Currículo em **Ação**

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

2

SEGUNDA SÉRIE
ENSINO MÉDIO
CADERNO DO PROFESSOR

1º SEMESTRE
PARTE 1

Programa de Enfrentamento à Violência contra Meninas e Mulheres da Rede Estadual de São Paulo

NÃO SE ESQUEÇA!

Buscamos uma escola cada vez mais acolhedora para todas as pessoas. Caso você vivencie ou tenha conhecimento sobre um caso de violência, denuncie.

Onde denunciar?

– Você pode denunciar, sem sair de casa, fazendo um Boletim de Ocorrência na internet, no site: https://www.delegaciaeletronica.policiacivil.sp.gov.br.

– Busque uma Delegacia de Polícia comum ou uma Delegacia de Defesa da Mulher (DDM). Encontre a DDM mais próxima de você no site http://www.ssp.sp.gov.br/servicos/mapaTelefones.aspx.

– Ligue 180: você pode ligar nesse número - é gratuito e anônimo - para denunciar um caso de violência contra mulher e pedir orientações sobre onde buscar ajuda.

– Acesse o site do SOS Mulher pelo endereço https://www.sosmulher.sp.gov.br/ e baixe o aplicativo.

– Ligue 190: esse é o número da Polícia Militar. Caso você ou alguém esteja em perigo, ligue imediatamente para esse número e informe o endereço onde a vítima se encontra.

– Disque 100: nesse número você pode denunciar e pedir ajuda em casos de violência contra crianças e adolescentes, é gratuito, funciona 24 horas por dia e a denúncia pode ser anônima.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Secretaria da Educação

Currículo em **Ação**

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

2

SEGUNDA SÉRIE
ENSINO MÉDIO
CADERNO DO PROFESSOR

1º SEMESTRE
PARTE 1

Governo do Estado de São Paulo

Governador
Rodrigo Garcia

Secretário da Educação
Hubert Alquéres

Secretária Executiva
Ghisleine Trigo Silveira

Chefe de Gabinete
Fabiano Albuquerque de Moraes

Coordenadora da Coordenadoria Pedagógica
Viviane Pedroso Domingues Cardoso

Presidente da Fundação para o Desenvolvimento da Educação
Nourival Pantano Júnior

PREZADO(A) PROFESSOR(A)

As sugestões de trabalho, apresentadas neste material, refletem a constante busca da promoção das competências indispensáveis ao enfrentamento dos desafios sociais, culturais e profissionais do mundo contemporâneo.

O tempo todo os jovens têm que interagir, observar, analisar, comparar, criar, refletir e tomar decisões. O objetivo deste material é trazer para o estudante a oportunidade de ampliar conhecimentos, desenvolver conceitos e habilidades que os auxiliarão na elaboração dos seus Projetos de Vida e na resolução de questões que envolvam posicionamento ético e cidadão.

Procuramos contemplar algumas das principais características da sociedade do conhecimento e das pressões que a contemporaneidade exerce sobre os jovens cidadãos, a fim de que as escolas possam preparar seus estudantes adequadamente.

Ao priorizar o trabalho no desenvolvimento de competências e habilidades, propõe-se uma escola como espaço de cultura e de articulação, buscando enfatizar o trabalho entre as áreas e seus respectivos componentes no compromisso de atuar de forma crítica e reflexiva na construção coletiva de um amplo espaço de aprendizagens, tendo como destaque as práticas pedagógicas.

Contamos mais uma vez com o entusiasmo e a dedicação de todos os professores para que consigamos, com sucesso, oferecer educação de qualidade a todos os jovens de nossa rede.

Bom trabalho a todos!

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

Integrando o Desenvolvimento Socioemocional ao Trabalho Pedagógico 7

Ciências da Natureza e suas Tecnologias 11

Física 15

Situação de Aprendizagem 1 – Radioatividade: Potencialidades e Riscos – Parte 1 15

Situação de Aprendizagem 2 – Radioatividade: Potencialidades e Riscos – Parte 2 29

Situação de Aprendizagem 3 – Efeitos das intervenções humanas no ambiente – Parte 1 37

Situação de Aprendizagem 4 – Efeitos das intervenções humanas no ambiente – Parte 2 48

Química 61

Situação de Aprendizagem 1 – Radioatividade: Potencialidades e Riscos 61

Situação de Aprendizagem 2 – Transformações, equilíbrio e energia 76

Situação de Aprendizagem 3 – Efeitos da intervenção humana no ambiente - Parte 1 93

Situação de Aprendizagem 4 – Efeitos da intervenção humana no ambiente - Parte 2 108

Biologia 122

Situação de Aprendizagem 1 – Radioatividade: potencialidades e riscos 122

Situação de Aprendizagem 2 – Transformações, equilíbrio e energia 133

Situação de Aprendizagem 3 – Efeitos das intervenções humanas no ambiente - Parte 1 148

Situação de Aprendizagem 4 – Efeitos das intervenções humanas no ambiente - Parte 2 157

AS COMPETÊNCIAS SOCIOEMOCIONAIS E O DESENVOLVIMENTO PLENO DOS ESTUDANTES

As competências socioemocionais são definidas como as capacidades individuais que se manifestam de modo consistente em padrões de pensamentos, sentimentos e comportamentos. Ou seja, elas se expressam no modo de sentir, pensar e agir de cada um para se relacionar consigo mesmo e com os outros, para estabelecer objetivos e persistir em alcançá-los, para tomar decisões, para abraçar novas ideias ou enfrentar situações adversas. Elas são maleáveis e quando desenvolvidas de forma intencional contribuem para a aprendizagem e o desenvolvimento pleno dos estudantes.

Além do impacto na aprendizagem, diversos estudos multidisciplinares[1] têm demonstrado que as pessoas com competências socioemocionais mais desenvolvidas apresentam experiências mais positivas e satisfatórias em diferentes aspectos da vida, tais como bem-estar e saúde, relacionamentos, escolaridade e no mercado de trabalho.

QUAIS SÃO AS COMPETÊNCIAS SOCIOEMOCIONAIS E COMO ELAS SE ORGANIZAM

Ao longo de 40 anos, foram identificadas e analisadas mais de 160 competências sociais e emocionais. A partir de estudos estatísticos, chegou-se a um modelo organizativo chamado de Cinco Grandes Fatores que agrupa as características pessoais conforme as semelhanças entre si, de forma abrangente e parcimoniosa. A estrutura do modelo é composta por 5 macrocompetências e 17 competências específicas. Estudos em diferentes países[2] e culturas encontraram essa mesma estrutura, indicando robustez e validade ao modelo.

MACRO COMPETÊNCIA	COMPETÊNCIA	DEFINIÇÃO
Abertura ao novo	**Curiosidade para aprender**	Capacidade de cultivar o forte desejo de aprender e de adquirir conhecimentos, ter paixão pela aprendizagem.
	Imaginação criativa	Capacidade de gerar novas maneiras de pensar e agir por meio da experimentação, aprendendo com seus erros, ou a partir de uma visão de algo que não se sabia.
	Interesse artístico	Capacidade de admirar e valorizar produções artísticas, de diferentes formatos como artes visuais, música ou literatura.
Resiliência Emocional	**Autoconfiança**	Capacidade de cultivar a força interior, isto é, a habilidade de se satisfazer consigo mesmo e sua vida, ter pensamentos positivos e manter expectativas otimistas.
	Tolerância ao estresse	Capacidade de gerenciar nossos sentimentos relacionados à ansiedade e estresse frente a situações difíceis e desafiadoras, e de resolver problemas com calma.
	Tolerância à frustração	Capacidade de usar estratégias efetivas para regular as próprias emoções, como raiva e irritação, mantendo a tranquilidade e serenidade.

1 Para saber mais, acesse Teixeira e Brandão (2021). Benefícios das competências socioemocionais na vida. Disponível em: **https://institutoayrtonsenna.org.br/content/dam/institutoayrtonsenna/documentos/instituto-ayrton-senna-avaliacao-socioemocional.pdf.** Acesso em: 16 nov. 2021.

2 Para conhecê-los, acesse: Primi et al (2016) Development of an Inventory Assessing Social and Emotional Skills in Brazilian Youth. Disponível em: **https://biblio.ugent.be/publication/7280734/file/7280735.pdf?_ga=2.186746408.1483762967.1636490055-1611021338.1633530040.** Acesso em: 16 nov. 2021.

MACRO COMPETÊNCIA	COMPETÊNCIA	DEFINIÇÃO
Engajamento com os outros	Entusiasmo	Capacidade de envolver-se ativamente com a vida e com outras pessoas de uma forma positiva, ou seja, ter empolgação e paixão pelas atividades diárias e a vida.
	Assertividade	Capacidade de expressar, e defender, suas opiniões, necessidades e sentimentos, além de mobilizar as pessoas, de forma precisa.
	Iniciativa Social	Capacidade de abordar e se conectar com outras pessoas, sejam amigos ou pessoas desconhecidas, e facilidade na comunicação.
Autogestão	Responsabilidade	Capacidade de gerenciar a si mesmo a fim de conseguir realizar suas tarefas, cumprir compromissos e promessas que fez, mesmo quando é difícil.
	Organização	Capacidade de organizar o tempo, as coisas e as atividades, bem como planejar esses elementos para o futuro.
	Determinação	Capacidade de estabelecer objetivos, ter ambição e motivação para trabalhar duro, e fazer mais do que apenas o mínimo esperado.
	Persistência	Capacidade de completar tarefas e terminar o que assumimos e/ou começamos, ao invés de procrastinar ou desistir quando as coisas ficam difíceis ou desconfortáveis.
	Foco	Capacidade de focar — isto é, de selecionar uma tarefa ou atividade e direcionar toda nossa atenção apenas à tarefa/atividade "selecionada".
Amabilidade	Empatia	Capacidade de usar nossa compreensão da realidade para entender as necessidades e sentimentos dos outros, agir com bondade e compaixão, além do investir em nossos relacionamentos prestando apoio, assistência e sendo solidário.
	Respeito	Capacidade de tratar as pessoas com consideração, lealdade e tolerância, isto é, demonstrar o devido respeito aos sentimentos, desejos, direitos, crenças ou tradições dos outros.
	Confiança	Capacidade de desenvolver perspectivas positivas sobre as pessoas, isto é, perceber que os outros geralmente têm boas intenções e, de perdoar aqueles que cometem erros.

VOCÊ SABIA?

O componente Projeto de Vida desenvolve intencionalmente as 17 competências socioemocionais ao longo dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Entre maio e setembro 2019, foram realizadas oficinas e uma escuta com os profissionais da rede para priorizar quais competências seriam foco de desenvolvimento em cada ano/série. A partir dessa priorização, a proposta do componente foi desenhada, tendo como um dos pilares a avaliação formativa com base em um instrumento de rubricas que acompanha um plano de desenvolvimento pessoal de cada estudante.

COMO INTEGRAR AS COMPETÊNCIAS SOCIOEMOCIONAIS ÀS SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

Um dos primeiros passos para integrar as competências socioemocionais ao trabalho com os conteúdos do componente curricular é garantir a intencionalidade do desenvolvimento socioemocional no processo. Evidências indicam que a melhor estratégia para o trabalho intencional das competências socioemocionais se dá por meio de um planejamento de atividades que seja **SAFE**[3] – sequencial, ativo, focado e explícito:

SEQUENCIAL	ATIVO	FOCADO	EXPLÍCITO
Percurso com Situações de aprendizagem desafiadoras, de complexidade crescente e com tempo de duração adequado.	As competências socioemocionais são desenvolvidas por meio de vivências concretas e não a partir de teorizações sobre elas. Para isso, o uso de metodologias ativas é importante.	É preciso trabalhar intencionalmente uma competência por vez, durante algumas aulas. Não é possível desenvolver todas as competências socioemocionais simultaneamente.	Para instaurar um vocabulário comum e um campo de sentido compartilhado com os estudantes, é preciso explicitar qual é competência foco de desenvolvimento e o seu significado.

Desenvolver intencionalmente as competências socioemocionais não se refere a "dar uma aula sobre a competência". Apesar de ser importante conhecer e apresentar aos estudantes quais são as competências trabalhadas e discutir com eles como elas estão presentes no dia a dia, o desenvolvimento de competências socioemocionais acontece de modo experiencial e reflexivo. Portanto, ao preparar a estratégia das aulas, é importante considerar como oferecer mais oportunidades para que os estudantes mobilizem a competência em foco e aprendam sobre eles mesmos ao longo do processo. Conheça sugestões de competências socioemocionais para articular em cada Situação de Aprendizagem utilizando a estratégia SAFE - feitas a partir das temáticas e metodologias propostas.

Situação de Aprendizagem	Componente	Tema da Situação de Aprendizagem	Competência Socioemocional em Foco
1	Física	Radioatividade	Curiosidade para aprender
2	Física	Radioatividade	Assertividade
3	Física	Efeitos das intervenções humanas no ambiente	Foco
4	Física	Efeitos das intervenções humanas no ambiente	Iniciativa Social
1	Química	Radioatividade	Persistência
2	Química	Transformações, equilíbrio e energia	Determinação

3 Segundo estudo meta-analítico de Durlak e colaboradores (2011), o desenvolvimento socioemocional apresenta melhores resultados quando as situações de aprendizagem são desenhadas de modo SAFE: sequencial, ativo, focado e explícito. DURLAK, J. A., WEISSBERG, R. P., DYMNICKI, A. B., TAYLOR, R. D., & SCHELLINGER, K. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. Child Development, 82, 405-432.

Situação de Aprendizagem	Componente	Tema da Situação de Aprendizagem	Competência Socioemocional em Foco
3	Química	Efeitos das intervenções humanas no ambiente	Imaginação criativa
4	Química	Efeitos das intervenções humanas no ambiente	Empatia
1	Biologia	Radioatividade	Respeito
2	Biologia	Transformações, equilíbrio e energia	Tolerância ao Estresse
3	Biologia	Efeitos das intervenções humanas no ambiente	Organização
4	Biologia	Efeitos das intervenções humanas no ambiente	Interesse artístico

Agora é mergulhar no planejamento das aulas! Bom trabalho!

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Física

Química

Biologia

CAROS PROFESSORES,

Este material curricular foi desenvolvido tendo como fundamento o Currículo Paulista etapa do Ensino Médio. Pautado nas 10 competências gerais, nas competências específicas da área de Ciências da Natureza, em suas habilidades e objetos de conhecimento, relaciona os componentes de Biologia, Física e Química, sob a perspectiva da educação integral, propondo o desenvolvimento humano, cognitivo, social e emocional dos estudantes.

O ensino por área de conhecimento atribui flexibilização à etapa do Ensino Médio da educação básica e tem "como objetivo consolidar, aprofundar e ampliar a formação integral dos estudantes com a finalidade de desenvolver o conjunto de competências e habilidades, propiciando protagonismo ao jovem e maior autonomia e assertividade nas suas escolhas, por meio do desenvolvimento do projeto de vida em consonância aos princípios da justiça, da ética e da cidadania"[1].

Além disso, a proposta do trabalho por área de conhecimento busca desenvolver o pensamento científico e crítico contribuindo na formação global de jovens capazes de utilizar e relacionar os diferentes saberes e tecnologias, de modo a intervir na sociedade de maneira crítica e responsável.

Diante desse contexto educacional de ensino por área, investigar torna-se necessário para a produção do conhecimento científico e atuação em seu meio social. Para tanto, Jimenez-Aleixandre e Fernandez--Lopez (2010)[2] nos trazem que a avaliação e argumentação dos resultados científicos são elementos necessários para a construção do conhecimento acerca do que se deseja aprender. Diante disso, ao longo deste material, serão propostas atividades de cunho investigativo e que estimulam o pensamento científico dos estudantes, permeando sua educação integral e prática protagonista. Ao longo do desenvolvimento das situações de aprendizagem, o estudante será capaz de enxergar as múltiplas faces da ciência representada nos diferentes componentes curriculares, ampliando assim, seus conhecimentos. Segundo Dewey (1980), a percepção da relação de um elemento contido no universo pode ser da mais variada forma possível.

Uma árvore pode ser somente um objeto da experiência visual, pode passar a ser percebida de outro modo se entre ela e a pessoa se processarem outras experiências como a utilidade, aspectos medicinais, econômicos etc. Isso fará o indivíduo perceber a árvore de modo diferente. Depois dessa experiência, o indivíduo e a árvore são diferentes do que eram antes. (DEWEY, 1980, p: 114)[3]

Espera-se, portanto, que, ao trabalhar os conteúdos das unidades temáticas em diferentes objetos do conhecimento, de forma integrada, a percepção de ciência pelos estudantes e professores passe a ser ampliada.

A Situação de Aprendizagem 1 "Radioatividade: Potencialidades e Riscos" propõe ao estudante investigar, questionar, analisar e discutir aplicações e situações-problema em diferentes contextos envolvendo a área de Ciências da Natureza, além de prever os efeitos das interações e relações entre matéria e energia, ampliar as reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico.

Pretende-se fazer um levantamento dos conhecimentos prévios desenvolvidos no Ensino Fundamental e 1ª série do Ensino Médio, retomar conceitos trabalhados anteriormente e ampliar os objetos de conhecimento propostos.

---

1 Currículo Paulista. Formação Geral Básica. Disponível em: **https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/**

2 JIMENEZ-ALEIXANDRE, María Pilar; FERNANDEZ-LOPEZ, Luis. What are authentic practices? Analysis of students' generated projects in secondary school. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE NATIONAL ASSOCIATION OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING (NARST), Philadelphia, PA, march, 2010. Anais... Philadelphia, PA: Elsevier Saunders, 2010.

3 DEWEY, J. Experiência e Natureza : lógica : a teoria da investigação: A arte como experiência: Vida e educação: Teoria da vida moral. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

Dessa maneira, compreendendo as potencialidades e riscos da radiação com o olhar e especificidades de cada componente curricular. Tendo como premissa o Ensino Investigativo, a proposta é desenvolver o pensamento crítico através de atividade motivadora que proporciona a possibilidade de identificar problemas, tomar decisões e propor soluções. Em seguida, os estudos serão direcionados para explorar as aplicações da radioatividade. Onde, com o seu auxílio, serão conduzidos a analisar e representar, com utilização de conceitos físicos, químicos e biológicos, situações cotidianas, fazendo com que haja compreensão e correlação dos temas estudados. Posteriormente, o estudante será convidado a observar como a radiação pode estar presente em seu cotidiano, em especial a Energia Mecânica que pode se converter e se conservar. Apresentaremos o tema por meio de diferentes exemplos e aplicações de modo a torná-lo significativo e motive o estudante a pensar de modo preliminar sobre situações em que ocorre a transformação de energia e seu uso atrelado à novas tecnologias.

