ÁGUA QUANDO VIRA GELO, PERDE ENERGIA, POIS O LÍQUIDO CEDE ENERGIA PARA O AMBIENTE AUMENTANDO A ENTROPIA DO AMBIENTE E REDUZINDO A SUA ENTROPIA (SE ORGANIZANDO).



Ao final da apresentação do slide, que culminará com o final desta etapa, os alunos construirão mais um mapa conceitual baseado no texto e na aula expositiva.

Passo 6- Conclusão da UEPS

Para concluir a UEPS, na sexta etapa, serão retomados de maneira dialogada os conteúdos abordados no decorrer da aplicação da sequência didática. Neste mesmo momento, será proposto aos alunos a produção de duas atividades a serem avaliadas. A construção de cristais baseados em roteiros (Apêndices B, C e D) e a leitura de texto de reportagem de divulgação científica (Anexo D) para realização da oficina telejornalística.

ROTEIRO DO CRISTAL 1: DOCE DE PEDRA

1. ÁREA DO CONHECIMENTO

- Físico-química.

2. CONTEÚDO GERAL

- Termodinâmica e Termoquímica.

a. CONTEÚDO ESPECÍFICO

- Calor, temperatura, energia interna, entropia, transformações endotérmicas e exotérmicas.

3. OBJETIVO

- Construir um cristal de açúcar.

4. MATERIAIS UTILIZADOS

- Água;
- Recipiente de plástico ou alumínio para aquecer a água;
- Açúcar (2 kg);
- Copinho descartável para café (50mL) ou balança de comida;
- Espeto de churrasco de madeira (10 unidades);
- Fogão ou outra fonte de aquecimento;
- Frasco de vidro de boca larga (5 unidades);
- Cartolina e clipe;
- Ao menos 3 corantes alimentícios líquidos de cores distintas.

5. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Aqueça a água em um recipiente e pingue algumas gotas do corante alimentício da cor que preferir. Adicione açúcar suficiente para que a solução fique saturada, ou seja, até que não se consiga mais dissolver o açúcar naquela temperatura. O açúcar é muito solúvel em água, por isso, será necessária uma grande quantidade de açúcar se for utilizar muita água. Para cada 100mL de água, utilizar de 240g à 300g de açúcar. Caso não tenha balança, utilizar copinhos descartáveis como medida para a quantidade de açúcar necessária. Cada copinho equivale a cerca de 30g de açúcar. Aqueça a água com açúcar até que a solução se dissolva. Transfira a solução ainda quente para o recipiente de vidro. Deixe o frasco com a solução em um lugar aonde se possa observa-lo. Cubra a boca do frasco com uma cartolina a qual deve conter furos. Coloque um palito de churrasco num furo central sem que este toque o fundo do frasco. Prenda o palito com clipe para que ele não caia dentro da solução.



6. O QUE ACONTECE?

Espera alguns dias (cerca de 1 semana) até que o cristal se forme completamente. Quando aquecemos a água, aumentamos muito a solubilidade do açúcar. Ao esfriar, o material que não consegue mais se dissolver naquela temperatura menor, tende a se cristalizar. Para que a cristalização se inicie, no entanto, é necessário algum ponto de apoio para que os primeiros cristais se formem. O palito de madeira fornece esse apoio. À medida que os primeiros cristais se formam no palito, os outros se formam sobre eles.

7. REFERÊNCIAS

- VÍDEO INSPIRAÇÃO:

<https://www.youtube.com/watch?v=Jl4z9p1j1C4&t=8s>

- Química na cabeça

ROTEIRO DO CRISTAL 2: CRISTAL AZUL

1. ÁREA DO CONHECIMENTO

- Físico-química.

2. CONTEÚDO GERAL

- Termodinâmica e Termoquímica.

2.1 CONTEÚDO ESPECÍFICO

- Calor, temperatura, energia interna, entropia e reações químicas.

3. OBJETIVO

- Construir um cristal de sulfato de cobre.

4. MATERIAIS UTILIZADOS

- Água;
- Recipiente de plástico ou alumínio para aquecer a água;
- Sulfato de cobre $CuSO_4$
- Fogão ou outra fonte de aquecimento;
- Frasco de vidro de boca larga (5 unidades);
- Luvas de látex;
- Pegador de gelo de metal.

5. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Aqueça 100mL de água em um recipiente de plástico ou alumínio. Transfira a água quente para um recipiente de vidro e adicione sulfato de cobre até saturar a solução, ou seja, até que não se consiga mais dissolver o sal naquela temperatura. Após saturar, algumas pedrinhas do sal irão ficar no fundo do recipiente. Com bastante cuidado, transfira apenas o líquido para outro recipiente sem que as pedrinhas de sal sejam transferidas para ele. Deixe a solução descansar por 24 horas. Passado o tempo, alguns

cristais irão se formar no fundo do copo. Pegue um pequeno pedaço desse cristal e coloque dentro de um novo recipiente. Dentro dele, adicione uma nova solução saturada. Espere por mais alguns dias (cerca de 15 dias) e um novo cristal será formado.