Na Situação de Aprendizagem 2 Física propõe continuar o estudo sobre radiação, porém, conhecer a produção de energia elétrica por meio da utilização da energia nuclear é o foco. Para isso, olhando para realidade local, os estudantes são convidados a analisar as Usinas Nucleares do Brasil. Em "Transformações, equilíbrio e energia" tem como objetivo desenvolver o objeto de conhecimento "Equilíbrio Químico", a fim de que o estudante possa analisar as diversas formas de manifestação da vida, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas. Com uma abordagem CTSA, discutir as relações entre a ciência e a radioatividade e suas implicações na sociedade e ambiente, para isso, o estudante irá conhecer dentre todas essas radiações, que possuem como fonte natural o Sol, a Ultravioleta (UV) e discutindo a importância da realização de fotoproteção e os riscos de desenvolver câncer de pele. Entre outros limitantes, levando em conta a ação humana após a primeira revolução industrial com o aumento da emissão de poluentes e a acidificação dos oceanos, também serão abordadas as condições favoráveis e alguns fatores que favorecem a vida aquática como a luminosidade, presença de oxigênio dissolvido, gás carbônico, pH, temperatura etc. Ao longo de toda a SA serão propostas atividades envolvendo metodologias ativas, lembrando que estas precisam de uma atenção especial em seu planejamento para a obtenção dos melhores resultados possíveis.

A Situação de Aprendizagem 3 "Efeitos da intervenção humana no ambiente" propõe retomar os ciclos biogeoquímicos de forma contextualizada nos efeitos das queimadas no Pantanal, ampliando para o uso no cotidiano e na agricultura. Inicia com um experimento investigativo em que consiste nos princípios do funcionamento de uma máquina térmica. Dessa forma, o estudante poderá avaliar e prever os impactos nos ecossistemas e saúde humana e, a partir desses conhecimentos, propor soluções para alguns problemas e desafios propostos.

Para finalizar o volume 1, a Situação de Aprendizagem 4 dá continuidade a SA anterior levando o estudante a compreender melhor o funcionamento e o impacto das máquinas térmicas na sociedade usando os conhecimentos adquiridos até esse momento, discutir como é possível construir um modelo para a atmosfera, que permita compreender a atmosfera como uma máquina térmica e para concluir, a ideia é avaliar e prever, por meio de simuladores, como a ação humana pode provocar uma diminuição do rendimento dessa grande máquina térmica (atmosfera) e quais as possíveis consequências desse processo. Por intermédio desta temática, a proposta é a retomada e desenvolvimento do estudo dos ciclos biogeoquímicos, toxicidade das substâncias químicas, tempo de permanência dos poluentes, reações químicas, transferências de energia e impactos ambientais e na saúde dos seres vivos, contextualizando com atividades econômicas, avaliando e prevendo os efeitos causados por essas intervenções nos ecossistemas, e seus impactos para os seres vivos e saúde humana. Como finalização a proposta é trazer a Educação Ambiental como foco, trabalhando a análise de uma região, finalizando com propostas de intervenção. As atividades propostas preveem o uso de estratégias como pesquisa, rotação por estações, interpretação e organização de textos, imagens, vídeos, gráficos e tabelas de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza.

Para a avaliação, você poderá acompanhar e considerar as atividades de cada Situação de Aprendizagem, analisando o conhecimento prévio, as participações colaborativas e as produções, tais como elaboração de gráficos e tabelas, cartaz virtual, apresentações (individuais e coletivas), envolvimento do estudante na realização de trabalhos em equipe, além da evolução cognitiva observada durante todo o processo de ensino e aprendizagem. É possível, por meio de uma autoavaliação, retomar as habilidades trabalhadas nesse bimestre e diagnosticar se foram desenvolvidas.

Bom trabalho!

FÍSICA

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 – RADIOATIVIDADE: POTENCIALIDADES E RISCOS

Competências gerais:

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Competências específicas da área:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
3. Investigar situações problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

Unidade temática: Matéria e Energia

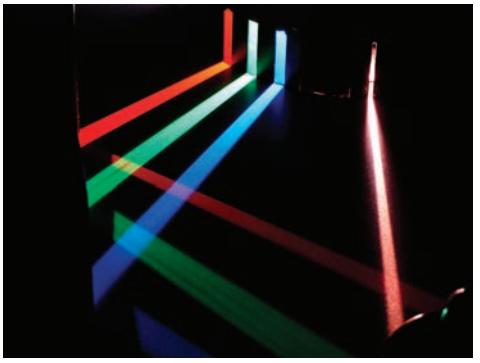
Objetos de conhecimento: Quantização de energia (modelo de Bohr; dualidade onda-partícula). Radioatividade (estrutura da matéria; fissão e fusão nuclear; radiação ionizante).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
Orientações gerais: a presente situação de aprendizagem começa com uma investigação científica sobre a dificuldade em produzir um feixe de luz retilíneo e com a mesma frequência, que é o caso do laser. Em seguida, a investigação contínua, por meio de *World Café*, as aplicações e utilização do laser, e, para que os estudantes compreendam o funcionamento do laser, é imprescindível compreender o modelo de Bohr. Após, compreendendo as potencialidades e riscos da radiação, serão investigados e analisados os tipos de radiações e seus impactos, e a compreensão dos processos de fissão e fusão nuclear.

MOMENTO 1 - INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

Estudante, convidamos você e seus colegas, nesta situação de aprendizagem, a estudar sobre as potencialidades e riscos de algumas aplicações das radiações, desde os equipamentos, até a geração de energia. Para isso, vamos iniciar esta situação de aprendizagem com um experimento de investigação científica.

1.1 Feixe de luz


Imagem 1: Feixes de Luz – Fonte: Pixabay

Caro estudante, sabe-se que a luz sempre se propaga em linha reta. Para esta atividade, você e seus colegas são convidados a desenvolver um experimento para tentar responder uma pergunta norteadora: será que podemos fazer com que um feixe de luz possa funcionar como uma espécie de mira? Ou seja, é possível construir um experimento para fazer com que a luz possa ser altamente direcionada? Então, para você conseguir elaborar um aparato experimental e tentar responder a essa pergunta, seus critérios devem respeitar as seguintes instruções: a luz não deve iluminar as coisas ao redor da sua fonte, e sua propagação deve ser totalmente direcionada, não pode provocar sombra ou penumbra ao longo de sua trajetória, a luz não pode ser espalhada, e deve ser o feixe de luz mais fino possível. Para isso você pode utilizar fontes de energia como lâmpadas, lanternas (pode ser a do celular), ou vela. Nesta atividade, não se pode utilizar o laser. Lembre-se que você e seu grupo são livres para criar o aparato experimental que possa atingir os seus objetivos.

Professor, a proposta dessa atividade é que os estudantes compreendam que direcionar um feixe de luz não é algo fácil, assim, você já estará os preparando para o momento em que eles irão começar a entender o que torna a luz de um laser algo tão especial. Para orientar essa atividade, é importante que os estudantes consigam pensar sobre a questão de construir um feixe de luz direcionado, e a ideia é que eles possam criar o aparato experimental que seja capaz de gerar esse feixe de luz. Aqui, eles podem utilizar desde uma caixa de creme dental, tentando por meio de um

furo direcionar esse feixe luz, até outras ideias que ocorrerem aos estudantes. É importante que as demonstrações sejam feitas nas mesas, de tal maneira que todos consigam ver se realmente os grupos conseguiram atingir o objetivo esperado. Durante esse processo, sugerimos que você possa resgatar conceitos como: sombra e penumbra, diferentes tipos de fontes de luz, interferência construtiva e destrutiva, pois a luz na interação com a matéria é partícula e na propagação é onda.
Após a apresentação dos grupos e dos possíveis feixes de luz, lembre os estudantes que a escolha por não utilizar o laser é justamente por ser uma fonte de feixe de luz direcionada. E você pode, para sistematizar esses conhecimentos, trazer elementos das dificuldades encontradas pelos estudantes, como a escolha do material utilizado, a fonte de luz, e as dificuldades em direcionar esse feixe de luz. Dessa forma, você pode aproveitar o momento para explicar o conceito do funcionamento do laser.
O feixe de luz produzido pelo laser ocorre porque há fótons "iguais" (mesma energia) sendo estimulados, com isso, no interior do tubo laser há espelhos que garantem sempre a mesma reflexão para que os fótons se mantenham sempre em fase. Lembrando que as variedades do laser dependem do material que é feito em sua cavidade ressoadora.
Após essa atividade, é o momento de contextualizar a atividade investigativa que será abordada a seguir.

1.2 Caro estudante, agora que você já investigou algumas características importantes sobre o comportamento da luz de um laser, chegou o momento de conhecer algumas de suas aplicações no uso cotidiano, na saúde e na indústria. Além disso, você também terá a oportunidade de compreender como funciona o mecanismo responsável pela emissão de luz em um laser. Para tanto, assista ao vídeo a seguir, e, em seguida, você e seus colegas serão convidados a participar de um *World Café*, para compartilhar as suas ideias, aprender com os seus colegas, desenhar, escrever e, também, divertir-se muito.
Disponível em: **https://cutt.ly/CYwoFxQ**. Acesso em: 09 set. 2021. QR Code:

Professor, após os estudantes assistirem ao vídeo, sugerimos que você proponha a eles uma conversa em grupos, baseado na metodologia *World Café*, que será descrita suscintamente a seguir:
A metodologia *World Café* é uma forma bem estruturada de organizar conversas em grupos, buscando trazer toda a potencialidade de mobilização dos saberes de uma conversa informal. Normalmente, esse processo é baseado em três perguntas norteadoras. É recomendado que essas perguntas sejam respondidas em um esquema de rodízio em grupos. Uma pessoa de cada grupo atuará como Anfitrião, e terá como função acolher os participantes da plenária e organizar as atas coletivas da reunião. Os outros estudantes terão a função de interagir nos grupos e compartilhar as suas ideias.
A seguir, apresentamos algumas sugestões para você desenvolver essa metodologia.
Organize a sala em grupos de 4 ou 5 estudantes.
Distribua as questões norteadoras nos grupos (cada grupo deve ficar apenas com uma questão a cada rodada).
Cada rodada de diálogo deve ter no máximo 10 minutos de duração.
Distribua, em cada um dos grupos, os materiais que serão utilizados para o registro.
Auxilie todos a registrar as suas ideias de forma resumida, para que todos os participantes do grupo possam ver o que cada um fez, e para que eles façam um registro coletivo a cada rodada.
No início da primeira rodada, os anfitriões levam as questões para os seus respectivos grupos.
No fim da primeira rodada, o único membro do grupo que permanece na mesa é o Anfitrião. Os outros participantes vão para outras mesas, para discutir a próxima questão.
Para o início da próxima rodada, o Anfitrião recebe os integrantes do outro grupo, apresenta a questão daquela mesa e compartilha o que foi discutido com o grupo anterior.

A dinâmica da terceira rodada é idêntica à da anterior.
No final da terceira rodada, a ideia é fazer uma roda de conversa com todos os estudantes, para que eles possam compartilhar as suas aprendizagens.
Professor, agora que você já tem uma ideia geral de como funciona a metodologia *World Café*, vamos sugerir alguns caminhos para que você possa, por meio do *World Café*, iniciar uma discussão sobre o funcionamento do laser, e, a partir daí, conduzir esse diálogo para o estudo da Quantização da Energia. Como descrito anteriormente, serão disponibilizadas para os estudantes três perguntas norteadoras, para discutirem sobre o laser. Segue, portanto, uma sugestão de três possíveis perguntas a serem feitas para os estudantes.
O que torna o laser uma fonte de Luz tão especial?
Como o laser consegue produzir Luz?
Por que podemos usar o laser para fazer tantas coisas diferentes?
Professor, para auxiliá-lo a conduzir essa discussão e responder as questões norteadoras, segue um outro vídeo, e um artigo.

Vídeo disponível em: **https://youtu.be/CmMQQa-VCHU**. Acesso em: 09 set. 2021. QR Code:

Artigo disponível em: **https://cutt.ly/OWK5Agy.** Acesso em: 09 set. 2021. QR Code:

Professor, ao final da terceira rodada, que é o momento para conversar com todos os estudantes, compartilhar ideias, aprendizagens e sentimentos, busque, rapidamente, contextualizar o desenvolvimento do laser com o início do estudo da mecânica quântica. Recordando que a compreensão do funcionamento do laser ocorreu em meio a discussões sobre a estrutura da matéria, a quantização da energia, a dualidade onda-partícula e diversos outros fenômenos físicos, que começaram a emergir a partir do século XX. Dessa forma, você poderá encontrar um caminho para poder discutir sobre, por exemplo, o estudo da quantização da energia a partir do átomo de Bohr, que será estudado no momento 2.

MOMENTO 2 - O MODELO ATÔMICO E O LASER

No momento 1, vocês participaram do *World Café* e debateram sobre o funcionamento e algumas aplicações do laser. Agora, chegou a hora de aprofundar um pouco mais sobre esse assunto. Vamos lá?

Professor, esta atividade está dividida em três etapas. Na primeira etapa, propomos a leitura de um texto sobre o laser, que complementará as informações apresentadas no vídeo proposto no momento 1, assim, caso julgue necessário, oriente os estudantes a assistirem novamente ao vídeo. Na sequência, eles deverão sintetizar as informações sobre o funcionamento do laser.
Na etapa 2, os estudantes aprofundam os estudos sobre os modelos atômicos, em específico o modelo de Bohr para o átomo. Eles deverão assistir ao vídeo sugerido e responder alguns questionamentos. É importante que eles observem que a emissão de luz por um átomo somente poderá ocorrer quando esse átomo ganha uma certa energia, fazendo com que seus elétrons passem para outra órbita, mais distante do seu centro. Contudo, esse ganho de energia dura um curto intervalo de tempo, e, logo em seguida, o elétron volta para a sua órbita de origem, liberando a energia excedente na forma de fóton. Para entender melhor como ocorre

esse processo, sugerimos o uso do simulador “Modelo de Bohr para o átomo de Hidrogênio”. Na etapa 3, os estudantes deverão se reunir em uma roda de conversa para debaterem sobre a relação do laser com o modelo de Bohr. Nesse momento, oriente-os a estarem de posse de todas as anotações que fizeram durante as etapas 1 e 2, conduza o debate, de modo que cada estudante explane suas ideias sobre suas observações e conclusões.

ETAPA 1: ENTENDENDO O FUNCIONAMENTO DO LASER

Nesta etapa, você deverá realizar a leitura do texto, coletar e sintetizar as principais informações sobre o funcionamento do Laser. Caso seja necessário, assista ao vídeo do momento 1 novamente.

Laser é uma sigla em inglês que se origina da expressão *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation Stimulated Emission of Radiation* ou Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação. Para funcionar, é necessário que um número suficiente de componentes de um dado material básico seja excitado, ou seja, receba energia, para que alcance um nível de energia mais alto que seu estado fundamental. A tendência natural de átomos e moléculas é voltar ao estado de mais baixa energia, eliminando o excesso. Uma das formas de eliminar esse excesso de energia é por meio de um pacote de luz, ou fóton. A emissão inicial de fótons pode ser espontânea, mas, no Laser, devido a suas características, ocorre a emissão estimulada. Nesse caso, os fótons já existentes estimulam a volta de todo o sistema para o estado fundamental, causando uma “avalanche” de luz. Essa luz, por partir de uma origem comum, apresenta características físicas especiais; por exemplo, cada fóton tem o mesmo valor do comprimento de onda e da fase. Não são todos os materiais que permitem a emissão Laser, mas, na atualidade, existem diversos tipos de Laser disponíveis, suas aplicações também são várias, desde o apontador laser e o leitor de CD, até seu uso em cortes industriais e cirurgias (Elaborado para o material).

ETAPA 2: APROFUNDANDO OS CONHECIMENTOS

Você deve ter observado, durante a leitura do texto, que o funcionamento do laser está relacionado ao modo como os átomos energizados emitem luz, permitindo um feixe bem característico. Para entendermos melhor como isso acontece, vamos retomar alguns aspectos dos modelos atômicos.

Para responder às questões propostas nos itens abaixo, faça uma pesquisa sobre a evolução dos modelos atômicos e o modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio. Se julgar necessário, você poderá revisitar as atividades de química propostas na 1ª Série do Ensino Médio, 3º bimestre - situação de aprendizagem 3.

- Quais as principais caraterísticas do átomo de Bohr?
- O que é necessário acontecer para que um elétron passe de uma posição (órbita) menos energética para outra mais energética?
- O que ocorre com o valor da energia quando o elétron do átomo retorna para uma órbita mais próxima do núcleo?

Professor, com esta atividade, sugere-se fazer uma revisão dos modelos atômicos apresentados na 1ª Série do Ensino Médio no componente de química 3º bimestre – situação de aprendizagem 3 (Vida, Terra e Cosmos: A construção do conhecimento). Caso seja necessário, sugira que os estudantes assistam ao vídeo: "Os Primeiros Modelos Atômicos (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr)". disponível em **https://youtu.be/kT2sHBF9Q3k**. Acesso em 31 mai. 2021. QR Code:
Oriente-os a buscarem informações mais específicas sobre o modelo do átomo de Bohr e suas principais características.

Aprofundamento das discussões: O salto quântico

Em 1913, Niels Bohr aplicou a teoria quântica de Planck e Einstein ao átomo nuclear de Rutherford e formulou o conhecido modelo planetário do átomo, que ficou conhecido como modelo de Bohr. O modelo de Bohr considerava que os elétrons "*ocupassem*" estados "*estacionários*" (de energia fixa, e não posição fixa) a diferentes distâncias do núcleo, e que os elétrons pudessem realizar "*saltos quânticos*" de um estado de energia para outro. Ele considerou que a luz é emitida quando ocorre um desses "saltos quânticos" de um estado de maior energia para outro estado de menor.



Imagem: Salto Quântico. – Fonte: Elaborada para o Material

Professor, aproveite para discutir com os estudantes sobre a emissão estimulada da luz, isso irá prepará-los para responderem a etapa 3 desta atividade.
De acordo com o salto quântico dos elétrons, mudando de órbita, ocorre o fenômeno da emissão e absorção de fótons. Ao absorver fótons, o elétron acumula energia e salta para as órbitas mais afastadas do núcleo, e ao transitar para uma órbita inferior, ele emite um fóton, como na imagem abaixo:



Imagem: Absorção e Emissão de fóton - Fonte: Elaborado para o material

Na emissão estimulada, quando um elétron que se encontra em uma órbita de maior energia recebe a incidência de um fóton, ele libera outro fóton idêntico ao incidido. Nesse processo, dois fótons são liberados com a mesma frequência.