6. O QUE ACONTECE?

Se utilizarmos 100mL de água bem gelada, conseguiremos dissolver 15g de sulfato de cobre. Mas, se a mesma quantidade de água utilizada estiver bem quente, é possível dissolver 70g do mesmo sal. Após dissolver, a solução irá resfriar e o cristal irá se formar. Outra curiosidade é que ao passar do tempo a água vai evaporando e o sal vai continuar lá se cristalizando.

7. REFERÊNCIAS

- VÍDEO INSPIRAÇÃO:

https://www.youtube.com/watch?v=KLGtjE3Mc_0

ROTEIRO DO CRISTAL 3: CRISTAL NO OVO

1. ÁREA DO CONHECIMENTO

- Físico-química.

2. CONTEÚDO GERAL

- Termodinâmica e Termoquímica.

2.1 CONTEÚDO ESPECÍFICO

- Calor, temperatura, energia interna, entropia, transformações endotérmicas e exotérmicas.

3. OBJETIVO

- Construir um cristal de sal.

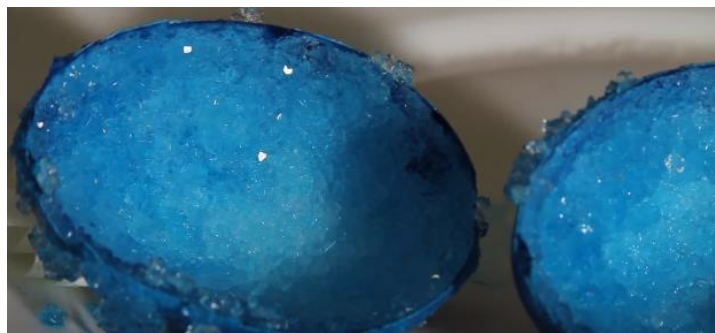
4. MATERIAIS UTILIZADOS

- Ovos (3 unidades);
- Alúmen de potássio (pedra-hume);
- Chave de fenda fina;
- Tesoura;
- Cola branca;
- Pincéis;
- Frasco de vidro de boca larga (5 unidades);
- Luvas de látex;
- Pegador de gelo de metal;
- Corante alimentício.

5. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O primeiro passo que deve ser feito é retirar todo o conteúdo do ovo sem destruir sua casca. Para isso, pegue uma chave de fenda fina e fure o ovo delicadamente nas duas extremidades. Após isso, assopre uma dessas extremidades até que todo o conteúdo saia de dentro do ovo. Com as cascas limpas, utilize uma tesoura para cortá-las em

formato de concha. Tenha bastante cuidado nessa etapa para que as cascas não sejam danificadas. Pegue as conchas formadas, lave-as cuidadosamente e deixe secar totalmente. Com as cascas secas, utilize o pincel para passar cola branca no interior da casca. Em seguida, salpique a pedra hume em toda a região que tem cola. Deixe secar por 1 hora. Ao final desse processo, pegue um pincel seco e retire o excesso de pedra-hume. Dentro de um recipiente de vidro, adicione 300mL de água e 90g de pedra-hume. Num micro-ondas, aqueça a solução por 2 minutos, até que toda a pedra-hume dissolva totalmente. Após isso, adicione algumas gotas de corante alimentício. Deixe a água esfriar e coloque as cascas dentro do recipiente. Aguarde 24h e os cristais estarão prontos.



6. O QUE ACONTECE?

Ao dissolver o alúmen de potássio na água quente, é possível dissolver muito mais do que na água fria, ou seja, o índice de solubilidade é muito maior na água quente. Com o tempo, a água esfriou e sobrou alúmen de potássio no recipiente querendo voltar a ser cristal. Os cristais voltaram a se formar após colocar as cascas dentro do recipiente.

7. REFERÊNCIAS

- VÍDEO INSPIRAÇÃO:

<https://www.youtube.com/watch?v=QVww8cYGvp4&t=106s>

Para realização das atividades, a turma deverá ser dividida em três (03) grupos de dez (10) estudantes (Obs: os grupos em questão foram divididos de acordo ao número de

alunos da classe). Ambas as atividades deverão ser apresentadas numa sala temática que será apreciada por todos os estudantes do colégio.

Passo 7- Avaliação da Aprendizagem através da UEPS

Desde o início da aplicação da UEPS é interessante buscar evidências da aprendizagem significativa dos estudantes. Para finalizar este processo, as últimas atividades propostas serão: a produção de um mapa conceitual que abrange todos os tópicos discutidos e estudados em sala com tema central “Tudo sobre os cristais”, um quiz na plataforma *Kahoot* (apêndice B) que também tem por título “Tudo sobre os cristais” que consta de dez (10) questões e um questionário de sondagem final no *Google forms* (apêndice C) que consta de oito (08) questões que mesclam entre discursivas e de múltipla escolha. As três (03) atividades deverão ser realizadas individualmente.