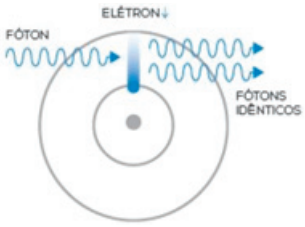


Imagem: Emissão Estimulada - Fonte: Elaborado para o material

Pela descoberta do fóton e da emissão estimulada, foi possível a criação do laser de luz coerente e colimada.

Atividade complementar:

Professor, para complementar a atividade, sugerimos o uso do simulador "Modelo Atômico de Bohr para o átomo de Hidrogênio", disponível em: **https://cutt.ly/Mb08KIX**. Acesso em: 19 de maio de 2021. QR Code:

Com o simulador, pode-se explorar os diferentes modelos do átomo de hidrogênio, explicar que previsões experimentais de cada modelo predizem e abordam os diferentes procedimentos de investigação que podem surgir de modelos formulados por cientistas. Também é possível investigar a relação entre a imagem física das órbitas e o diagrama de nível de energia de um elétron.

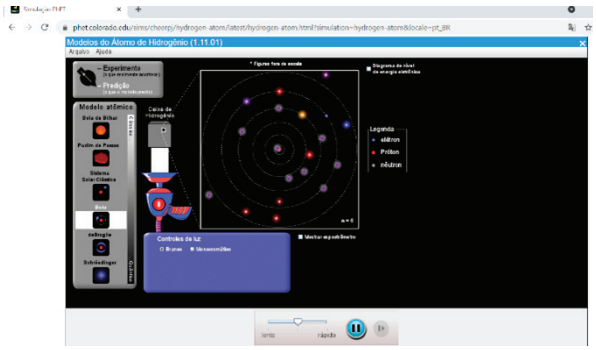


Imagem: Simulador Phet 1 - Fonte: Elaborado para o material

Sugestão de condução da atividade

1. Oriente os estudantes a selecionar cada um dos modelos que são indicados no simulador. Peça a eles que observem e analisem o que ocorre em cada um, e façam um registro das observações. Caso seja necessário, retome o momento 3 de Química do Volume 3 da 1ª Série do Ensino Médio, nessa atividade, é sugerida uma linha do tempo sobre os modelos atômicos.
2. Agora, sugira que eles selecionem o modelo de Bohr, e façam variar o controle de luz inicialmente branca. Questione-os sobre o que observam em relação ao elétron.

Discuta com eles que o simulador permite observar a descrição de Bohr para o átomo de hidrogênio, que considera que o elétron gire em torno do núcleo em órbitas bem determinadas. A determinação das órbitas foi descrita por Bohr ao estender as ideias da quantização da energia para o átomo de hidrogênio. Assim, a cada órbita que o elétron pode ocupar está associada uma determinada energia. Quando o elétron emite um fóton de energia, retorna para as camadas mais próximas do núcleo e, ao receber energia, desloca-se para as camadas mais externas.

ETAPA 3: RELACIONANDO O QUE APRENDEU

Nesta etapa, você deverá participar de uma roda de conversa com seus colegas, a fim de debater sobre a relação do modelo proposto por Bohr para o átomo e o funcionamento do Laser.

Professor, para a mediação do debate, indica-se que cada estudante possa explanar sobre suas observações e registros feitos durante as etapas anteriores. Sugerimos que anote os pontos principais na lousa, a fim de sistematizar os conceitos ao final da atividade. Para auxiliá-lo na condução do debate, sugerimos a seguinte bibliografia:

Como funciona o laser. Disponível em: **https://cutt.ly/znrn5ls**. Acesso em: 25 mai. 2021. QR Code:

Noções sobre a Física do Laser. Disponível em: **https://cutt.ly/cWLyvKw**. Acesso em: 25 mai. 2021. QR Code:

MOMENTO 3 - APLICANDO AS RADIAÇÕES

3.1 Emissões radioativas

O interesse pela radiação aumentou muito por volta do início do século 20, com a descoberta do rádio, dos raios X e da radioatividade, e essas descobertas permitiram ampliar o uso da radioatividade na medicina, nas comunicações, nas pesquisas, ou ainda em guerras.

Existem muitos tipos de radiação e emissões radioativas. Em específico, iremos abordar apenas os tipos mais comuns: partículas alfa, beta e raios gama. Esses três tipos principais de radiação são conhecidos como radiação ionizante, e são emitidas pela instabilidade de núcleos de átomos radioativos, temos também radiações não ionizantes, que serão discutidas ao longo deste momento.

Leia o texto abaixo e discuta com seu grupo para responder ao desafio proposto.

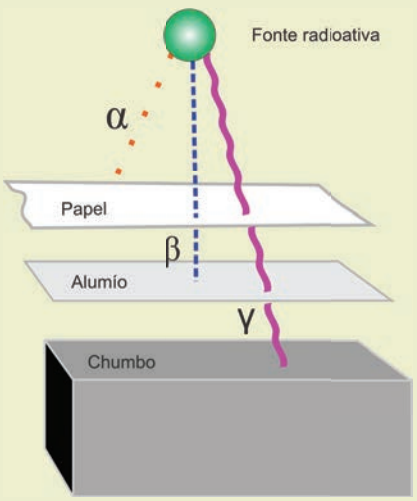


Imagem 2: Partículas - Fonte: Elaborado para o material.

Radiações Alfa, Beta e Gama

As radiações por emissão de partículas, α (alfa) e β (beta), são produzidas e emitidas na desintegração de núcleos atômicos. Partículas alfa, com carga elétrica positiva, tem menor poder de atravessar os materiais, contudo, quando é ingerida, pode causar sérios danos à saúde.

As radiações beta, conseguem atravessar alguns meios mais que a radiação alfa, possuem carga negativa e são menos energéticas que as partículas alfa.

Um outro tipo de radiação são os chamados “raios gama (γ)”. Eles também são produzidos e emitidos na desintegração de núcleos atômicos ocorrida naturalmente, como na radioatividade, ou tecnologicamente produzida, como nas bombas atômicas. Os raios gama não possuem carga elétrica, são menos energéticos.

Na imagem, temos a indicação de incidência de três partículas, de acordo com o texto, relacione os itens 1, 2 e 3 com as partículas α, β e a radiação γ, os meios que atravessam.

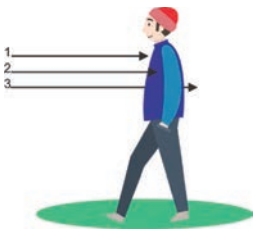


Imagem 3: Incidência de Partículas - Fonte: Elaborado para o material.

Professor, a proposta desta atividade é que os estudantes relacionem as partículas alfa, beta e gama de acordo com o seu poder de atravessar os materiais.

1) Partículas α: as partículas alfa possuem pouco poder de atravessar os materiais, não atravessam a pele humana. As roupas, papel e pele podem proteger uma pessoa dessa radiação, contudo, a ingestão de uma fonte emissora de partículas alfa pode causar sérios danos à saúde.

2) Partículas β: as partículas beta tem um poder maior, de atravessar os materiais, quando comparado as partículas alfa, podendo ser protegidas por alumínio ou plástico. Contudo, as partículas beta tem um poder, de atravessar os materiais, menor do que as partículas gama.

3) Raios γ: os raios gama possuem alto poder de atravessar os materiais e um longo alcance. Para proteger uma pessoa desses raios, é necessária uma parede espessa de chumbo ou de concreto, para reduzir seus efeitos de forma significativa.

DESAFIO: EXPERIMENTO MENTAL

Vamos analisar um experimento de imaginação, com a ideia de que lhe são dados três biscoitos radioativos: um deles emite radiação alfa, o outro beta e o outro gama. Para cada biscoito, você terá que fazer apenas uma escolha em três opções possíveis: descartar o biscoito, colocá-lo no bolso ou segurar na mão. Com seus conhecimentos sobre radiação, escolha a opção para cada biscoito, e explique suas escolhas.

Professor, esse experimento mental é uma atividade investigativa para que o estudante contextualize seus conhecimentos sobre as partículas de radiação alfa α, beta β e gama γ. Portanto, aqui, é importante analisar como podemos gerar menos danos à saúde, a partir da escolha de segurar o biscoito, colocá-lo no bolso ou jogá-lo fora. Sendo assim, esperamos que os estudantes tomem a decisão de escolher a maneira mais segura de exposição à radiação. Ou seja, eles devem escolher segurar o biscoito alfa na mão, pois esse não tem poder de atravessar a pele, o biscoito gama no bolso, pois a camada de roupa e o nível de alcance dessa radiação, deixam você mais protegido nesse caso. E jogar o biscoito gama fora, e bem longe, pois esse tem o maior poder de atravessar a pele, sendo assim o mais nocivo.

3.2 A radiação em nosso cotidiano

As radiações fazem cada vez mais parte das nossas vidas, tanto nas transmissões dos sinais de telefonia, quanto nos tratamentos radioterápicos, para o combate do câncer. As aplicações são as mais diversas, como podemos ver em algumas das aplicações abaixo:

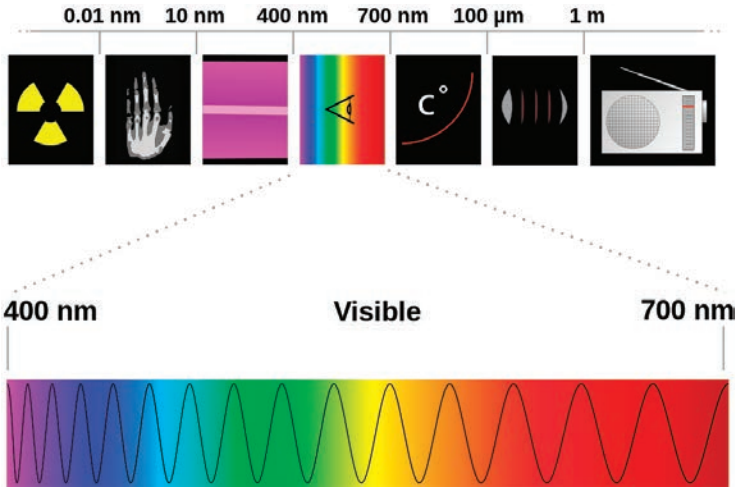


Imagem 4: Radiação no cotidiano - Fonte: pngwing

- Nos meios de comunicação, as radiações são utilizadas em rádios e smartphones, por meio das ondas eletromagnéticas entre os aparelhos;

- É possível realizar a datação de artefatos e fósseis antigos na arqueologia, utilizando o elemento Carbono-14, e descobrir, aproximadamente, a idade desses objetos;

- Na indústria alimentícia, com a desinfecção de materiais e alimentos, a fim de eliminar microrganismos, melhorando a saúde pública, e aumentando a vida média dos alimentos;

- Na medicina, com tratamentos de radioterapia, esterilização de materiais cirúrgicos, diagnósticos por tomografia, radiografia e mamografia. Também são utilizados na medicina oftalmológica, com a laserterapia, processo que se utiliza do Laser para cirurgias de correção da visão;

- Na geração de energia elétrica em usinas nucleares, utilizando processos de fissão nuclear.

A utilização para cada fim que vimos acima depende dos tipos de radiação e suas possibilidades de uso. Veremos a seguir os tipos de radiação, suas características e aplicações em nosso cotidiano.

1) Com base no texto, em grupos definidos pelo seu professor, pesquise duas notícias sobre a aplicação das radiações, verificando quais os benefícios dessa aplicação para a nossa vida. Socialize essas notícias com a sua turma.

Professor, o objetivo desse momento é realizar uma pesquisa sobre diversas aplicações das radiações para, após essa atividade, diferenciar as radiações ionizantes e não ionizantes. É possível utilizar um mural virtual para socializar as notícias pesquisadas pelos estudantes. Sendo assim, indica-se que a mediação seja realizada direcionando os relatos dos grupos, questionando os benefícios e malefícios dessa aplicação.

Professor, para uma discussão sobre as radiações em nosso cotidiano, e como interferem em nosso corpo, sugere-se o vídeo: Os Efeitos do 5G no Corpo Humano. Professor, indica-se exibir o vídeo até os 9min58s de duração. Disponível em: **https://youtu.be/znHrQIbmsTA.** Acesso em: 09 set. 2021. QR Code:

Nessa atividade, você pode discutir com os estudantes a respeito da veracidade de notícias, visto a disseminação de notícias falsas (*Fake News*) que ocorrem na internet. É possível um

planejamento junto ao professor do componente de Tecnologia e Inovação que, em diversos momentos, discute o tema *Fake News*.

Vídeo: 6 motivos para realizar a cirurgia refrativa, procedimento que utiliza o laser como principal ferramenta. Disponível em: **https://youtu.be/NQ-vjQYygik.** Acesso em: 09 de set. de 2021. QR Code:

3.3 Tipos de radiações

As radiações que estamos estudando podem ser classificadas em ionizantes e não ionizantes. Assista ao vídeo abaixo para saber mais, anote os pontos principais, suas dúvidas e comentários para discutir com a turma e seu professor na próxima aula:

Disponível em: **https://youtu.be/YCiMHGnPyVA.** Acesso em: 09 set. 2021. QR Code:

Professor, nesta atividade com vídeo, sugere-se utilizar o método de sala de aula invertida, solicitando o estudo do vídeo anteriormente à aula e, durante a aula, discutir os pontos principais e esclarecer eventuais dúvidas. É possível retomar o texto "3.2. A radiação em nosso cotidiano" e relacionar com as notícias pesquisadas na atividade 1, a fim de ter uma visão geral das aplicações e tipos de radiações encontrados.

2) Elabore um infográfico ou um mapa mental com as principais características e aplicações das radiações ionizantes e não ionizantes pesquisadas pelo seu grupo na atividade 1, com base nas definições observadas no vídeo, e socialize com a sua turma.

Infográficos e mapas mentais são ferramentas muito úteis para organizar as ideias e apresentar informações de forma diferenciada. Vamos ver, a seguir, suas características.

Lembre-se:

1. Um mapa mental é um diagrama que parte de um tema ou ideia central, com suas ramificações informando características e relações com o tema.
2. Um infográfico é a apresentação de informações com diversos elementos visuais (imagens, diagramas etc.) integrados em pequenos textos e dados numéricos.

Abaixo, segue uma sugestão de infográfico e mapa mental para a elaboração da atividade:

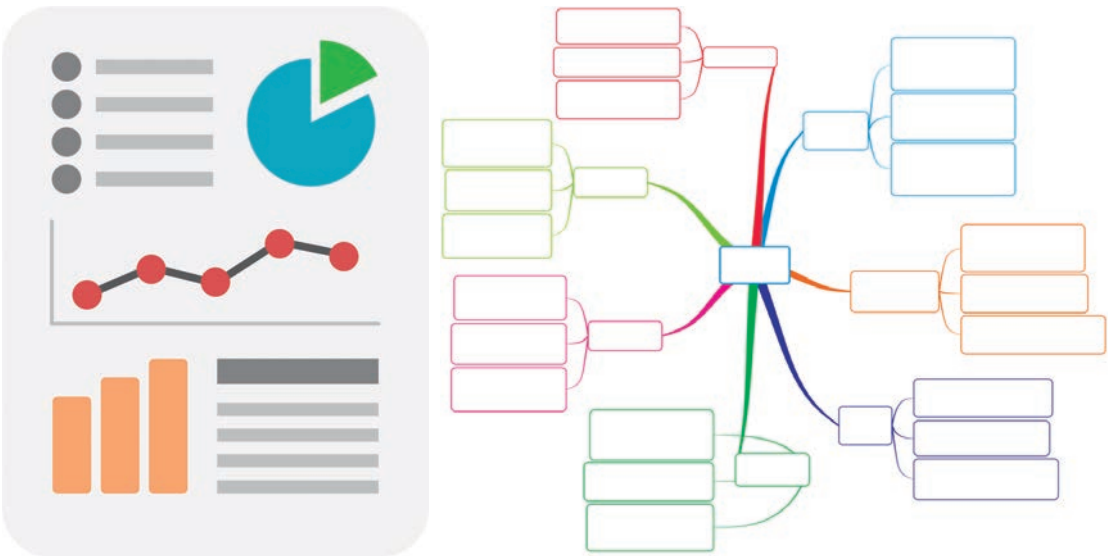


Imagem 5: Infográfico e Mapa Mental - Fonte: pngwing

Para sistematizar os conceitos verificados no vídeo, sugere-se a elaboração de um mapa mental, ou de um infográfico, para a socialização. Indica-se utilizar ferramentas digitais, como murais e lousas virtuais, assim como a apresentação de slides, para socializar as produções. Também é possível utilizar ferramentas físicas, como cartazes e panfletos, para a realização da atividade.Mapas mentais ou infográficos são ferramentas relevantes para a organização e sistematização dos conhecimentos adquiridos e, juntamente com a socialização, como avaliação das habilidades propostas.

3.4 Caiu no ENEM

ENEM PPL - Questão 117. Disponível em **https://cutt.ly/4WLLhcg**. Acesso em: 09 set. 2021.
O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.
A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

a) Beta.
b) Alfa.
c) Gama.
d) Raios X.
e) Ultravioleta.

O tipo de radiação, de grande poder de atravessar os materiais que é utilizada no tratamento do câncer é a radiação Gama, alternativa c.

MOMENTO 4 - FUSÃO E FISSÃO NUCLEAR

4.1 Fissão Nuclear e Produção de Energia

Nos dias 22 e 23 de abril de 2021, aconteceu o *Leaders' Climate Summit* (Cúpula de Líderes sobre Clima). Nesse evento, promovido pelo governo norte-americano, 40 líderes mundiais reuniram-se para estimular a criação de planos que reduzam a emissão de gás carbônico até 2030. A energia nuclear foi debatida na reunião, e para os líderes, a contribuição dessa fonte de energia tem auxiliado, por décadas, a diminuição da emissão de gás carbônico, pois utiliza urânio como umas das principais fontes de combustível.

Sabe-se que há países que já optaram por energia nuclear como fonte confiável e limpa de produção de energia elétrica. Já outros países, devido aos custos e preocupações com a segurança e eliminação dos resíduos, ainda não optaram exclusivamente pela utilização desta energia.

Caro estudante, nessa etapa de aprendizagem, convidamos você a investigar como é gerada a energia elétrica em uma usina nuclear. É importante ter uma ideia básica sobre o processo de fissão, responsável pela liberação de energia nuclear dentro de um reator. Dessa forma, para iniciarmos nossa investigação, convidamos você a assistir ao vídeo a seguir, que discute sobre um importante trabalho para a compreensão da fissão nuclear, da genial cientista Lise Meitner. E, para registro de sua investigação, indicamos a você, estudante, anotar os pontos relevantes do vídeo, e suas dúvidas.