Passo 8- Análise do êxito da aplicação da UEPS

O oitavo passo terá como objetivo a avaliação do desempenho dos alunos, através das evidências de aprendizagem significativa. Para ter esse resultado devem ser observadas as atividades realizadas durante todo o processo, considerando cada questionamento ou realização de atividades, buscando sempre recursos didáticos que estimulassem a participação e integração do grupo

6. DISTRIBUIÇÃO DAS AULAS E ATIVIDADES

A aplicação da UEPS foi distribuída em 14 aulas, conforme quadro abaixo:

AULAS	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES
01 e 02	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução sobre os mapas conceituais; <p>Definindo um tema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discussão acerca do tema a ser abordado nas aulas sequenciais; • Apresentação do tema a ser abordado; <p>Conhecimentos prévios</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicação do questionário de sondagem inicial.
03 e 04	<p>Propondo uma situação-problema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leitura e discussão do texto-didático 1: A pseudociência e o misticismo através do poder dos cristais; • Exposição do vídeo: O lado obscuro dos cristais; • Produção do primeiro mapa conceitual.
05 e 06	<p>Apresentação do conhecimento a ser ensinado/aprendido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva e dialogada; • Leitura e discussão do texto-didático 2: Os conceitos físicos e químicos presentes nos cristais; • Produção do segundo mapa conceitual.
07, 08 e 09	<p>Retomar os Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade- Nova situação-problema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva e dialogada; • Leitura e discussão do texto-didático 3: A formação, organização e aplicação dos cristais; • Produção do terceiro mapa conceitual.
10, 11, 12, 13, 14 e 15	<p>Concluindo a UEPS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construção dos cristais; • Leitura dos textos de divulgação científica;

	<ul style="list-style-type: none">• Organização da oficina telejornalística;• Organização da sala temática;• Apresentação dos cristais e da oficina telejornalística.
16, 17 e 18	Avaliação da Aprendizagem através da UEPS <ul style="list-style-type: none">• Produção do último mapa conceitual;• Quiz interativo na plataforma Kahoot;• Questionário de sondagem final no Google Formulário.
	Análise do êxito da aplicação da UEPS <ul style="list-style-type: none">• Realizada durante todo o processo de aplicação e de escrita da dissertação.

REFERÊNCIAS

BONJORNO, Jose Roberto. et al., Física: Termologia, Óptica e Ondulatória 2º ano, 3. ed., São Paulo: FTD, 2016.

COSTA, Ângelo Gustavo Mendes. UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS): UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE FUNÇÃO. Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades, [s. l.], 16 jul. 2016.

GRASSELLI, Erasmo Carlos. UMA ABORDAGEM DAS MÁQUINAS TÉRMICAS NO ENSINO DA TERMODINÂMICA SOB A ÓTICA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. 2018. 1-166 f. Dissertação (Mestre) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

HÜLSENDEGER, Margarete J. V. C. A História da Ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 9, ed. 2, p. 222-237, jul-dez 2007.

J.J. CORREIA, L.D.R. MAGALHÃES e L.S. LIMA. Obstáculos Epistemológicos e o Conceito de Calor. **Sitientibus Série Ciências Físicas**, Feira de Santana, n. 4, p. 1-10, 2008.

MASINI, E. Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel. 2ª ed. São Paulo: Centauro. 2001.

Moreira, M. A.; Massoni, N. T. Noções básicas de Epistemologias e Teoria de Aprendizagem – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

Moreira, Marco A. (2006). Unidades de Ensino Potencialmente Significativas- UEPS. Brasília: Editora da UnB.

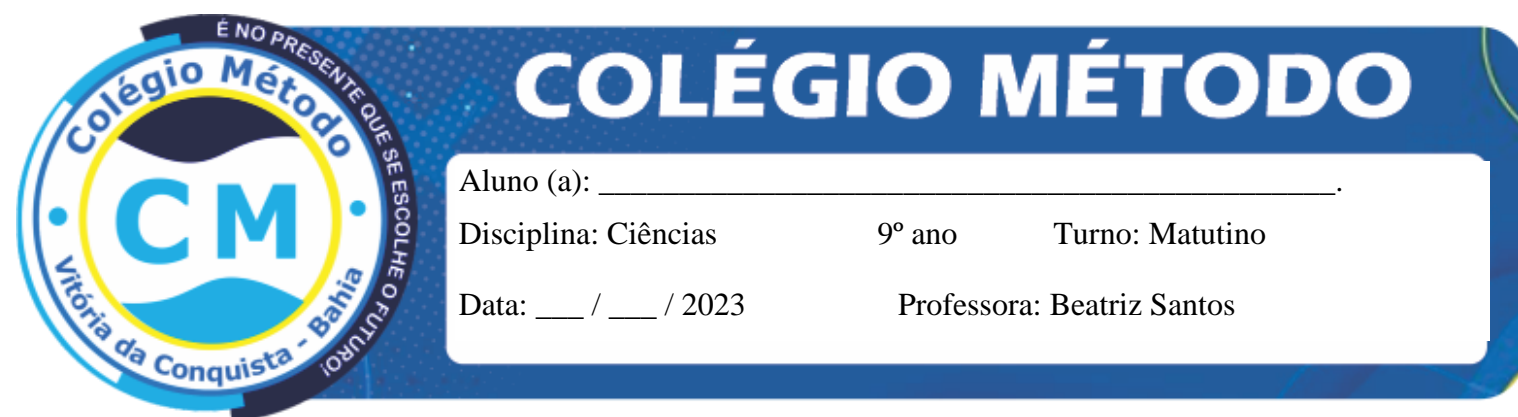
MOREIRA, M.A. O que é afinal aprendizagem significativa? 2010. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf> >Acesso:13 set. 2022.

Moreira, M. A. Metodologias de Pesquisa e Ensino – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PIETROCOLA, Maurício. et. al, Física em contextos: pessoal, social, histórico: eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.

ANEXOS

ANEXO I

**Texto didático 1- A pseudociência e o misticismo através do poder dos cristais**

A pseudociência e o misticismo têm sido frequentemente associados ao poder dos cristais. Desde tempos imemoriais, as pessoas têm acreditado que certos minerais e pedras preciosas possuem propriedades místicas e curativas. No entanto, a comunidade científica não reconhece essas crenças como fundamentadas em provas ou evidências convincentes.

A pseudociência se refere a práticas que são apresentadas como científicas, mas que carecem de evidências sólidas. No caso dos cristais, muitos argumentam que acreditar em suas propriedades mágicas vai além dos limites do método científico. A pseudociência pode usar terminologias científicas e se apoiar em interpretações seletivas de dados para dar suporte às suas crenças, mas ela não está sujeita a teste, refutação ou investigação empírica.

Por outro lado, o misticismo relacionado aos cristais envolve crenças espirituais e rituais associados a esses minerais. Segundo os defensores dessas práticas, diferentes cristais possuem energias únicas que podem ser utilizadas para influenciar o mundo ao nosso redor. Alguns acreditam que os cristais podem curar doenças, equilibrar os chakras, proteger contra energias negativas e até mesmo atrair boa sorte.

Embora existam muitos relatos de pessoas que alegam ter experimentado benefícios com o uso de cristais, a ciência tradicional não encontrou evidências consistentes para sustentar essas afirmações. Estudos científicos sobre cristais têm concluído que seu poder de cura e outras propriedades místicas não têm qualquer base científica sólida.

Ainda assim, os defensores dessa prática questionam as limitações da ciência e argumentam que a natureza mística dos cristais não pode ser adequadamente estudada ou

compreendida por meio do método científico. Eles acreditam que a verdadeira natureza dos cristais é mais complexa e sutil, e não pode ser facilmente quantificada ou explicada.

Embora pseudociência e misticismo possam ser atrativos para muitas pessoas, especialmente para aqueles que buscam uma sensação de conexão com algo maior, é importante exercer um pensamento crítico e cético em relação a essas práticas. É fundamental avaliar as reivindicações com base em evidências científicas sólidas e estar ciente dos perigos de colocar a saúde e o bem-estar nas mãos de práticas sem fundamentos científicos.

O poder dos cristais: usos modernos, mitos e supostas propriedades mágicas



AUTOR: CELSO M. ALDAO | IMAGEM: REPRODUÇÃO



JORNAL DA USP



PORTAL DA USP



FALE CONOSCO



WHATSAPP



ENVIE UMA PAUTA



NEWSLETTER

ATUALIDADES

CIÊNCIAS

CULTURA

DIVERSIDADE

EDUCAÇÃO

INSTITUCIONAL

RÁDIO USP

TECNOLOGIA

Início > Podcast > Fake News Não Pod #65: A cura dos cristais não tem comprovação científica

Fake News Não Pod #65: A cura dos cristais não tem comprovação científica

Estudo de 2001 não consegue diferenciar a energia emanada por um cristal e um cristal falso, feito de vidro

📅 01/03/2023 - Publicado há 6 meses

Tuesday, 29 de August de 2023 | ISSN 1519-7670 - Ano 23 - nº 1252

Projor

Instituto para o Desenvolvimento do Jornalismo

Início Sobre Fale Conosco Envie seu Artigo



Observatório da Imprensa

Você nunca mais vai ler jornal do mesmo jeito



ESPECIAIS

SEÇÕES

E-BOOK

CARTAS NA MESA

ATLAS DA NOTÍCIA

VÍDEOS

ARQUIVO

PARCEIROS



Jornalismo científico

A informação como ferramenta contra a pseudociência

Edição 874

por Eduardo Fernando Ullana Barboza

31 de outubro de 2015

ANEXO II



COLÉGIO MÉTODO

Aluno (a): _____.

Disciplina: Ciências 9º ano Turno: Matutino

Data: ___ / ___ / 2023 Professora: Beatriz Santos

Texto didático 2- A Física e a Química por trás da formação dos cristais

Um cristal é uma substância sólida que possui uma estrutura interna organizada e simétrica. Essa estrutura é composta por átomos, íons ou moléculas que se organizam de forma repetitiva ao longo de todo o cristal.

A formação de um cristal ocorre através de um processo chamado cristalização. Esse processo pode ocorrer de diferentes maneiras, dependendo da substância envolvida. A cristalização geralmente ocorre quando uma substância sólida é resfriada gradualmente a partir de um estado de alta temperatura ou quando uma solução contendo a substância é evaporada.