Vídeo disponível em: **https://youtu.be/rj2bYT_76VM.** Acesso em: 09 set. 2021. QR Code:

Professor, além do vídeo trazer uma noção básica sobre o processo de fissão, você pode aproveitá-lo para convidar os estudantes a analisar sobre os desafios associados à visibilidade e representatividade das mulheres na ciência e na sociedade. E, ainda, levar a debate questões relativas à neutralidade na ciência, e sobre a perspectiva ética do fazer ciência. Utilize as anotações realizadas pelos estudantes para o debate, auxiliando o aprofundamento da pesquisa.

Após essa atividade, relacione suas anotações e contribuições da troca de ideias com seus colegas, aprofundando a pesquisa sobre como ocorre o processo de fissão e fusão nuclear. Após esse aprofundamento, compartilhe suas ideias por meio de um mural digital.

Professor, aqui, cabe relembrar ao estudante que o processo de fusão já foi abordado no caderno 2 volume 3 do Currículo em Ação. Dessa forma, essa atividade pode ser considerada como parte da avaliação processual. Além disso, oriente a elaboração do mural digital contendo o aprofundamento sobre os processos de fissão e fusão nuclear e a discussão sobre neutralidade na ciência e a visibilidade das mulheres na ciência.

Diante disso, sob orientação do seu professor, discuta com seus colegas as seguintes questões:

a) Como ocorre a produção de energia nuclear em uma usina nuclear?

Professor, os estudantes podem contribuir para a elaboração desta resposta com seus conhecimentos prévios e pesquisas em livros ou artigos científicos, aqui deve ficar claro para eles, que o processo de fissão nuclear que ocorre no reator da usina é em grande parte responsável para a geração de energia elétrica.

b) Como podemos definir a fissão nuclear?

Podemos definir a fissão nuclear como o processo de divisão do núcleo atômico por meio da incidência de nêutrons através de bombardeios sucessivos contra o núcleo.

4.2 Tanto a fissão quanto a fusão nuclear acontecem no interior dos átomos, por isso esses dois processos podem alterar as suas propriedades, como o número de prótons, por exemplo.

Com base nos conhecimentos adquiridos até aqui, sob as orientações do seu professor, organizem-se nos seguintes grupos ou estações para realizar as atividades propostas:

- Estação 1: Cientistas responsáveis pelas reações de fissão e fusão nuclear;
- Estação 2: Elementos químicos responsáveis pela fusão e fissão nuclear;
- Estação 3: Importantes aplicações da fusão e fissão nuclear;
- Estação 4: Impactos da utilização de fissão e fusão nuclear para geração de energia elétrica.

Para realizar essa atividade, sugerimos as seguintes dicas de organização:
- Dividam as tarefas entre os estudantes que compõe o grupo;
- Sempre pesquisem em sites, jornais, revistas e livros confiáveis, sugeridos pelo professor;
- Organizem-se com o tempo de elaboração das atividades e apresentação;
- Ao produzirem cartazes ou slides, cuidem do tamanho da fonte (letra);
- Não se esqueçam de citar as fontes e referências bibliográficas;
- Quaisquer dúvidas que surgirem, peçam ajuda ao professor.

Professor, para esta atividade, sugerimos o trabalho em grupo com apresentação dos resultados de pesquisa, ou a rotação por estação, em que os estudantes passarão por cada grupo, de acordo com o tempo combinado. Para que a aprendizagem aconteça, sugerimos: organize os grupos ou estações de forma equilibrada em número de estudantes; estipule o tempo adequado para cada estação e monitore a organização dos estudantes; auxilie os estudantes em relação a fontes de pesquisas com informações confiáveis, e também sobre as citações das referências de pesquisa.
No caso de optar pela rotação por estação, é necessário que cada estação já tenha a atividade que será feita com base no tema descrito na estação, e que todos os grupos passem por todas as estações no tempo determinado.
A seguir, sugerimos as seguintes reflexões para sistematização das atividades desenvolvidas nas estações.

- Estação 1: Cientistas responsáveis pelas reações de fissão e fusão nuclear.

  Sugerimos o seguinte artigo do assunto: **https://cutt.ly/lnrgkcd.** Acesso em: 25 mai. 2021 QR Code:

- Estação 2: Elementos químicos responsáveis pela fusão e fissão nuclear
  Podemos citar como exemplo a fissão do elemento Urânio, liberando grande quantidade de energia. E a Fusão Nuclear é definida pela junção de núcleos, para dar origem a novos elementos químicos. Por exemplo fusão dos átomos de hidrogênio no Sol.

- Estação 3: Importantes aplicações da fusão e fissão nuclear

- Estação 4: Impactos da utilização de fissão e fusão nuclear para geração de energia elétrica.
  Ao longo das atividades, os estudantes entenderão que a fusão nuclear libera grande quantidade de energia. Diante disso, há um empenho da comunidade científica para tornar possível a energia nuclear como uma opção energética a partir do processo de fusão. Ambos os processos de fissão e fusão nucleares devem ser acompanhados, para que não haja poluição do meio ambiente.
  Após os estudos em todas as estações ou apresentação dos grupos, realize um fechamento sobre o tema, complementando com assuntos que as estações não abordaram, ou que julgar necessário para subsidiar os estudantes para que realizem as próximas atividades sobre o tema.

4.3 Caiu no ENEM

ENEM 2020 - Questão 126. Disponível em: **https://cutt.ly/3WL1zJY**. Acesso em: 09 de set. de 2021.
Embora a energia nuclear possa ser utilizada para fins pacíficos, recentes conflitos geopolíticos têm trazido preocupações em várias partes do planeta e estimulado discussões visando o combate ao uso de armas de destruição em massa. Além do potencial destrutivo da bomba atômica, uma grande preocupação associada ao emprego desse artefato bélico é a poeira radioativa deixada após a bomba ser detonada.
Qual é o processo envolvido na detonação dessa bomba?

a) Fissão nuclear do urânio, provocada por nêutrons.
b) Fusão nuclear do hidrogênio, provocada por prótons.
c) Desintegração nuclear do plutônio, provocada por elétrons.
d) Associação em cadeia de chumbo, provocada por pósitrons.
e) Decaimento radioativo do carbono, provocado por partículas beta.

A fissão nuclear é o processo envolvido na detonação da bomba atômica. Isso acontece quando há um bombardeamento de átomos de urânio por nêutrons. Espera-se que, ao realizar a atividade e a rotação por estação, os estudantes perpassem por essa situação, o que irá subsidiá-los para responderem a questão corretamente.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2

RADIOATIVIDADE: POTENCIALIDADES E RISCOS

Competências gerais:

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Competências específicas da área:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
3. Investigar situações problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

Unidade temática: Matéria e Energia

Objetos de conhecimento: Quantização de energia (modelo de Bohr; dualidade onda-partícula). Radioatividade (estrutura da matéria; fissão e fusão nuclear; radiação ionizante).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
Orientações gerais: nesta situação de aprendizagem, a produção de energia elétrica por meio da utilização da energia nuclear é o foco. Para isso, olhando para realidade local, os estudantes são convidados a analisar as Usinas Nucleares do Brasil, além de compreenderem o processo de fissão nuclear por meio de um simulador virtual. Pensando ainda em energia, os estudantes são convidados a pesquisar sobre as possibilidades da produção de energia elétrica por meio da fusão nuclear. Para a sistematização, um jogo é o ponto-chave para o percurso desta situação de aprendizagem. (Elaborado pelos autores).

Caro estudante, na situação de aprendizagem anterior, você estudou sobre as radiações e avaliou as potencialidades e riscos de sua aplicabilidade.

Agora, convidamos você a refletir sobre a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear. Para isso, leia a noticia a seguir.

Notícia veiculada pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Disponível em: **https://cutt.ly/sWL0agC**. Acesso em: 15 jun. 2021. QR Code:

A notícia divulgou que a Usina Nuclear Angra 1, situada no Rio de Janeiro, que foi a primeira Usina Nuclear a ser criada no Brasil, e entrou em operação em 1985, completará seus 40 anos em 2024. A empresa responsável pelo seu funcionamento, a Eletronuclear, deverá solicitar à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) a extensão do funcionamento dessa usina.

Nesta situação de aprendizagem, você e seus colegas são convidados a refletirem e expressar uma opinião justificando sobre o fechamento ou não da Usina Angra 1, mas, para isso, deverão examinar alguns aspectos que estão contemplados nos Momentos que seguem.

Professor, a proposta dessa situação de aprendizagem é fazer os estudantes refletirem sobre a geração de energia elétrica a partir da fissão e da fusão nuclear. Partimos de uma situação problema na qual eles precisarão opinar sobre os encerramentos das atividades ou não da Usina Angra 1. Dessa forma, sugerimos alguns momentos que permitirão a eles conhecer um pouco sobre o funcionamento dessa usina, como ocorre a geração de energia elétrica em uma Usina Nuclear, a possibilidade de geração de energia elétrica a partir da fusão nuclear e, no momento 4, os estudantes são convidados a debaterem, opinarem e justificarem sobre a situação-problema proposta.

MOMENTO 1 - UM POUCO DA HISTÓRIA DE ANGRA 1

Neste momento, convidamos você a assistir ao vídeo “Angra 1: conheça a primeira usina nuclear do Brasil”, disponível em: **https://youtu.be/MqxDpCG9QkU**. Acesso em: 15 jun. 2021. QR Code:

Assista ao vídeo, faça uma pesquisa e registre alguns pontos que serão debatidos no momento 4:

- Quando começou a ser construída;
- Capacidade de produção de energia da usina;
- Como são armazenados os rejeitos radioativos;
- Semelhanças e diferenças das Usinas Nucleares de Angra com a Usina Nuclear de Chernobyl;
- Possibilidades de acidentes e impactos no meio ambiente.

Professor, neste momento, os estudantes são convidados a refletir sobre alguns aspectos de uma usina nuclear. Para tanto, sugerimos a exibição de um vídeo, uma pesquisa e alguns itens para direcioná-los. A proposta é que eles possam ter algumas informações que possibilitem elaborar argumentos plausíveis para o debate sobre o fechamento, ou não, da Usina de Angra 1.

Para contemplarem os itens propostos, sugerimos, abaixo, algumas referências que você pode, se julgar necessário, disponibilizar para eles para a pesquisa:

ELETROBRÁS. Eletronuclear. **Angra 1**. Disponível em: **https://cutt.ly/PWL4DNS**. Acesso em: 22 jun. 2021. Ou QR Code:

UNICAMP. Faculdade de Engenharia Mecânica. **Energia Nuclear**. Campinas, SP. Disponível em: **https://cutt.ly/gWL7kVN**. Acesso em: 22 jun. 2021. QR Code:

AMBIENTE BRASIL. **Energia Nuclear e o Meio Ambiente**. Disponível em: **https://cutt.ly/sWL5i7J**. Acesso em: 22 jun. 2021. QR Code:

G1. Globo. **Tudo o que você precisa saber sobre as usinas nucleares de Angra 1 e 2, e porque são diferentes de Chernobyl**, 2019. Disponível em: **https://cutt.ly/hWL5LAW**. Acesso em: 22 jun. 2021. QRCode:

MOMENTO 2 - SIMULANDO A FISSÃO NUCLEAR

Caro estudante, agora que você já analisou como acontece o processo de fissão nuclear, e, também, conheceu um pouco da História da Usina Nuclear Angra I, chegou o momento de aprofundar um pouco mais os seus conhecimentos sobre o processo de fissão nuclear e, também, compreender melhor como ocorre a geração de energia elétrica em uma Usina Nuclear. Para isso, convidamos você a investigar simulação a seguir disponível em: **https://cutt.ly/1WL6lDl.** Acesso em: 09 de set. de 2021. QR Code:

Estudante nesse simulador, existem três etapas, que se chamam: Fissão em um núcleo, Reação em Cadeia e Reator Nuclear. Para essa atividade, você pode iniciar a investigação com a **etapa 1:** Fissão em um núcleo. Para isso, atire um nêutron contra o núcleo de Urânio (235) e observe o que acontece. A seguir, anote em seu caderno todas as suas observações, com relação aos núcleos derivados do Urânio (235), e, também, as quantidades de nêutrons presentes nesse processo, antes e após a colisão.

O gráfico do simulador mostra a energia envolvida antes e após o bombardeamento pelo nêutron. Faça um resumo de forma organizada, procurando descrever o seu entendimento sobre o processo que você observou no gráfico.

Professor, nesta etapa, o estudante deve observar a energia total antes e após disparar um nêutron. Quando isso ocorre, temos uma energia total sendo o valor máximo da energia potencial, sendo assim, a reação da fissão possível resultou em dois outros elementos atômicos, que no gráfico do simulador aparece como núcleos derivados.

Na etapa 2, Reação em Cadeia, vamos iniciar o processo de investigação com o Urânio 238. Inicie com 25 núcleos, dispare um nêutron e descreva o que acontece, registrando em seu caderno. Após, reset o núcleo, e aumente para 75 núcleos, e dispare 5 vezes um nêutron, e registre suas observações no caderno.

Agora vamos mudar o átomo para Urânio 235, não se esqueça de deixar zerada a quantidade de Urânio 238. Portanto, deixe 25 núcleos de Urânio 235 e dispare um nêutron, registre em seu caderno suas observações. Realizada essa etapa, aumente para 75 núcleos de Urânio 235 e repita o procedimento.

Professor, ao bombardear um núcleo de Urânio 235, causamos uma instabilidade no núcleo, que acaba se dividindo. Nesse caso específico do simulador, é importante que o estudante observe a porcentagem de núcleos fissionados com 25 e 75 núcleos de Urânio 235. Portanto, quanto maior a quantidade de Urânio 235, maior a quantidade de núcleos fissionados.

Já o Urânio 238, ao receber um nêutron, vira Urânio 239, ou seja, não ocorre o processo de fissão. O processo de fissão vai ocorrer no elemento Urânio 235, porque esse tem menos massa que o Urânio 238, e, portanto, é mais instável.

Sendo assim, nessa parte da atividade, é importante que o estudante consiga, por meio da investigação científica, explicar os dois processos, devido às duas etapas de pesquisa solicitadas com os dois elementos. Sendo necessário, o professor pode fazer a mediação caso o estudante queira entender um pouco mais sobre os elementos Urânio 235, com a discussão sobre o enriquecimento de Urânio, que se encontra como sugestão de artigo no momento 1 dessa situação de aprendizagem, intitulada **Energia Nuclear,** o texto trata sobre Desenvolvimento e fabricação de combustíveis nucleares.

Etapa 3: Reator Nuclear - temos o controle de varetas que se movimentam na vertical, e vários núcleos de Urânio 235. Ao lado, podemos identificar duas barras sendo que uma delas representa a Potência de saída e a outra a Energia total. Além disso, acoplado ao reator nuclear existe um termômetro. Sendo assim, deixe o controle de varetas baixo, e dispare nêutrons, registre no caderno o que você observa, e o que ocorre com as barras.

Agora pense: como você consegue deixar a quantidade de energia total e de saída controlada sem elevar muito a temperatura? Para responder, faça um teste com o simulador, e descreva como você pode resolver essa situação.

Professor, nesta etapa, o processo de fissão nuclear já está mais claro ao estudante, com a investigação científica realizada no simulador. Portanto, a situação-problema de como manter uma reação em cadeia controlada, ou seja, manter energia e temperatura estáveis dentro do reator nuclear pode necessitar de uma mediação, para que o estudante compreenda como em uma usina nuclear, ocorre, de maneira controlada, o processo de fissão nuclear. Neste caso, apresentado no simulador, por meio do disparo de um nêutron em elementos como Urânio 235, visualiza-se, então, como ocorre a fissão desse elemento, gerando uma reação em cadeia. A usina, em seu reator, deve possuir hastes (de elementos como o boro) que absorvem os nêutrons, podendo ser chamado de moderador, e que interrompem a reação em cadeia. Além disso, as paredes desse reator são compostas de materiais como chumbo, que impedem que a radiação escape.

MOMENTO 3 - A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PELA FUSÃO NUCLEAR

Ao longo da situação de aprendizagem 1, foi possível conhecer o que é a radiação, suas potencialidades e riscos. No momento 1 da situação de aprendizagem em que estamos, vocês conheceram a história da Usina Nuclear Angra 1.

Geralmente, a produção de energia elétrica por uma usina nuclear acontece pela fissão nuclear. A geração de energia elétrica por fusão é muito mais limpa em relação à fissão. Mundialmente, o maior projeto de fusão nuclear para obtenção de energia está projetado para 2025. O Reator Termonuclear Experimental Internacional (ITER) está localizado no sul da França e tem os seguintes países envolvidos: Estados Unidos, Rússia, China, Reino Unido, Suíça, Índia, Japão, Coreia do Sul e os membros da União Europeia.

1. Diante disso, sob orientação do seu professor, responda à seguinte reflexão:

Quando se pensa em construir uma usina nuclear, algumas preocupações envolvidas são de que ela seja economicamente viável e produza uma energia limpa. A Revista Pesquisa FAPESP, no seguinte artigo "O Sonho da Fusão Nuclear" (disponível em **https://cutt.ly/JWZqVp1**. Acesso em: 09 jun. 2021. QR Code) traz que a fusão nuclear em usina é uma técnica ainda em desenvolvimento, e aborda sobre o ITER, já citado nesta atividade.

O vídeo "Primeiro de reator de fusão nuclear será testado. Como usamos a fusão nuclear?" (disponível em **https://youtu.be/yQ3rEsZrxVg**. Acesso em: 09 jun. 2021, ou QR Code) também nos traz mais informações sobre esse assunto. Com base no artigo, no vídeo e nos seus conhecimentos das situações de aprendizagem 1 e 2, como podemos definir uma produção de energia nuclear economicamente viável e limpa?

Professor, a geração de energia elétrica por meio de fusão nuclear ainda é um projeto em desenvolvimento e um sonho para a comunidade global. No entanto, é fundamental que aconteça uma discussão sobre economia versus energia limpa, e que os estudantes compreendam que o sonho é possível, apesar de alguns desafios. Para responder esta questão, além do artigo e vídeo citados, eles podem recorrer a conhecimentos já adquiridos em relação a riscos e potencialidades da radiação.

2. Jogo da Corda

Que tal colocar seus conhecimentos sobre usina nuclear em jogo?
Vamos apresentar a seguinte pergunta: o que é mais vantajoso: uma usina nuclear geradora de energia elétrica por fissão, ou fusão nuclear?
Sob orientação do seu professor, organizem-se para jogar.