Durante a cristalização, o resfriamento ou a evaporação faz com que as moléculas ou íons se aproximem uns dos outros. À medida que a substância perde energia, as partículas organizam-se de acordo com suas características eletrostáticas, formando uma estrutura cristalina. Nesse processo, ocorre a formação de ligações intermoleculares ou iônicas, que mantêm a estabilidade da estrutura. É nele também que o conceito de entropia (grandeza física) vai sendo demonstrado.

Entropia é uma medida do número de maneiras que os componentes de um sistema podem ser organizados. Embora comumente ligada à desordem, a entropia também pode causar a ordem, fazendo os objetos se organizarem como é o caso de um cristal. No seu processo de formação, parece que o cristal diminui a entropia, pois ele é organizado. Para diminuir a entropia, ele cede energia para o meio, a exemplo, a água quando vira gelo, perde energia, pois o líquido cede energia para o ambiente aumentando a entropia do ambiente e reduzindo a sua entropia (se organizando).

A estrutura cristalina formada é altamente ordenada, o que faz com que os cristais possuam formas geométricas regulares e simétricas, como cubos, prismas ou pirâmides.

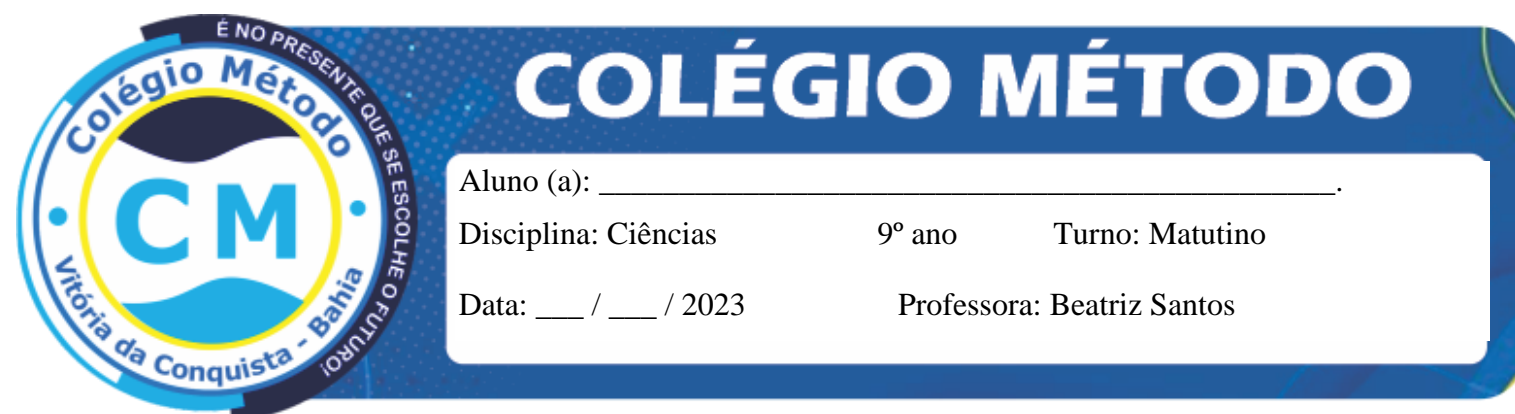
Essa simetria é resultado da repetição das unidades básicas que formam o cristal, chamadas de células unitárias.

Existem diferentes tipos de cristais, dependendo das substâncias envolvidas. Alguns exemplos comuns de cristais incluem os cristais de sal, cristais de açúcar, diamantes e quartzo.

Além disso, os cristais podem apresentar propriedades físicas características, como transparência, brilho, dureza e capacidade de refratar a luz. Essas propriedades estão relacionadas à estrutura interna do cristal e à forma como ele interage com a luz e outras substâncias.

Em resumo, um cristal é uma substância sólida com uma estrutura interna organizada e simétrica. Sua formação ocorre através do processo de cristalização, que envolve o resfriamento gradual de uma substância sólida ou a evaporação de uma solução contendo essa substância. A organização das partículas durante a cristalização resulta em estruturas cristalinas repetitivas, conferindo aos cristais suas características distintivas.

ANEXO III

**Texto-didático 3: A formação, organização e aplicação dos cristais.**

A formação, organização e aplicação dos cristais são tópicos fascinantes no campo da mineralogia e têm sido objeto de estudo e admiração por muitos séculos. Os cristais são estruturas sólidas e ordenadas que possuem uma forma geométrica definida, resultante da organização regular de seus átomos ou moléculas. Essas estruturas podem ser encontradas naturalmente na natureza ou criadas em laboratório.

A formação dos cristais ocorre quando os elementos químicos presentes no ambiente se combinam em condições específicas de temperatura, pressão e saturação. É um processo lento e complexo, que pode levar milhares ou milhões de anos para a formação de um cristal de tamanho considerável. Um exemplo famoso é o diamante, que se forma a partir do carbono submetido a altas temperaturas e pressões extremas no interior da terra.

Os cristais possuem propriedades físicas e químicas únicas que os tornam valiosos para várias aplicações. Em muitos casos, os cristais são utilizados como gemas preciosas e semipreciosas na indústria de joalheria. Suas cores vibrantes, transparência e brilho fazem deles objetos de desejo para a confecção de anéis, colares, brincos e outras peças de joias.