Professor, nessa atividade, você pode desenhar, colocar na sala de aula a corda, ou mesmo pedir para que os estudantes façam essa atividade em grupos, utilizando os seus próprios materiais, de modo que cada extremo represente lados opostos da pergunta realizada, como no esquema abaixo:

Usina nuclear por fissão nuclear — Usina nuclear por fusão nuclear



Imagem 1: Corda - Fonte: Elaborado para o material

Peça aos estudantes que pensem com qual lado da pergunta eles concordariam, e por quê. Eles podem escrever suas justificativas em notas autoadesivas, ou outro papel, e fixarem no lado da corda com que concordam.
Após concluírem a colagem, incentive os estudantes a responderem por qual razão apoiam um ou outro tipo de usina e, em seguida, peça-lhes que acrescentem suas anotações a uma das extremidades da corda.
Peça-lhes que levantem questionamentos e preocupações que podem ser necessários para justificar a sugestão.

Conclua o momento 3 pedindo-lhes que reflitam sobre a atividade. Quais novos conhecimentos eles têm sobre a pergunta realizada? Eles ainda sentem o mesmo? Ao longo da justificativa dos colegas, mudaram de lado da corda?

Este jogo permitirá que os conhecimentos adquiridos até aqui sejam colocados em prática. Durante as justificativas, realize intervenções de sistematização, recordando temas, pontos, assuntos discutidos sobre o tema proposto. Sistematicamente, ganha o jogo o lado que tiver mais justificativas apresentadas, para isso, adote um modo público de registrar os argumentos de cada lado.

O mesmo jogo é possível de ser realizado remotamente, por meio de aplicativos de interação digital.

MOMENTO 4 - PENSANDO A ENERGIA NUCLEAR OU "FECHA OU NÃO FECHA?"

Caro estudante, o tema energia nuclear promove muita discussão sobre a sua utilização na geração de energia elétrica, devido a pontos positivos e negativos que você estudou nessa situação de aprendizagem.

Agora é o momento de organizar as ideias e avaliar os conceitos apresentados e discutidos nas aulas.

Professor, nessa atividade vamos retomar os conceitos e discussões a respeito do tema da energia nuclear, seus processos e soluções alternativas. Para tanto, vamos utilizar uma estratégia de rotina de pensamento chamada: "Eu costumava pensar..., agora eu penso que...". Essa rotina é importante na finalização de um tema ou objeto de conhecimento, a fim de analisar o desenvolvimento dos conceitos, e como ocorreu a evolução dos pensamentos dos estudantes sobre a temática.

É possível realizar essa atividade individualmente ou em pequenos grupos, para, ao final, socializar com toda a turma.



1º passo: tenha em mãos suas anotações e todos os registros a respeito do tema energia nuclear. Pense nas atividades e discussões realizadas acerca do tema energia nuclear e reflita como as suas ideias se desenvolveram até aqui.

Imagem 2: Anotação - Fonte: pngwing

Oriente os estudantes a retomar os registros sobre o tema da energia nuclear e identificar resumidamente o que foi estudado durante a situação de aprendizagem, organizando as ideias e discussões apresentadas até o momento.



2º passo: pense e relembre as suas ideias iniciais sobre energia nuclear, registrando as informações que tinham antes de iniciar o estudo com seu professor.

Imagem 3: Pensar - Fonte: pngwing

Oriente os estudantes a refletir individualmente sobre o que aprenderam. Algumas perguntas que podem nortear os estudantes nesse passo são: Quais as ideias iniciais que tinham sobre o tema? Quais dúvida e informações tinham sobre energia nuclear antes no início da situação de aprendizagem?



3º passo: reflita, agora, sobre o que você pensa sobre a energia nuclear, e registre suas impressões.

Imagem 4: Registro - Fonte: pngwing

Nesse passo, os estudantes devem refletir sobre o que mudou no pensamento deles sobre a temática da energia nuclear e o que eles pensam agora sobre a utilização da energia nuclear na geração de energia elétrica.



4º passo: compartilhe com a turma os seus registros sobre o que mudou em seu pensamento sobre a utilização da energia nuclear na geração de energia elétrica.

Imagem 5: Compartilhar – Fonte pngwing

Nesse passo, é importante a análise, pelo professor, de como é possível a socialização dos registros dos estudantes. É possível realizar:
- Primeiramente em pequenos grupos, dialogando sobre os pontos em comum e diferentes e, após, socializar as discussões dos grupos;
- Individualmente, incentive a participação dos estudantes para promover uma discussão geral sobre os pontos em comum e os diferentes;
- Utilizar um mural ou lousa digital para que cada estudante insira seus registros e, com a mediação do professor na leitura dos registros, retome pontos importantes na situação de aprendizagem.

Estudante, nesse momento você pôde utilizar os conhecimentos sobre radiações para avaliar os riscos e as potencialidades desse tipo de energia. Com seus registros e discussões realizados sobre o tema, você seria a favor, ou contra o fechamento da usina de Angra 1? Justifique sua resposta.

	Por que fechar	Por que não fechar
Usina de Angra 1		

Professor, para finalizar as reflexões sobre o tema, é possível realizar uma pesquisa de opinião com a turma, utilizando ferramentas digitais, sobre o fechamento, ou não, da usina de Angra 1. Solicite aos estudantes que se organizem para tabular os dados da pesquisa, apresentando o resultado final em um local visível para toda a turma, ou de forma pública em ambientes virtuais.

Sugestão para o professor - Momento 4 – Pensando a energia nuclear

Professor, segue uma segunda proposta para o momento 4, a fim de consolidar os aprendizados dessa situação de aprendizagem sobre a energia nuclear. As duas propostas têm objetivo de refletir sobre o que foi estudado, e compartilhar os saberes com a turma.
Caro estudante, o tema energia nuclear promove muita discussão sobre a sua utilização na geração de energia elétrica, devido a pontos positivos e negativos que você estudou nesta situação de aprendizagem.
Agora é o momento de organizar as ideias e avaliar os conceitos vistos e discutidos nas aulas.
Professor, nessa atividade, vamos retomar os conceitos e discussões a respeito do tema da energia nuclear, seus processos e soluções alternativas. Para tanto, vamos utilizar uma estratégia de rotina de pensamento chamada: Sentença-Frase-Palavra. Essa rotina é importante na finalização de um tema ou objeto de conhecimento, a fim de sistematizar conceitos fundamentais sobre a temática.
1º passo: tenha em mãos suas anotações e todos os registros a respeito do tema energia nuclear. Pense nos vídeos, textos e discussões realizados acerca do tema energia nuclear e reflita sobre os conceitos e discussões vistos até aqui.
Oriente os estudantes a retomar os registros sobre o tema da energia nuclear e identificar resumidamente o que foi estudado durante a situação de aprendizagem, organizando as ideias e discussões apresentadas até o momento.

2º passo: escreva uma frase e uma palavra referentes ao tema energia nuclear. É necessário que a frase e a palavra tenham significado para o leitor em relação ao tema trabalhado.

Palavra	
Frase	

Oriente os estudantes a refletirem sobre os conceitos e atividades vivenciados na situação de aprendizagem, recorrendo aos registros das aulas anteriores. Assim, é possível pensar sobre uma palavra e frase relacionados ao tema energia nuclear.
3º passo: vamos compartilhar nossas produções. Em pequenos grupos, seguindo as orientações de seu professor, compartilhe seus registros. Inicie compartilhando a palavra que você escolheu, e explicando ao grupo por que a escolheu, convidando os outros participantes a comentarem suas impressões. Após, outro integrante do grupo compartilha a sua palavra, justificando e comentando as impressões, assim, até que todos compartilhem suas palavras. Então o grupo realiza a mesma dinâmica para compartilhar as frases elaboradas.
Professor, esclareça as dúvidas sobre a dinâmica apresentada, e, nos grupos de discussão, faça a mediação para acompanhar as produções dos estudantes, questionando sobre o cerne da temática estudada, se as palavras e frases têm importante significado com os tópicos de energia nuclear apresentados na situação de aprendizagem.
4º passo: reflexão nos grupos. O grupo realiza uma reflexão sobre as palavras e frases discutidas no passo anterior, e verifica os temas e ideias semelhantes que surgiram da discussão. Também devem identificar se houve alguma ideia ou tema que não foi contemplado nas produções dos integrantes do grupo.

Semelhanças	
Não foi contemplado	

Professor, verifique junto a cada grupo se as ideias, palavras e frases possuem relação com o tema, e motive os estudantes a compartilhar as ideias semelhantes e discussões do grupo.
5º passo: socialização. Cada grupo comenta de forma resumida sobre as palavras e frases que apareceram no grupo, e as discussões realizadas. É possível publicar as produções em murais virtuais, para que a turma conheça e analise todas as palavras e frases elaboradas pela turma.
Professor, organize a turma para que todos os grupos socializem, mediando o tempo de socialização dos grupos e realizando um fechamento com as palavras e frases comuns sobre o tema da energia nuclear. É possível elencar as palavras e frases que foram apresentadas, utilizando murais, digitais ou não, assim, é possível realizar o fechamento da situação de aprendizagem.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3
EFEITOS DAS INTERVENÇÕES HUMANAS NO AMBIENTE – PARTE 1

Competências gerais:

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Competências específicas da área:

2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Unidade temática: VIDA, TERRA E COSMOS

Objetos de conhecimento: Máquinas térmicas (trabalho; energia interna; potência e rendimento; transformações cíclicas; impacto social e econômico).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados

experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Orientações gerais: a situação de aprendizagem inicia com um experimento investigativo que consiste nos princípios do funcionamento de uma máquina térmica. Pensando na metodologia do ensino por investigação no momento 2, a contextualização ocorre por meio da história da ciência, em que os personagens atuantes nos estudos das máquinas são evidenciados por meio de um texto de leitura coletiva, e a relação entre essas pesquisas o experimento. Após esse percurso, a primeira lei da termodinâmica será investigada, por meio de uma simulação virtual, e, por fim, os estudantes são convidados para a elaboração de sua própria simulação virtual, evidenciando as transformações termodinâmicas.

MOMENTO 1 - EXPERIMENTO INVESTIGATIVO

Caro estudante, para iniciarmos esta situação de aprendizagem, convidamos você e seus colegas a construir um experimento investigativo sobre processos de transferência e transformação de energia.

Sendo assim, procure montar o seu experimento pensando em resolver o seguinte problema: como levar a água que se encontra no recipiente para o tubo de ensaio, através da mangueira, sem movimentar os outros materiais. Para fazer isso, você poderá usar os seguintes itens:

- Um suporte de tubo de ensaio;
- Um tubo de ensaio;
- Um recipiente com água;
- Uma mangueira de cristal de 3/8 de diâmetro;
- Uma rolha (com furo para encaixar a mangueirinha);
- Um fogareiro ou lamparina.

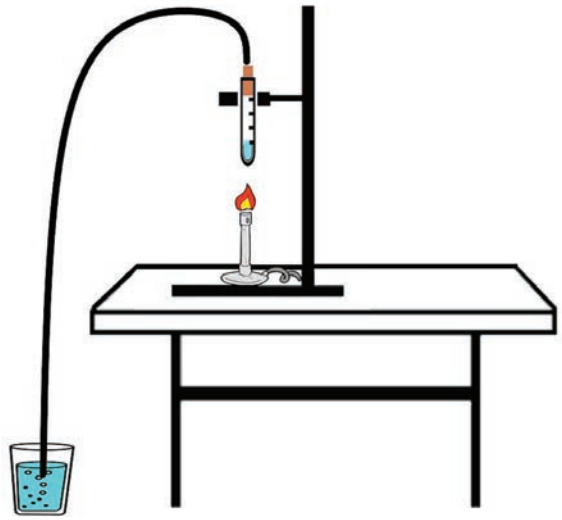


Imagem1: Experimento Investigativo sobre trocas de energia. – Fonte: Elaborado para o Material

Não se esqueça de anotar todas as etapas da montagem, bem como todas as suas estratégias para a resolução desse problema. Para auxiliar na montagem desse experimento, observe a figura ilustrativa acima.

Professor, esse experimento investigativo aborda as transformações de energia, e traz como proposta inicial discutir sobre os princípios físicos associados ao funcionamento das máquinas térmicas. Para iniciar essa atividade, você pode pedir para que cada grupo construa o seu próprio experimento. Caso isso não seja possível, uma opção é fazer o experimento de forma demonstrativa, e incentivar os estudantes a levantar e testar suas hipóteses durante a demonstração, para que apresentem soluções sobre o problema proposto.

O fundamental é que essa atividade não perca o seu caráter investigativo, por isso é importante que cada grupo anote e discuta a melhor maneira de resolver a questão-problema, e que eles busquem explicar os conceitos físicos associados a essa experiência. Caso os grupos apresentem dificuldades, sugerimos que você faça um breve momento de resgate sobre as transformações de energia que já foram estudadas no volume 1 do caderno Currículo em Ação. Uma outra estratégia que você pode adotar para o desenvolvimento dessa experiência é pedir para que os estudantes tirem fotos, ou esquematizem as etapas dessas transformações de energia.

Professor, agora vamos fazer uma breve descrição sobre o funcionamento do experimento acima proposto. Dessa forma, no momento inicial, temos presente, no sistema, cerca de um 1ml de água no tubo de ensaio e um recipiente com água localizado no chão (solo). Adotando que o chão seja o nosso referencial em relação à altura, podemos dizer que existe, nessa fase inicial, uma certa energia potencial gravitacional no tubo de ensaio, uma vez que esse se encontra a uma determinada altura em relação ao chão. Considere, também, que a pressão atmosférica é a mesma para todo o sistema.

No momento seguinte, o fogareiro irá aquecer a água do tubo de ensaio, fazendo com que ela aumente a sua energia cinética e, em seguida, mude de estado físico, passando do estado líquido para o estado gasoso. Assim, esses gases provenientes da ebulição da água, gradativamente irão se espalhar por todo o volume disponível, empurrando o ar que está ao seu redor. Em outras palavras, podemos dizer que houve um trabalho realizado pelos gases que estavam no tubo de ensaio e, por isso, os estudantes deverão observar bolhas de ar no recipiente que está no chão.

No momento seguinte, o fogareiro será apagado, com isso, a temperatura de dentro do tubo de ensaio começa a diminuir, e, consequentemente, a sua pressão também, contudo, a pressão externa, que é atmosférica não muda, sendo assim, essa diferença de pressão faz com que a água do recipiente localizado no chão se mova para o tubo de ensaio.

Professor, essas discussões sobre transformação de energia são extremamente importantes para a investigação do princípio de funcionamento das máquinas térmicas que vamos estudar nos momentos seguintes.

1.1 Compartilhando Ideias

Após a etapa da realização do experimento investigativo, chegou a hora de compartilhar com os demais colegas sobre as dificuldades encontradas durante os processos de hipóteses e resolução da questão-problema. Em uma roda de conversa, explique para a turma como foram desenvolvidas essas etapas, desde o levantamento das hipóteses, até o fenômeno observado. Nesse momento, é importante utilizar todas as anotações do grupo, e comentar se, de alguma maneira, o funcionamento do experimento pode ser identificado com algum dispositivo do seu cotidiano.

Professor, a ideia nesse momento é que você possa fazer uma sistematização do experimento investigativo. Assim, indica-se uma roda de conversa para que os grupos troquem ideias sobre o desenvolvimento da experiência. Dessa forma, você pode discutir com os estudantes sobre alguns conceitos, como pressão, temperatura, volume ocupado pelo gás, trabalho realizado pelo ou sobre o gás, dentre outros. Como, nesse caso, o objetivo do experimento é transportar a água do recipiente do solo para o tubo de ensaio, isso permite, também, discutir sobre como poderíamos tornar o experimento mais eficiente. Assim, é possível começar a dar indicações sobre o estudo das máquinas térmicas.

MOMENTO 2 - UM POUCO DA HISTÓRIA DAS MÁQUINAS TÉRMICAS

Caro estudante, agora que você já construiu seu experimento, resolveu o problema proposto e compartilhou as suas ideias, chegou o momento de compreender o contexto histórico no qual está inserido o desenvolvimento das máquinas térmicas. Assim, isso irá ajudá-lo a avaliar e prever os efeitos da intervenção dessas máquinas nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano. Para isso, convidamos você a ler o texto a seguir.

Personagens que contribuíram com o estudo das máquinas térmicas.

Geralmente, encontramos em materiais de divulgação científica que Heron de Alexandria é considerado como o percussor da primeira máquina térmica, entretanto, a ideia de transformar energia térmica em trabalho mecânico, para construir algo que possa ser útil para a sociedade, foi elemento de estudo entre os séculos XVIII e XIX.

Sendo assim, um dos maiores desafios relacionados ao desenvolvimento das máquinas térmicas consistia em buscar maneiras de melhorar a eficiência dessas máquinas, gastando também pouco combustível. Diante disso, temos vários cientistas (estudiosos) que se debruçam sobre essa problemática. A seguir, apresentaremos um breve recorte histórico, sobre algumas contribuições de alguns dos estudiosos que foram importantes para o desenvolvimento dessas máquinas.

O físico e médico Frances Denis Papin (1647-1712) elaborou algo que é muito semelhante a uma panela de pressão, era um mecanismo que se constituía de um tubo com tampa, que armazenava o vapor, para obter altas pressões. Posteriormente, por volta de 1689, Papin inventa uma bomba centrífuga, que vai permitir elevar a água de um canal entre duas cidades.

Além, dessas contribuições, e pensando no bombeamento de água das minas, o inventor e engenheiro Thomas Savery (1650-1715), contribui com a construção de uma máquina que produzia vácuo por meio da condensação do vapor, e aspirava a água de uma mina de carvão por meio de um tubo. Um dispositivo complexo que apresentou algumas falhas, devido à profundidade e à pressão a que foi submetido. Dessa forma, outras pessoas começaram a estudar o dispositivo, para conseguir sanar essas falhas, como foi o caso do inventor Thomas Newcomen (1663-1729), que, para melhorar a pressão nos tubos do dispositivo, adicionou pistões que se movimentam conforme a expansão do vapor. Sua máquina podia atingir grandes profundidades, entretanto, para controlar a pressão, existia um sistema de resfriamento nesses pistões, que fazia o rendimento dessa máquina não ser muito alto, pois ela perdia grande quantidade de calor neste processo.

Esses fatos nos mostram que, muitas vezes, na ciência, as contribuições e trocas de informações podem gerar conhecimentos para resoluções de problemáticas, nesse caso, como fazer essa máquina ter um rendimento mais eficiente. Dessa forma, vale destacar que foi o engenheiro e matemático James Watt (1736-1819) que contribuiu com a solução para diminuir a perda de vapor, ao receber a máquina de Newcomen para consertar, as suas melhorias na máquina contribuíram para patentes de suas novas invenções, uma vez que podia ser utilizada desde fundição, até a propulsão dos moinhos.