Além disso, os cristais têm sido amplamente utilizados em diversos setores da indústria. Na eletrônica, por exemplo, são aplicados em dispositivos microeletrônicos, como chips de computador e lasers. Eles têm a capacidade de conduzir eletricidade, emitir luz coerente e armazenar informações, o que contribui para o avanço tecnológico nessa área.

Na área da saúde e bem-estar, os cristais são usados em práticas de terapias alternativas, como a cristaloterapia. Acredita-se que essas pedras tenham propriedades energéticas capazes de equilibrar o corpo e a mente, aliviar o estresse, melhorar o bem-estar emocional, entre outros benefícios. Mas é válido ressaltar que tais práticas não tem comprovação científica e são consideradas como pseudociência.

A organização dos cristais é tão precisa que permite a formação de padrões repetitivos em sua estrutura interna, conhecidos como redes cristalinas. Esses padrões são responsáveis pelas diferentes formas e características dos cristais. Existem sete sistemas cristalinos principais, que são cúbico, tetragonal, ortorrômbico, romboédrico, hexagonal, trigonal e monoclinico. Cada sistema apresenta uma simetria única e definição de faces, tornando-os distintos uns dos outros.

Em resumo, a formação, organização e aplicação dos cristais são fenômenos complexos e interessantes. A capacidade dos cristais de se formarem em ambientes específicos, sua organização precisa e suas propriedades únicas possibilitam sua utilização em várias áreas, desde a indústria até a terapia alternativa. É um assunto que continua a despertar a curiosidade e a admiração dos cientistas e entusiastas ao redor do mundo.

ANEXO IV

Textos de divulgação científica.

- Texto 1: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=descober-to-quasicristal-formado-naturalmente-terra>
- Texto 2: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=criada-nova-classe-solidos-cristalinos>
- Texto 3: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010160050602#.ZEF9VHbMJPY>

APÊNDICES

APÊNDICE A

**COLÉGIO MÉTODO**

Aluno (a): _____.

Disciplina: Ciências 9º ano Turno: Matutino

Data: ___ / ___ / 2023 Professora: Beatriz Santos

Questionário de Sondagem inicial

1- Você gosta de estudar Física e Química?

2- Você consegue enxergar alguma relação entre os conteúdos de Física e Química dentro da disciplina de Ciências? Se sim, comente sobre.

3- Conhece o conceito de temperatura? Se sim, comente sobre.

4- Sobre Termodinâmica, você já ouviu falar? Se sim comente o que sabe.

5- Você sabe o que é energia?

6- Cite alguns exemplos do seu dia a dia que envolva algum conceito físico.

7- Você conhece o conceito de calor? Se sim, comente.

8- Você consegue citar algum processo em que ocorre trocas de calor?

9- Você já ouviu falar sobre a formação de cristais? Se sim, relacione esse processo com algum dos conceitos citados nas questões acima.

10- Você acredita no poder dos cristais? Ex: cura através dos cristais, proteção através dos cristais...

APÊNDICE B

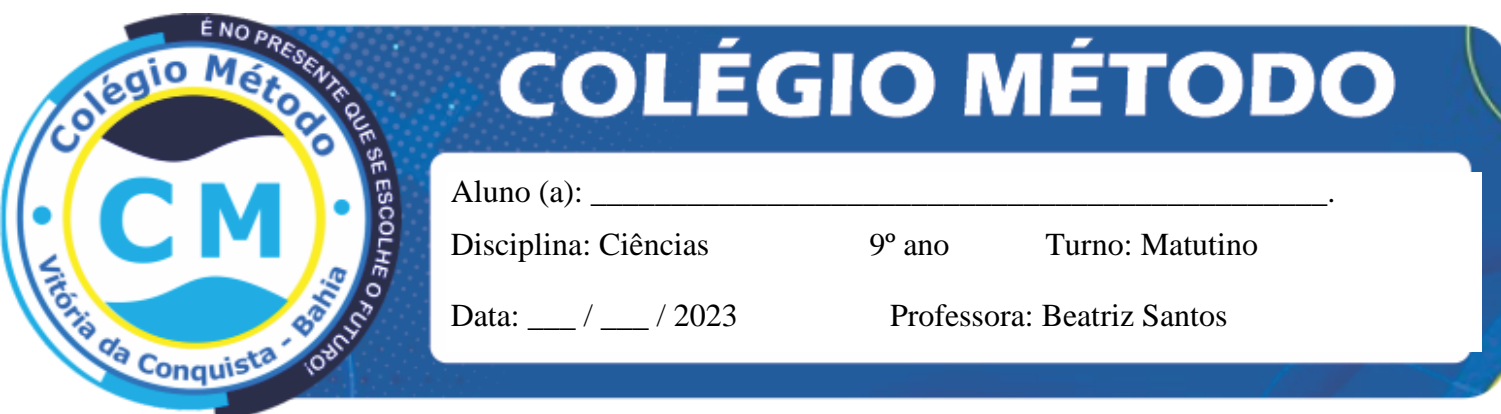
Questionário *Google Formulário*

Formulário sem título - Formulários Google

APÊNDICE C

Questionário Kahoot: <https://create.kahoot.it/share/tudo-sobre-os-cristais/0b7c429c-8464-4770-b4d9-7055bf894fc7>

APÊNDICE D

ROTEIRO DO CRISTAL 1: DOCE DE PEDRA**1. ÁREA DO CONHECIMENTO**

- Físico-química.