Por fim, sempre pensando em como tornar mais eficientes essas máquinas, Nicolau Léonard Sadi Carnot (1796-1832) elaborou um ciclo termodinâmico ideal, que estabelece um limite máximo ao rendimento de uma máquina térmica.

Professor, este texto tem por finalidade a desconstrução de uma história da ciência linear, em que os personagens envolvidos eram indivíduos isolados em sua época. Com o texto, sugere-se que sua mediação permita que os estudantes possam compreender a construção da ciência, e como diferentes cientistas se debruçaram sobre uma temática para otimizar o desenvolvimento das máquinas térmicas. Indica-se que a leitura do texto possa ser feita de forma coletiva, ou em grupo.

2.1 Repensando o caminho do vapor

Para esta atividade, convidamos você a se reunir com os seus colegas e formar um grupo para explicar, utilizando argumentos científicos, como o experimento proposto no momento 1 se relaciona com os inventos do texto acima. Para que seus argumentos possuam mais clareza, é importante que você pesquise um pouco mais sobre cada invento, e compartilhe sua explicação por meio de imagens, murais, vídeos, podcasts etc. Fica a critério do grupo escolher as formas e estratégias que vocês irão utilizar para compartilhar as suas aprendizagens.

Professor, neste momento os estudantes realizarão a etapa da contextualização do experimento investigativo, que consiste em relacionar o experimento com algumas etapas das máquinas citadas no texto. Para que os estudantes consigam explicar essas etapas e associá-las ao experimento, sugere-se que sua mediação possa auxiliar em mais pesquisas, e eventualmente indicar que a utilização de imagens pode facilitar aos grupos a explicação dessa relação. Espera-se que os estudantes possam entender que o experimento realizado no momento 1 nos auxilia a perceber os princípios físicos associados ao funcionamento das máquinas térmicas.

O vídeo a seguir traz o passo a passo do princípio do funcionamento da máquina de Thomas Savery. Em uma das etapas, você poderá notar semelhança com o experimento do momento 1.

Vídeo: Máquina Thomas Savery, disponível em: **https://youtu.be/WLkqXqcni90**. Acesso em: 18 jul. 2021. QR Code:

MOMENTO 3

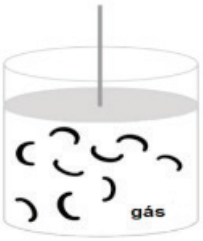


Imagem 2: Mostra de gás – Fonte: Elaborado para o Material.

Caro estudante, no momento 1, você investigou um experimento sobre transformações e transferência de energia, em seguida, iniciou o estudo das máquinas térmicas, por meio de uma contextualização histórica. Agora, para compreender melhor os princípios físicos associados ao funcionamento dessas máquinas, você será convidado a estudar sobre a 1ª Lei da Termodinâmica. Para isso, vamos dar continuidade ao estudo dos gases ideais, assunto que foi inicialmente abordado no momento 01 da situação de aprendizagem 2 do seu caderno do Currículo em Ação, de Física 4º bimestre da 1ª Série.

Considere que uma certa amostra de gás ideal esteja contida em um determinado recipiente, conforme imagem ilustrativa a seguir.

Essa quantidade de gás possui algumas características, tais como: temperatura absoluta, volume ocupado por esses gases, a pressão exercida (sobre o gás ou pelo gás), o número de mols de moléculas etc.

Agora, iremos estudar uma outra propriedade importante dos gases, chamada de Energia Interna. A energia interna de uma certa quantidade de gás é uma grandeza física que depende da temperatura absoluta e do seu número de moléculas. Supondo que essa quantidade de gás, supostamente ideal e monoatômico, esteja contida em um certo recipiente de volume V, e a uma temperatura absoluta T. A expressão que relaciona a energia interna desse gás com as variáveis citadas é dada por: $U = 3/2nRT$, em que U representa a energia interna do gás, n o número de moléculas de mols, R a constante universal dos gases e T a temperatura absoluta.

Ao analisar essa expressão, percebe-se que se essa quantidade de partículas não muda sua energia interna só irá variar se ocorrer a variação de sua temperatura. Dessa forma, pode-se dizer que $\Delta U = 3/2nR\Delta T$.

Como você já teve uma ideia básica sobre uma forma de descrever matematicamente a variação da energia interna de uma certa quantidade de gás (que passaremos a chamar apenas de gás), chegou o momento de conversarmos um pouco sobre como ocorrem as trocas de energia entre o gás e o seu entorno. Existem dois processos distintos de transferência de energia entre o gás e o seu entorno, ou vizinhança, esses processos são chamados de calor e trabalho. Nesse sentido, vamos estudar, primeiramente, como ocorre a transferência de energia entre o gás e sua vizinhança por meio da realização de trabalho.

Imagine, então, que um gás ideal esteja contido em um certo recipiente com um embolo móvel. Suponha que esse gás, em um certo momento, esteja empurrando o embolo para cima: nesse caso, dizemos que o trabalho está sendo realizado pelo gás sobre o embolo, em outras palavras, ao fazer isso, o gás estará transferindo energia cinética para o embolo, e isso pode provocar uma mudança na energia interna do gás.

Imagine, agora, que é o embolo que está empurrando esse gás para baixo: nesse caso, dizemos que o trabalho está sendo realizado sobre o gás pelo embolo, ou seja, o embolo estará transferindo energia cinética para o gás.



Imagem 3: Trabalho do gás – Fonte: Elaborado para o Material

Uma outra maneira de transferir energia para o gás é por meio do processo chamado de calor. **Pela definição: calor é o processo de transferência de energia de um corpo para outro, devido unicamente a diferença de temperatura entre eles**. Dessa forma, pode-se dizer que o gás recebe/cede energia do seu entorno (nesse caso o meio externo) através do calor. Isso ocorre devido a diferença de temperatura entre o gás e o meio externo. Isso também pode levar à variação da energia interna desse gás.

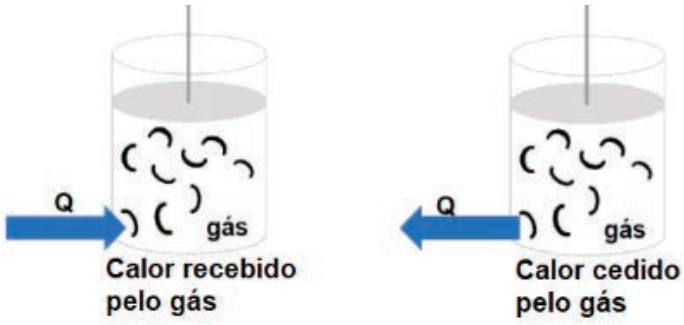


Imagem 4: Calor trocado pelo gás – Fonte: Elaborado para o Material

Como foi visto, existem duas maneiras de variar a energia interna de um gás: por meio da realização de trabalho e/ou através do calor. A Primeira Lei da Termodinâmica relaciona esses dois processos de transferência de energia com a variação da sua energia interna. Sendo assim, a expressão matemática que descreve essa relação é dada por: $\Delta U = Q - W$, onde ΔU, é a variação da energia interna do gás, Q é o calor recebido/cedido pelo gás, e W é o trabalho realizado sobre (ou pelo) gás. Para compreender melhor como usar inicialmente a 1ª Lei da Termodinâmica, sugere-se os seguintes vídeos, disponível em: **https://youtu.be/Iz0JDRZFuAA.** Acesso em 09 set. 2021. QR Code:

Disponível em: **https://youtu.be/-0L8Xo6BN5M.** Acesso em 09 set. 2021. QR Code:

Professor, caso não seja possível levar os estudantes para assistirem aos vídeos propostos, indica-se que eles discutam e respondam o seguinte problema.
Para cada situação a seguir, calcule a energia interna do gás e procure explicar se o gás aqueceu ou esfriou.

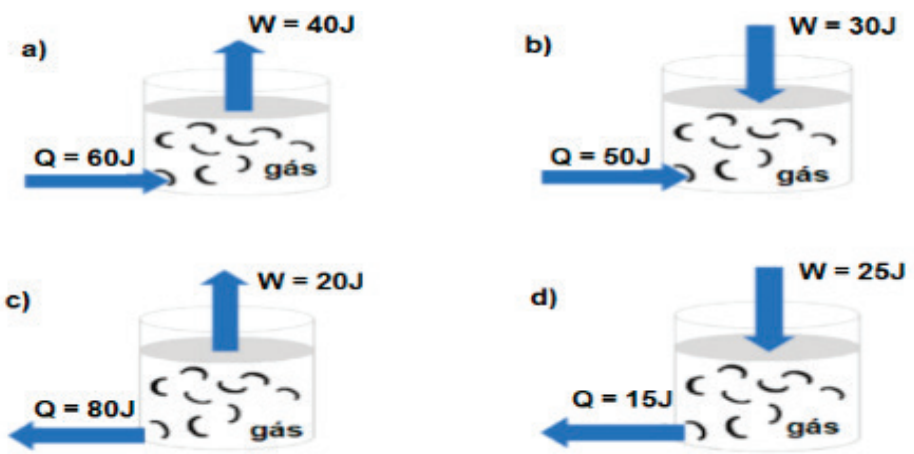


Imagem : Aplicação da Primeira Lei da Termodinâmica – Fonte: Elaborado para o Material

Professor, para o cálculo da energia interna do gás (tanto nesse exercício, como também na simulação proposta), indica-se que você peça para os estudantes determinarem esses valores de duas formas diferentes. A primeira delas, utilizando a expressão matemática da Primeira Lei da Termodinâmica: $\Delta U = Q - W$, aqui é importante que você tenha o cuidado de apresentar as convenções de sinais mais utilizadas no estudo da Termodinâmica, no que diz respeito às variáveis calor(Q) e trabalho(W). Nesse sentido, segue tabela com breve descrição dessa convenção de sinais, incluímos também uma linha sobre os sinais da variação da energia interna.

Variável Termodinâmica	Variável Termodinâmica	
	Sinal Positivo (+)	Sinal Negativo (-)
Calor (Q)	Gás recebe calor	Gás cede calor
Trabalho (W)	Expansão	Compressão
Variação da Energia Interna (ΔU)	Gás recebe mais energia do que cede	Gás cede mais energia do que recebe

Imagem: Sinais das Variáveis Termodinâmica - Elaborado para o Material

A outra maneira para fazer esses cálculos consiste em pensar que a variação da energia interna de um gás pode ser determinada pela diferença entre a energia recebida pelo gás (E_{rec}) e a sua energia cedida (E_{ced}). Ou seja, pode-se determinar esse valor por meio da seguinte expressão: $\Delta U = E_{rec} - E_{ced.}$ Vale ressaltar, aqui, que não importa se a energia recebida/cedida é na forma de calor ou trabalho.

Professor, é necessário deixar claro para os estudantes que a expressão $\Delta U = E_{rec} - E_{ced}$ representa apenas uma maneira, que talvez seja um pouco mais intuitiva, para introduzir as ideias iniciais da Termodinâmica. Contudo, a expressão matemática que descreve a Primeira Lei da Termodinâmica é dada por: $\Delta U = Q - W$.

Segue resolução do problema proposto, das duas maneiras apresentadas.

<u>1ª Resolução</u>

a) $\Delta U = Q - W \rightarrow \Delta U = 60 - (+40) \rightarrow \Delta U = 60 - 40 = 20J$

Nessa situação, o gás aumentou de temperatura (aqueceu), porque o valor da variação da sua energia interna é positivo. Uma outra solução seria dizer que o gás recebeu mais energia do que cedeu.

b) $\Delta U = Q - W \rightarrow \Delta U = 50 - (- 30) \rightarrow \Delta U = 50 + 30 = 80J$

Nessa situação, o gás aumentou de temperatura (aqueceu), porque o valor da variação da sua energia interna é positivo. Uma outra solução seria dizer que o gás recebeu mais energia do que cedeu.

c) $\Delta U = Q - W \rightarrow \Delta U = - 80 - (+ 20) \rightarrow \Delta U = - 80 - 20 = -100J$

Nessa situação, o gás diminuiu de temperatura (esfriou), porque o valor da variação da sua energia interna é negativo. Uma outra solução seria dizer que o gás recebeu menos energia do que cedeu.

d) $\Delta U = Q - W \rightarrow \Delta U = -15 - (- 25) \rightarrow \Delta U = -15 + 25 = 10J$

Nessa situação o gás aumentou de temperatura (aqueceu), porque o valor da variação da sua energia interna é positivo. Uma outra solução seria dizer que o gás recebeu mais energia do que cedeu.

<u>2ª Resolução:</u>

a) $\Delta U = E_{rec} - E_{ced} \rightarrow \Delta U = 60 - 40 \rightarrow \Delta U = 20J$

b) $\Delta U = E_{rec} - E_{ced} \rightarrow \Delta U = (50+30) - 0 \rightarrow \Delta U = 80 - 0 = 80J$, nesse caso o gás apenas recebeu energia, tanto na forma de calor como na forma de trabalho.
c) $\Delta U = E_{rec} - E_{ced} \rightarrow \Delta U = 0 - (80+20) \rightarrow \Delta U = -100J$, nessa situação o gás apenas cede energia, tanto na forma de calor como na forma de trabalho.
d) $\Delta U = E_{rec} - E_{ced} \rightarrow \Delta U = 25 - 15 \rightarrow \Delta U = 10J$

3.1 - Simulação da Primeira Lei da Termodinâmica

Caro estudante, após assistir aos vídeos indicados, convidamos você a responder as questões propostas na simulação a seguir. Disponível em: **https://cutt.ly/yWZKcax**. Acesso em: 09 set. 2021. QR Code:

Professor, a presente simulação busca auxiliar os estudantes a conseguir ter uma compreensão inicial sobre a Primeira Lei da Termodinâmica. Nesse sentido, é importante recordar sobre o que foi visto nos vídeos anteriores, para que os estudantes possam realizar os cálculos propostos na simulação, e compreender as formas de aquecer e esfriar uma determinada amostra de gás.
Como as perguntas da simulação proposta são basicamente as mesmas do problema anterior, segue apenas as respostas de cada situação apresentada na simulação.

Resposta: 1ª Situação
Temperatura **aumentou** e $\Delta U =$ **60J**
Resposta: 2ª Situação
Temperatura **diminuiu** e $\Delta U =$ **- 80J**
Resposta: 3ª Situação
Temperatura **aumentou** e $\Delta U =$ **15J**
Resposta: 4ª Situação
Temperatura **diminuiu** e $\Delta U =$ **- 50J**
Resposta: 5ª Situação
Temperatura **diminuiu** e $\Delta U =$ **- 120J**

MOMENTO 4

Caro estudante, agora que você teve a oportunidade de estudar um pouco mais sobre a Primeira Lei da Termodinâmica, chegou o momento de iniciar o estudo de algumas transformações termodinâmicas, para que, posteriormente, você e seus colegas possam desenvolver as suas próprias simulações.

Vamos recordar rapidamente sobre duas transformações gasosas: a transformação isotérmica e isovolumétrica.

Como visto, na situação de aprendizagem 2 do seu caderno do Currículo em Ação, de Física 4º bimestre da 1ª série, uma transformação isotérmica acontece quando um gás, em condições ideais, sofre mudança de volume e pressão, mas permanece com sua temperatura constante. Sendo assim, como a sua temperatura não varia, isso significa que também não houve variação de sua energia interna. Então, pela Primeira Lei da Termodinâmica temos:

- $\Delta U = Q - W \rightarrow 0 = Q - W \rightarrow Q = W$ (Transformação Isotérmica).

Existem dois processos de transformação Isotérmica, a compressão e a expansão. Na compressão isotérmica, quando um gás recebe energia por meio de um processo chamado trabalho, toda essa

energia é cedida para o meio externo na forma de calor. Já na expansão isotérmica, ocorre o processo inverso. Essas duas situações estão sendo representadas a seguir.

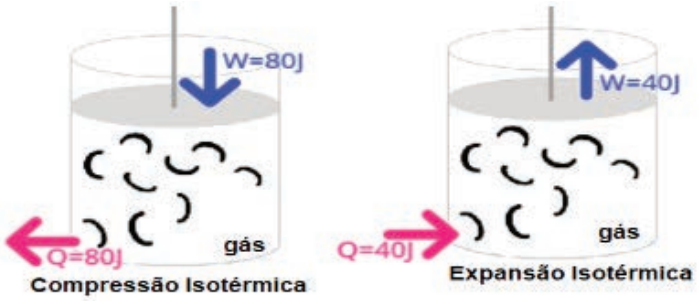


Imagem 5: Transformação Isotérmica – Fonte: Elaborado para o Material

Bom, agora vamos recordar o que ocorre em uma transformação gasosa dita isovolumétrica. Esse tipo de transformação acontece quando um gás, em condições ideais, sofre mudança de temperatura e pressão, mas o volume ocupado pelo gás permanece constante. Dessa forma, não houve realização de trabalho. Daí vem:

- $\Delta U = Q - W \rightarrow \Delta U = Q - 0 \rightarrow \Delta U = Q$ (Transformação Isovolumétrica)

Assim, toda energia recebida ou cedida pelo gás ocorre apenas por meio do processo chamado de calor, conforme figura a seguir.

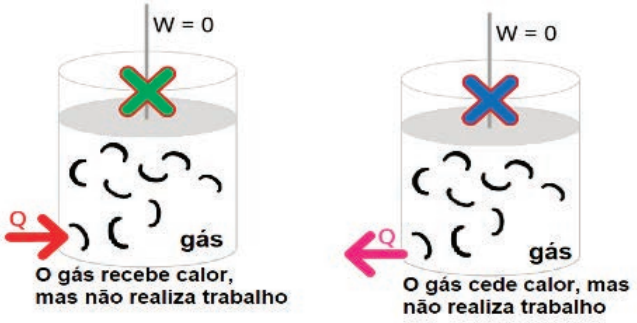


Imagem 6: Transformação Isovolumétrica – Fonte: Elaborado para o Material

Estudante, uma vez que você recordou sobre as transformações gasosas, isotérmica e isovolumétrica, vamos conversar um pouco sobre uma outra importante transformação termodinâmica, a transformação adiabática. Dessa forma, pode-se dizer que uma transformação adiabática é aquela em que não há troca de calor entre o gás e o seu entorno. Sendo assim, a única forma de transferência de energia é por meio da realização de trabalho. Pensando nisso, vamos estudar dois tipos de transformações adiabáticas, a expansão e a compreensão adiabática.

Considerando o sistema termodinâmico a seguir, composto por um recipiente com embolo móvel e uma certa quantidade de gás ideal, pode-se dizer que, na expansão adiabática, o gás empurra o embolo, diminuindo, assim, parte de sua energia interna nesse processo, a diminuição dessa energia leva também à redução de sua temperatura.

Em contrapartida, no processo de compreensão adiabática, o gás recebe energia da sua vizinhança (embolo) por meio do trabalho realizado sobre o gás. Ou seja, durante esse processo, o gás é comprimido pelo embolo, aumentando, dessa forma, sua energia interna, o que gera o aumento da sua temperatura.

As duas transformações adiabáticas citadas anteriormente (expansão e compressão) se caracterizam por serem processos extremamente rápidos, reduzindo, assim, as trocas de calor entre as paredes do sistema termodinâmico em estudo e o meio externo, por isso que, durante essas transformações, consideramos que não há trocas de calor (Q = 0). Sendo assim, a Primeira Lei da Termodinâmica para uma transformação adiabática pode ser descrita por:

- $\Delta U = Q - W \rightarrow \Delta U = 0 - W \rightarrow \Delta U = - W$ (Transformação adiabática).

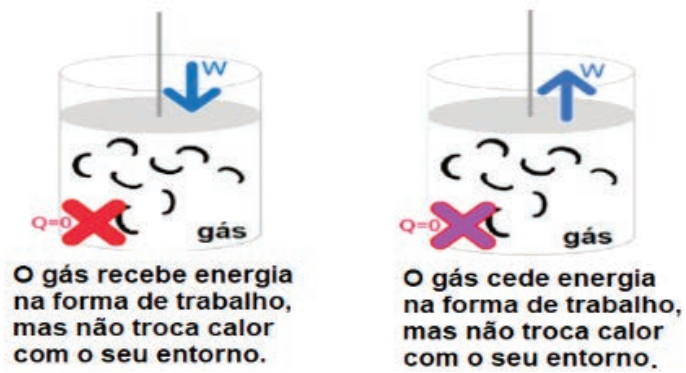


Imagem 7: Transformação Adiabática – Fonte: Elaborado para o Material

4.1 Criando a sua própria simulação

Caro estudante, agora que você teve um primeiro contato com algumas transformações termodinâmicas, chegou o momento de colocar a sua criatividade em ação. Para isso, convidamos você a criar a sua própria simulação sobre algumas dessas transformações. Sendo assim, siga a orientação do seu professor.

Professor, para essa atividade, sugere-se que os estudantes possam, com base nesses três tipos de transformações (isotérmica, isovolumétrica e adiabática), desenvolver a suas próprias simulações, usando o *Scratch*. Nesse sentido, você pode dividir a sala em grupos, de até cinco participantes, e propor para que cada grupo faça uma simulação sobre um desses três tipos de transformações termodinâmicas. A seguir, indica-se que os estudantes compartilhem com a sala as suas simulações por meio de curtas apresentações.

Para auxiliar os estudantes no desenvolvimento dessa atividade, você pode se basear na simulação a seguir, que apresenta os três tipos de transformações termodinâmicas que estudamos.

Disponível em: **https://cutt.ly/TWZLuoh.** Acesso em: 09 set. 2021. QR Code:

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4

EFEITOS DAS INTERVENÇÕES HUMANAS NO AMBIENTE – PARTE 2

Competências gerais:

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Competências específicas da área:

2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:
(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Unidade temática: VIDA, TERRA E COSMOS.

Objetos de conhecimento: Máquinas térmicas (trabalho; energia interna; potência e rendimento; transformações cíclicas; impacto social e econômico).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Orientações gerais: nesta situação de aprendizagem, você poderá compreender melhor o funcionamento e o impacto das máquinas térmicas na sociedade. Para isso, no momento 1, teremos uma atividade em grupo com diferentes formas de socialização, para compreendermos o impacto social e econômico das máquinas térmicas ao longo do tempo, e o que tem sido feito para combater o impacto causado por elas. Em seguida, no momento 2, a proposta consiste em analisar como ocorrem as trocas de energia em um ciclo termodinâmico, para poder, assim, interpretar a Primeira Lei da Termodinâmica em uma transformação gasosa cíclica e, com isso, iniciar o estudo das máquinas térmicas. Já no momento 3, usando os conhecimentos adquiridos até agora, vamos discutir como é possível construir um modelo para a atmosfera, que nos permita compreender a atmosfera como uma máquina térmica. Para concluir, a ideia é discutir como a ação humana pode provocar uma diminuição do rendimento dessa grande máquina térmica (atmosfera), e quais as possíveis consequências desse processo.

Caro estudante, na Situação de Aprendizagem anterior você estudou sobre a 1ª Lei da Termodinâmica. Nesta Situação de Aprendizagem, discutiremos a possibilidade ou a impossibilidade de colocar-se a energia em uso, obter-se maior eficiência nas transformações de energia nas máquinas térmicas, e quais seus impactos ao meio ambiente.

MOMENTO 1 - IMPACTO SOCIAL E ECONÔMICO

As máquinas térmicas evoluíram muito, causando mudanças significativas na vida do homem. A máquina a vapor, por exemplo, contribuiu para o desenvolvimento industrial, econômico e fortaleceu a expansão das cidades. A invenção dos automóveis, dos meios de transporte coletivos e de outras máquinas térmicas deram o ponta pé inicial no desenvolvimento econômico. Por outro lado, as máquinas foram substituindo a mão de obra braçal, elevando o número de pessoas desempregadas. Outro aspecto a ser considerado é o aumento da poluição do ar para a geração de energia e a operacionalização destas máquinas.

Diante disso, vamos aprofundar nossos conhecimentos sobre os impactos da utilização das máquinas térmicas. Dividam-se em grupos e pesquisem os seguintes temas sob orientação do professor:

Grupo 1: Meios de Transporte
Socialização: produção de vídeo

Grupo 2: Agricultura
Socialização: produção de cartazes ou PPT

Grupo 3: Industria têxtil
Socialização: produção de podcast

Grupo 4: Usinas geradoras de energia elétrica
Socialização: montagem de uma maquete

A pesquisa deverá responder às seguintes perguntas:

A) Qual o impacto social e econômico das máquinas térmicas pesquisadas pelo grupo?
B) Como as máquinas térmicas pesquisadas têm impactado o meio ambiente, e o que tem sido feito contra este impacto?

Em seguida, socializem os resultados da pesquisa com os colegas de sala, e proponham intervenções possíveis que permitam o uso/trabalho com as máquinas térmicas sem impactarem negativamente a sociedade e a economia.

Professor, uma vez que seus estudantes já conheceram o funcionamento e aplicação das máquinas térmicas, é necessário promover um momento de análise e reflexão sobre os impactos dessas máquinas na sociedade em termos econômicos e sociais.
Para isso, sugerimos agrupar os estudantes conforme os quatro temas propostos, e utilizar as três questões apresentadas como suporte dessa pesquisa. Oriente-os a buscarem fontes de pesquisa confiáveis pela internet.
Por fim, é fundamental que os grupos socializem suas produções de pesquisa, apresentando alternativas que minimizem o impacto negativo do uso das máquinas térmicas na sociedade e na economia. Para isso, sugira entrevistas, de forma online ou presencial, com especialistas locais na área de meio ambiente, economia etc. Para tornar esse momento mais significativo, sugerimos diferentes tipos de socialização, um diferente para cada grupo.
A seguir, descrevemos uma sugestão de reflexão acerca dos temas da pesquisa, para que a sistematização seja realizada após as apresentações.

Grupo 1: Meios de Transporte
Motocicletas, carros, ônibus e caminhões são os meios de transportes mais utilizados. O automóvel, por exemplo, traz conforto e comodidade na locomoção das pessoas, enquanto as motocicletas favorecem a rapidez e agilidade no transporte urbano. O uso de trens e ônibus facilita muito o transporte coletivo, diminuindo a incidência de gases nocivos ao meio ambiente. Como já abordado anteriormente, apesar da comodidade, conforto e rapidez no uso de transportes movidos a combustão, há a liberação de gases que potencializam as mudanças climáticas no planeta. Alternativas, como o uso de transportes movidos a energia elétrica, e o uso de filtros especiais nos veículos, estão contribuindo para a diminuição da poluição.
Grupo 2: Agricultura
As máquinas térmicas contribuíram muito para o avanço tecnológico na agricultura. Tratores, semeadeiras, colheitadeiras e outras máquinas aumentam a produção das safras e colheitas, diminuindo as perdas.
Grupo 3: Industria têxtil
O desenvolvimento das máquinas térmicas, foi muito importante para a Industria têxtil. Contudo, o setor têxtil causou, ao longo da história, muita poluição, uma vez que, muitas de suas máquinas queimavam óleos e lenhas de suas caldeiras.

Grupo 4: Usinas geradoras de energia elétrica

As máquinas térmicas podem ser classificadas como de combustão interna ou externa. Em relação à geração de energia elétrica, os motores de combustão interna e as turbinas a gás exemplificam as máquinas de combustão interna utilizadas na geração de energia. Usinas nucleares e termelétricas são exemplos de utilização de calor na produção de energia elétrica. O uso da geração de energia elétrica por meio de máquinas térmicas supre a demanda de produção de energia elétrica pelas usinas hidrelétricas nos períodos de estiagem. Porém, ao colocar em funcionamento as usinas termoelétricas no período de estiagem, aumenta-se o gasto energético e o custo de sua produção, aumentando a conta de energia elétrica como consequência.

MOMENTO 2 - CICLOS TERMODINÂMICOS

Caro estudante, no momento 4 da situação de aprendizagem 3 você estudou sobre algumas transformações gasosas. Agora você terá a oportunidade de aprofundar-se um pouco mais nesses estudos, por meio da análise dos ciclos termodinâmicos.

Um ciclo termodinâmico pode ser entendido como uma transformação gasosa, constituída por alguns processos nos quais o gás parte de um certo estado inicial, passa por uma sequência de estados intermediários e regressa ao seu estado inicial. Para dar um exemplo, observe a imagem a seguir, que mostra o ciclo A → B → C → D → A.

O ciclo representado no gráfico a seguir mostra uma situação hipotética, na qual o gás, partindo do estado A, evolui sucessivamente pelos estados BCD, retornando ao estado A.

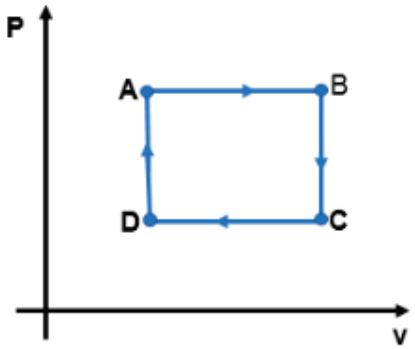


Imagem 1: Representação de um ciclo Termodinâmico – Fonte: Elaborada para o Material

Como o gás retorna ao seu estado termodinâmico inicial após percorrer todo o ciclo termodinâmico, isso significa que o estado final e inicial desse gás são os mesmos e, portanto, as suas temperaturas nesses estados (inicial e final) são iguais, ou seja, $\mathbf{T_i = T_F}$. Sendo assim, como a energia interna de um gás depende de sua temperatura absoluta, as suas energias internas também são iguais $\mathbf{(U_i=U_F)}$. Dessa forma, conclui-se que a variação da energia interna do gás em todo ciclo termodinâmico é nula $\mathbf{(\Delta U_{ciclo} = 0).}$

2.1 Variação da Energia Interna nos Ciclos Termodinâmicos

Estudante, neste momento, convidamos você a investigar partes de uma simulação sobre um ciclo termodinâmico fundamental na física (o ciclo de Carnot). Essa investigação pretende auxiliar você a compreender um pouco melhor sobre as propriedades dos ciclos termodinâmicos que foram vistas anteriormente. Sendo assim, sugere-se que você acesse o site a seguir, siga as orientações do seu professor e, a seguir, procure responder as questões.

1) A partir da sua observação sobre a simulação proposta e da imagem a seguir, procure responder às seguintes perguntas.

a) Considere que o gás, ao longo desse ciclo termodinâmico, tenha passado pelas transformações (1 → 2), (2 → 3), (3 → 4) e (4 → 1), representadas de forma ilustrativa na imagem a seguir. O que você pode dizer a respeito da temperatura e da energia interna desse gás em cada uma dessas transformações?
b) Qual a variação de temperatura sofrida pelo gás em todo o ciclo? Justifique a sua resposta.
c) O que você pode dizer a respeito da variação da energia interna do gás?

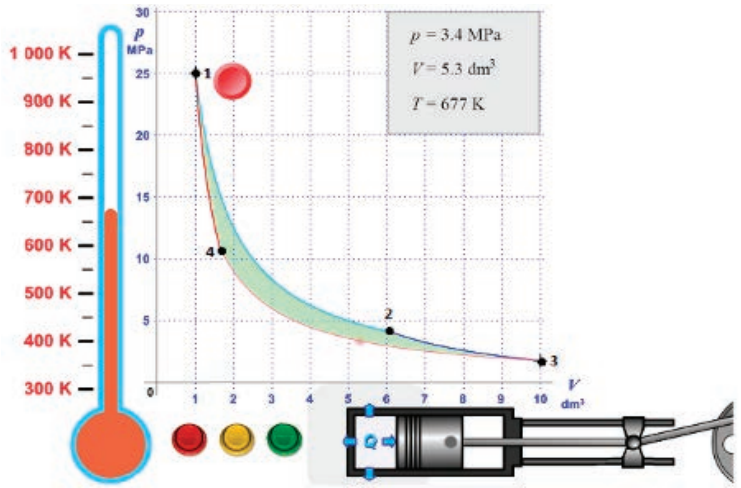


Imagem 2: Simulador do ciclo de Carnot – Fonte: Adaptado do **www.vascack.com.cz**
Simulação disponível em: **https://cutt.ly/KU13MsR**. Acesso em: 05 Jan. 2022.

Professor, embora a simulação proposta para os estudantes apresente as transformações termodinâmicas de um ciclo de Carnot, neste momento, o objetivo não é se aprofundar nos estudos dessas transformações, mas sim auxiliá-los a compreender melhor que, embora em alguns momentos de um ciclo termodinâmico qualquer, o gás mude o valor de sua temperatura, e consequentemente de sua energia interna, quando consideramos um percurso do gás em um ciclo termodinâmico completo, a variação da energia interna do gás é nula.
Com relação ao funcionamento da simulação em questão, você vai perceber que ela é bastante intuitiva. Basicamente, o botão verde funciona como um *start*, o botão amarelo é o *pause* e o vermelho o *reset*.
Agora, a respeito das perguntas propostas, segue exemplo de uma possível resposta.
a) Nas transformações (1 → 2) e (3 → 4), observa-se que o gás não mudou de temperatura. Sendo assim, a sua energia interna não mudou. Já nas transformações (2 → 3) e (4 → 1), a temperatura do gás variou, isso quer dizer que, nessas transformações, o gás sofreu variação de sua energia interna.
b) Considerando que o gás, em um determinado instante, partiu do estado inicial (1), a seguir, passou sucessivamente pelos estados intermediários 2, 3 e 4, retornando, ao final desse processo, para o seu estado inicial, observa-se que sua temperatura inicial é igual a sua temperatura final, ou seja $\mathbf{T_i = T_F}$. Assim, conclui-se que a variação da temperatura do gás no ciclo é nula.
c) A variação da energia interna de um gás ideal e monoatômico pode ser calculada pela seguinte expressão: $\Delta U = 3/2nR\Delta T$. Assim, considerando que a variação da temperatura do gás

seja nula, conclui-se que a variação de sua energia interna também é nula.

2.2 Trabalho realizado nos ciclos termodinâmicos

Caro estudante, neste momento, vamos nos aprofundar um pouco mais no estudo dos ciclos termodinâmicos. Nesse sentido, vamos ver como podemos calcular o trabalho realizado por um gás que evolui ao longo do ciclo A → B → C → D → A, representado na imagem a seguir.

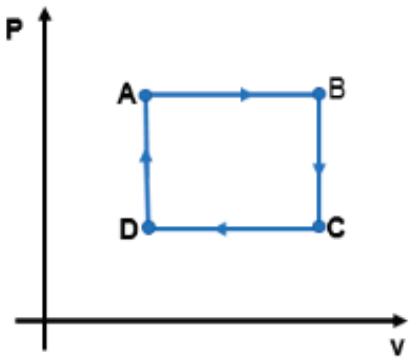


Imagem 3: Trabalho realizado em um ciclo Termodinâmico – Fonte: Elaborado para o Material

Para calcular o trabalho realizado pelo gás nesse ciclo, basta somar o trabalho de cada uma das etapas. Daí vem:

$$W_{ciclo} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA}$$

Nas etapas BC e DA, o gás não realiza trabalho, pois o volume ocupado por ele é constante, isso significa que o gás está sofrendo, nessas etapas, transformações isovolumétricas, ou seja:

$$W_{BC} = W_{DA} = 0$$

Na etapa AB, o gás está passando por uma expansão isobárica. Assim, pode-se dizer que o trabalho realizado pelo gás é positivo, pois, por convenção, atribui-se o sinal positivo toda vez que o gás sofre um processo de expansão. Com relação ao valor desse trabalho, ele é numericamente igual à área indicada a seguir.

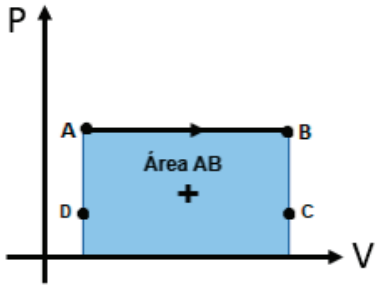


Imagem 4: Trabalho do gás ao evoluir de A para B – Fonte: Elaborado para o Material

Já na etapa CD, o sinal do trabalho realizado pelo gás é negativo, e o seu valor é numericamente igual à área indicada a seguir. Assim, pelo que foi exposto, pode-se dizer que:

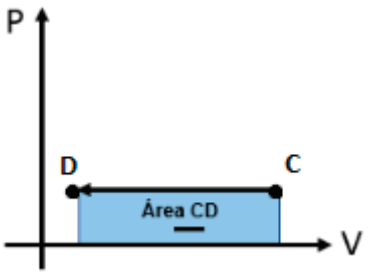


Imagem 5: Trabalho do gás ao evoluir de C para D – Fonte: Elaborado para o Material

Caro estudante, as análises que acabamos de fazer nos permitem dizer que, em um diagrama PxV, toda vez que o sentido de um ciclo termodinâmico for horário, o trabalho do ciclo é positivo. Em contrapartida, sempre que o sentido do ciclo for anti-horário, o trabalho do ciclo é negativo.