2. CONTEÚDO GERAL

- Termodinâmica e Termoquímica.

a. CONTEÚDO ESPECÍFICO

- Calor, temperatura, energia interna, entropia, transformações endotérmicas e exotérmicas.

3. OBJETIVO

- Construir um cristal de açúcar.

4. MATERIAIS UTILIZADOS

- Água;
- Recipiente de plástico ou alumínio para aquecer a água;
- Açúcar (2 kg);
- Copinho descartável para café (50mL) ou balança de comida;
- Espeto de churrasco de madeira (10 unidades);
- Fogão ou outra fonte de aquecimento;

- Frasco de vidro de boca larga (5 unidades);
- Cartolina e clipe;
- Ao menos 3 corantes alimentícios líquidos de cores distintas.

5. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Aqueça a água em um recipiente e pingue algumas gotas do corante alimentício da cor que preferir. Adicione açúcar suficiente para que a solução fique saturada, ou seja, até que não se consiga mais dissolver o açúcar naquela temperatura. O açúcar é muito solúvel em água, por isso, será necessária uma grande quantidade de açúcar se for utilizar muita água. Para cada 100mL de água, utilizar de 240g à 300g de açúcar. Caso não tenha balança, utilizar copinhos descartáveis como medida para a quantidade de açúcar necessária. Cada copinho equivale a cerca de 30g de açúcar. Aqueça a água com açúcar até que a solução se dissolva. Transfira a solução ainda quente para o recipiente de vidro. Deixe o frasco com a solução em um lugar aonde se possa observa-lo. Cubra a boca do frasco com uma cartolina a qual deve conter furos. Coloque um palito de churrasco num furo central sem que este toque o fundo do frasco. Prenda o palito com clipe para que ele não caia dentro da solução.



6. O QUE ACONTECE?

Espere alguns dias (cerca de 1 semana) até que o cristal se forme completamente. Quando aquecemos a água, aumentamos muito a solubilidade do açúcar. Ao esfriar, o material que não consegue mais se dissolver naquela temperatura menor, tende a se cristalizar. Para que a cristalização se inicie, no entanto, é necessário algum ponto de apoio para que os primeiros cristais se formem. O palito de madeira fornece esse apoio. À medida que os primeiros cristais se formam no palito, os outros se formam sobre eles.

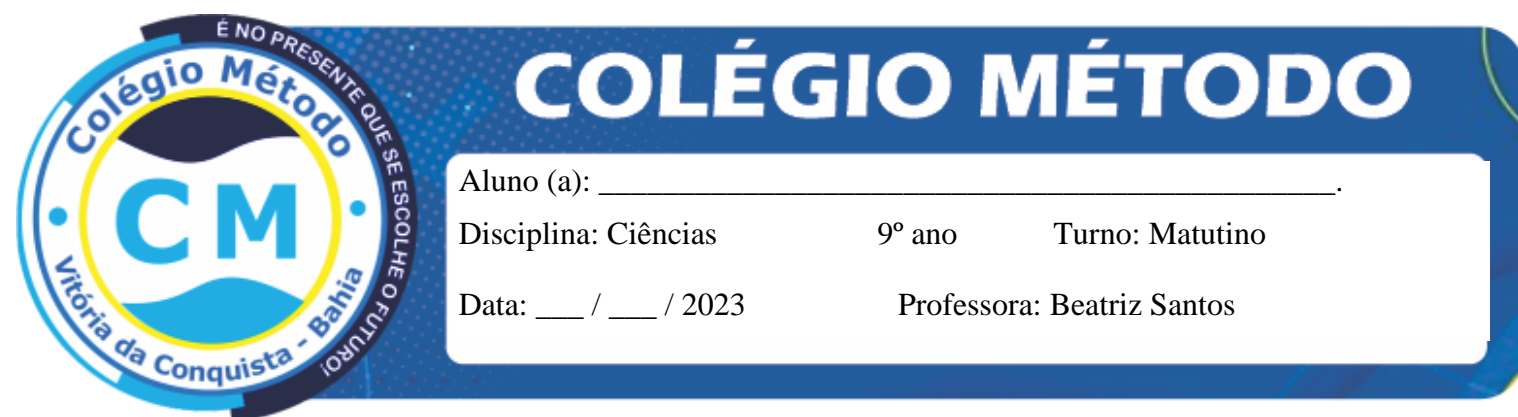
7. REFERÊNCIAS

- VÍDEO INSPIRAÇÃO:

<https://www.youtube.com/watch?v=Jl4z9p1j1C4&t=8s>

- Química na cabeça

APÊNDICE E

ROTEIRO DO CRISTAL 2: CRISTAL AZUL**1. ÁREA DO CONHECIMENTO**

- Físico-química.

2. CONTEÚDO GERAL

- Termodinâmica e Termoquímica.

2.2 CONTEÚDO ESPECÍFICO

- Calor, temperatura, energia interna, entropia e reações químicas.

3. OBJETIVO

- Construir um cristal de sulfato de cobre.

4. MATERIAIS UTILIZADOS

- Água;
- Recipiente de plástico ou alumínio para aquecer a água;
- Sulfato de cobre $CuSO_4$
- Fogão ou outra fonte de aquecimento;
- Frasco de vidro de boca larga (5 unidades);
- Luvas de látex;
- Pegador de gelo de metal.

5. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Aqueça 100mL de água em um recipiente de plástico ou alumínio. Transfira a água quente para um recipiente de vidro e adicione sulfato de cobre até saturar a solução, ou seja, até que não se consiga mais dissolver o sal naquela temperatura. Após saturar, algumas pedrinhas do sal irão ficar no fundo do recipiente. Com bastante cuidado, transfira apenas o líquido para outro recipiente sem que as pedrinhas de sal sejam transferidas para ele. Deixe a solução descansar por 24 horas. Passado o tempo, alguns cristais irão se formar no fundo do copo. Pegue um pequeno pedaço desse cristal e coloque dentro de um novo recipiente. Dentro dele, adicione uma nova solução saturada. Espere por mais alguns dias (cerca de 15 dias) e um novo cristal será formado.



6. O QUE ACONTECE?

Se utilizarmos 100mL de água bem gelada, conseguiremos dissolver 15g de sulfato de cobre. Mas, se a mesma quantidade de água utilizada estiver bem quente, é possível dissolver 70g do mesmo sal. Após dissolver, a solução irá esfriar e o cristal irá se formar. Outra curiosidade é que ao passar do tempo a água vai evaporando e o sal vai continuar lá se cristalizando.

7. REFERÊNCIAS

- VÍDEO INSPIRAÇÃO:
https://www.youtube.com/watch?v=KLGtJE3Mc_0

APÊNDICE F



COLÉGIO MÉTODO

Aluno (a): _____.

Disciplina: Ciências

9º ano

Turno: Matutino

Data: ___ / ___ / 2023

Professora: Beatriz Santos

ROTEIRO DO CRISTAL 3: CRISTAL NO OVO

1. ÁREA DO CONHECIMENTO

- Físico-química.

2. CONTEÚDO GERAL

- Termodinâmica e Termoquímica.

2.2 CONTEÚDO ESPECÍFICO

- Calor, temperatura, energia interna, entropia, transformações endotérmicas e exotérmicas.

3. OBJETIVO

- Construir um cristal de sal.

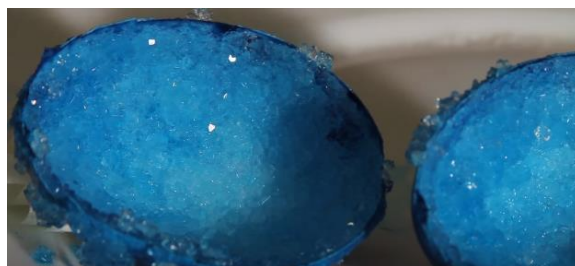
4. MATERIAIS UTILIZADOS

- Ovos (3 unidades);
- Alúmen de potássio (pedra-hume);
- Chave de fenda fina;
- Tesoura;
- Cola branca;

- Pincéis;
- Frasco de vidro de boca larga (5 unidades);
- Luvas de látex;
- Pegador de gelo de metal;
- Corante alimentício.

5. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O primeiro passo que deve ser feito é retirar todo o conteúdo do ovo sem destruir sua casca. Para isso, pegue uma chave de fenda fina e fure o ovo delicadamente nas duas extremidades. Após isso, assopre uma dessas extremidades até que todo o conteúdo saia de dentro do ovo. Com as cascas limpas, utilize uma tesoura para cortá-las em formato de concha. Tenha bastante cuidado nessa etapa para que as cascas não sejam danificadas. Pegue as conchas formadas, lave-as cuidadosamente e deixe secar totalmente. Com as cascas secas, utilize o pincel para passar cola branca no interior da casca. Em seguida, salpique a pedra hume em toda a região que tem cola. Deixe secar por 1 hora. Ao final desse processo, pegue um pincel seco e retire o excesso de pedra-hume. Dentro de um recipiente de vidro, adicione 300mL de água e 90g de pedra-hume. Num micro-ondas, aqueça a solução por 2 minutos, até que toda a pedra-hume dissolva totalmente. Após isso, adicione algumas gotas de corante alimentício. Deixe a água esfriar e coloque as cascas dentro do recipiente. Aguarde 24h e os cristais estarão prontos.



6. O QUE ACONTECE?

Ao dissolver o alúmen de potássio na água quente, é possível dissolver muito mais do que na água fria, ou seja, o índice de solubilidade é muito maior na água quente. Com o tempo,

a água esfriou e sobrou alúmen de potássio no recipiente querendo voltar a ser cristal. Os cristais voltaram a se formar após colocar as cascas dentro do recipiente.

7. REFERÊNCIAS

- VÍDEO INSPIRAÇÃO:

<https://www.youtube.com/watch?v=QVww8cYGvp4&t=106s>