2.3 Trocas de calor em um ciclo termodinâmico

Caro estudante, ao longo dos seus estudos sobre termodinâmica, você possivelmente deve ter percebido que existem situações em que o gás recebe calor (do ambiente) e outras em que ele cede calor. Isso também acontece quando nós analisamos como o gás evolui em uma transformação cíclica. Nesse sentido, pode-se dizer que, em um ciclo termodinâmico, o calor total do ciclo é a soma algébrica do calor trocado pelo gás, em cada uma dessas etapas, ou seja: $\mathbf{Q_{ciclo} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA.}}$ Para exemplificar um pouco melhor essa ideia, vamos supor que os valores trocados pelo gás em cada uma das etapas de um ciclo termodinâmico sejam os indicados na figura a seguir, então o calor total do ciclo vale:

$$\mathbf{Q_{ciclo} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA}}$$

$$\mathbf{Q_{ciclo} = 50J + (-30J) + (-100J) + (+20J) \rightarrow Q_{ciclo} = 50J - 30J - 100J + 20J = -60J}$$

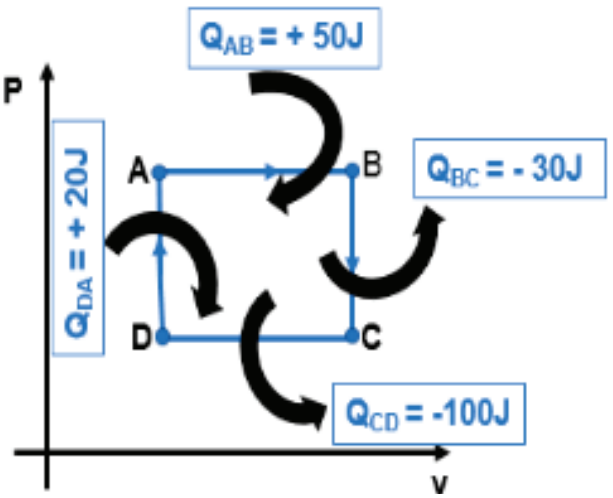


Imagem 6: Trocas de calor em um ciclo termodinâmico – Fonte: Elaborado para o Material

2.4 Interpretando a Primeira Lei da Termodinâmica em um ciclo Termodinâmico.

Estudante, as discussões feitas anteriormente possibilitam tirar algumas importantes conclusões sobre os ciclos termodinâmicos.

- O calor trocado pelo gás em um ciclo termodinâmico é numericamente igual ao trabalho total realizado pelo gás, ou seja: $\mathbf{Q_{ciclo} = W_{ciclo.}}$ Isso ocorre porque, como vimos anteriormente, a variação da energia interna do gás em um ciclo é nula.
- Os ciclos termodinâmicos percorridos no sentido horário sempre convertem calor em trabalho. A esses ciclos, costuma-se associar o estudo das máquinas térmicas. Por outro lado, os ciclos termodinâmicos que são percorridos no sentido anti-horário convertem trabalho em calor. Esses ciclos estão associados às máquinas frigoríficas.

Professor, agora que os estudantes tiveram a oportunidade de estudar algumas propriedades dos ciclos Termodinâmicos, chegou o momento de você conversar com eles sobre uma forma de interpretar as conclusões obtidas anteriormente, ou seja essa é uma excelente oportunidade para introduzir o estudo das máquinas térmicas. Assim, sugere-se que você retome os estudos sobre os processos termodinâmicos que foram discutidos na 1ª série – 4º bimestre – Situação de aprendizagem 2 – Momento 1 e, também, a situação de aprendizagem 3 deste volume.

Para auxiliar você a ter uma conversa inicial com os estudantes sobre o funcionamento das máquinas térmicas a partir do estudo dos ciclos termodinâmicos, segue breve discussão desse assunto.

As máquinas térmicas operam em ciclos, nos quais retiram calor de uma fonte quente e convertem parcialmente essa energia em trabalho mecânico, rejeitando outra parte dessa energia, na forma de calor, para a fonte fria, como pode ser observado na figura abaixo.

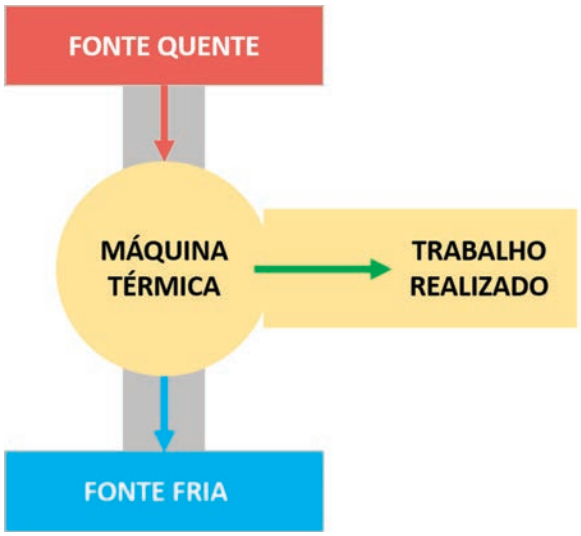


Imagem : Representação de uma máquina Térmica – Fonte: Elaborado para o Material

Uma maneira para sabermos o quanto de energia uma máquina térmica consegue transformar em trabalho útil é através do cálculo do seu rendimento, que pode ser descrito matematicamente como: $\eta = \frac{W_{ciclo}}{Q_{fonte\ quente}}$

Além disso, o trabalho de uma máquina térmica, pode ser determinado pela diferença de energia entre a fonte quente e a fonte fria, ou seja: $\mathbf{W_{ciclo} = Q_{Fonte\ Quente} - Q_{Fonte\ Fria}}$.
Portanto, ao substituir a expressão anterior, na expressão do rendimento de uma máquina térmica, encontramos:

$$\eta = 1 - \frac{Q_{fonte\ fria}}{Q_{fonte\ quente}}$$

Esse resultado mostra que o rendimento de uma máquina térmica é sempre menor que 100% (uma vez que não pode haver rendimento negativo), o que indica que é impossível construir uma máquina que, operando em ciclos, retire calor de uma fonte quente e o transforme integralmente em trabalho.

MOMENTO 3 - PROCESSOS TERMODINÂMICOS NA NATUREZA

Caro estudante, o objetivo deste momento é ajudar você a compreender que a atmosfera pode ser modelada como uma máquina térmica, cuja sua fonte principal é a energia solar. Basicamente, a atmosfera transforma energia térmica em energia mecânica com um baixo rendimento. Contudo, mesmo esse rendimento sendo muito baixo, não podemos esquecer que a quantidade de energia proveniente do Sol é imensa, e isso dá origem a uma grande circulação da atmosfera, ou seja, a formação de vento, nuvens, tempestades, dentre outras.

Um outro ponto importante para se discutir é sobre como a intervenção humana na atmosfera pode levar à diminuição do rendimento dessa imensa máquina térmica (atmosfera), e quais são os possíveis impactos dessa ação.

Como sabemos, as máquinas térmicas operam em ciclos termodinâmicos, por isso é muito importante conseguirmos identificar a presença de um ciclo termodinâmico na atmosfera. Então, para iniciar essa discussão, iremos analisar o que ocorre com a energia que vem do sol e entra na atmosfera. Para tanto, convidamos vocês a observar a simulação a seguir. **https://cutt.ly/IW01QTj.** Acesso em: 13 set. 2021.

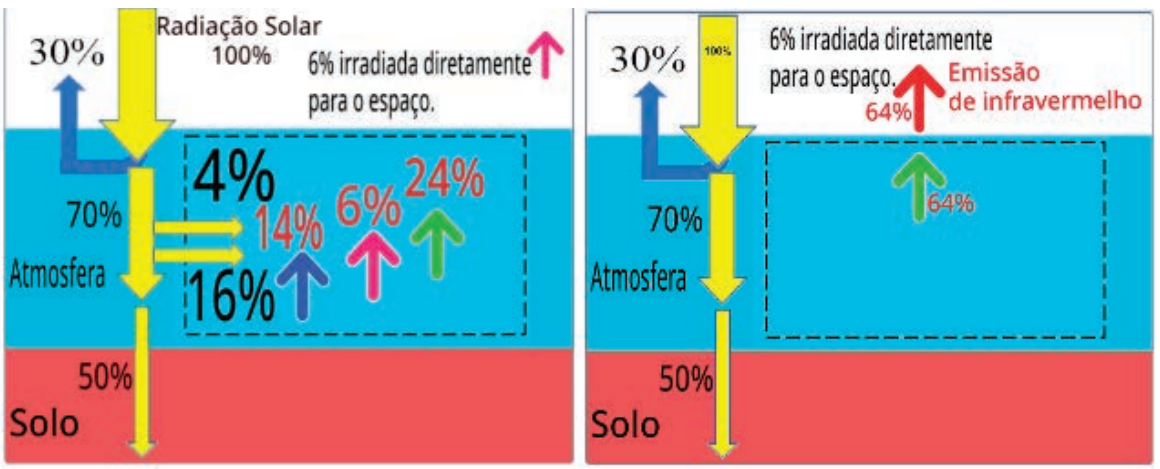


Imagem 7: Fluxo de energia que vem do sol e entra na atmosfera – Fonte: Elaborada para o Material

Professor, para iniciar essa análise, sugere-se que você destaque, com o auxílio da simulação, o que acontece com a radiação solar a partir do momento em que ela incide na atmosfera. Assim, como ilustrado na simulação, dos 100% da radiação solar que incide na atmosfera, 30% são refletidos de volta para o espaço. Dos 70% restante, 4% são absorvidos pelas nuvens, 16% são absorvidos pelas partículas de poeira, ozônio e gotículas de água presentes na atmosfera. Dos 50% restante que chega até o solo, 14% são absorvidos pela água e dióxido de carbono, 6% são levadas para cima, por meio do processo de convecção, e 24% é transportada para cima com o vapor de água. Os 6% restante é irradiada diretamente para o espaço.

Caso não seja possível mostrar a animação para os estudantes, você pode fazer essas discussões a partir da análise das próprias figuras e da descrição apresentada acima.

Professor, após essa discussão inicial, sugere-se que você destaque para os estudantes o que está ocorrendo no retângulo tracejado, pois esse retângulo representa um diagrama inicial de uma máquina térmica. Dessa forma, indica-se que você sinalize para eles que, como a atmosfera se encontra em um estado de equilíbrio termodinâmico, os 64% de energia que chegam nela são emitidos para o espaço, conforme se pode observar na figura anterior.

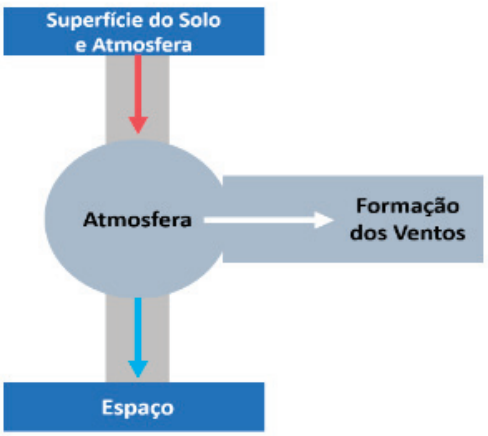


Imagem 8: Atmosfera como uma máquina térmica – Fonte: Elaborado para o Material

Caro estudante, os processos que você estudou a partir da simulação anterior resultam em uma certa quantidade de trabalho que é realizado sobre o ar, ou seja, uma pequena parte dos 64% de energia solar acaba se transformando em energia cinética dos ventos. Para efeitos de aproximação, 0,5% dos 64% são convertidos em trabalho. Contudo, isso ocorre temporariamente, e, após esse processo, esses 0,5% são emitidos pela atmosfera como radiação. A partir dessa discussão, podemos, então, modelar a atmosfera como sendo uma imensa máquina térmica. Segue um diagrama esquemático da atmosfera como uma máquina térmica.

Considerando, então, a superfície do solo e a atmosfera como sendo a fonte quente de uma máquina térmica, o espaço como a fonte fria, e o processo de formação dos ventos o trabalho útil realizado por essa máquina, assim, podemos calcular qual é o rendimento dessa máquina térmica, considerando as seguintes porcentagens de energia: 64% correspondente à superfície do solo e à atmosfera, 63,5% relacionado à energia que sai da atmosfera e vai para o espaço, e 0,5% relativo à formação dos ventos. Sendo assim, temos:

$$\eta = \frac{W_{ciclo}}{Q_{fonte\ quente}} = \frac{0,5}{64} \cong 0,008 = 0,8\%$$

Estudante, é importante ressaltar que o modelo que propomos para pensar a atmosfera como uma máquina térmica é muito simples, uma vez que a atmosfera terrestre é constituída de diversos processos extremamente complexos, e, portanto, os modelos para descrever esses processos são muito mais sofisticados do que apresentamos aqui. Esses modelos são normalmente usados na meteorologia.

Professor, sugerimos que os estudantes façam uma roda de conversa para analisar o cálculo apresentado e discutir sobre como a intervenção humana pode interferir no rendimento apresentado sobre essa máquina térmica, e conversar também sobre os possíveis impactos que isso pode gerar.

Para auxiliar nessa discussão, você pode, por exemplo, dizer aos estudantes que, quando aumenta a concentração de gases na atmosfera, o efeito estufa se intensifica e, portanto, fica mais difícil a saída do calor. Isso pode provocar um desequilíbrio de energia, diminuindo, assim, o rendimento dessa grande máquina térmica (atmosfera), podendo provocar, assim, grandes inundações, vendavais, ondas de calor, secas prolongadas etc.

Sugere-se que você converse com o professor de Biologia, para ampliar as discussões sobre o tema com os estudantes.

ANOTAÇÕES

ANOTAÇÕES

QUÍMICA

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 – RADIOATIVIDADE: POTENCIALIDADES E RISCOS

Competências gerais:

1. **Conhecimento:** valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. **Pensamento científico, crítico e criativo:** exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
10. **Responsabilidade e cidadania:** agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, para tomar decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Competências específicas da área:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
Unidade temática: Matéria e Energia; Tecnologia e Linguagem Científica

Objetos de conhecimento: Tabela periódica (características dos radioisótopos)

Orientações gerais: Essa situação de aprendizagem apresenta as potencialidades e os riscos da radiação no contexto da área das Ciências da Natureza. A proposta inicial dessa temática é apresentar as principais características dos radioisótopos, como eles estão associados à sua aplicação no cotidiano e em diversas áreas, e os tipos de emissões existentes.
As atividades desta Situação de Aprendizagem apresentam metodologias que promovem a reflexão, a criatividade e o debate, que instigam a participação de todos os estudantes, com o intuito de diagnosticar e verificar os conhecimentos prévios, as experiências e a percepção do cotidiano dos estudantes. Além disso, visam oferecer subsídios para o desenvolvimento e a divulgação de temas científicos e/ou tecnológicos com relevâncias socioculturais e ambientais, sejam em exposições, workshops ou feiras de ciências etc.
As atividades são compostas por estratégias como a leitura colaborativa, para retomar e aprofundar a origem dos elementos químicos; fichamento de pesquisa, para o estudo estrutural atômico; e sugere, ainda, o aprimoramento na investigação científica, na pesquisa (individual e em grupos) de informações em fontes confiáveis, na elaboração de hipóteses, argumentos, análise, reflexão, previsão e avaliação; a experimentação, para retomada e aprofundamento da estrutura atômica; sala de aula invertida, para promover reflexão sobre os fatores que influenciam na manifestação da vida; atividades realizadas em duplas e em grupos, para o desenvolvimento cognitivo e para o desenvolvimento de competências socioemocionais, tais como a empatia, o diálogo para a resolução de conflitos, a cooperação, a autonomia, flexibilidade e resiliência. As atividades poderão ser apresentadas por meio da oralidade, escrita e utilização de recursos tecnológicos digitais.
Para a avaliação, o professor poderá acompanhar e considerar as atividades da situação de aprendizagem, analisando o conhecimento prévio, as participações colaborativas e as produções, tais como leituras, debates, fichamentos, murais virtuais, apresentações (individuais e coletivas), envolvimento do estudante na realização de trabalhos em equipe, além da evolução cognitiva observada durante todo o processo de ensino e aprendizagem.
Para a recuperação, é importante que sejam realizadas ações durante todo o processo com a sugestão de atividades novas e diversificadas, para a retomada dos objetos de conhecimento e das habilidades essenciais necessárias para a aprendizagem, além de oportunizar momentos para esclarecer dúvidas e reforçar as habilidades previstas.

MOMENTO 1 - CARACTERÍSTICAS DOS RADIOISÓTOPOS

1.1 Reflita sobre as questões a seguir:

Você já ouviu falar sobre radioatividade? Em qual contexto? Conhece algum isótopo radioativo (ou elemento radioativo)? Quais são suas possíveis aplicações?
Em seguida, leia o texto sugerido, responda às perguntas a seguir e socialize com seus colegas.

a) Como podemos definir a radioatividade?

Podemos definir a radioatividade como o fenômeno de desintegração espontânea do núcleo atômico de determinados elementos com a emissão de partículas ou radiação.

b) Onde podemos encontrar isótopos radioativos em nosso cotidiano?

Podemos encontrar isótopos radioativos em pequenas concentrações em alimentos como o potássio-40, na banana, o radônio-226, nas raízes da batata, carbono-14, nos tecidos vivos de animais, plantas e do homem, o radônio-222, em alguns tipos de água mineral, e o urânio-238, em algumas rochas, dentre outros.

c) Como a radioatividade pode ajudar a vida cotidiana?

Os isótopos radioativos podem ser utilizados na saúde, para diagnóstico e tratamento de doenças, na produção de alimentos, produção de energia etc.

Neste Momento 1, serão exploradas as características dos radioisótopos. Observe se os estudantes compreendem que os isótopos são átomos que têm o mesmo número de prótons e massas diferentes. Caso necessário retome o conceito de átomo. Salientar que nem todo isótopo é radioativo, em determinadas combinações de nêutrons e prótons, o núcleo atômico possui estabilidade, e, nesse caso, são denominados de isótopos. Para outras combinações, o átomo tem seu núcleo instável devido ao seu excesso de energia. Dessa forma, emitirá radiação para atingir a estabilidade, processo este conhecido como radioatividade.

As perguntas iniciais buscam estimular a curiosidade e retomar os conhecimentos prévios dos estudantes. Nesta atividade, sugere-se que o professor promova uma roda de conversa, utilizando as perguntas anteriores para iniciar e nortear a discussão. É possível que o estudante mencione sua aplicação na medicina, seja na obtenção de imagens, ou no tratamento de doenças, porém sua utilização é muito mais ampla, como em equipamentos de uso cotidiano, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica, por isso, caso não mencionem outros exemplos, questione-os, com perguntas como “será que existem outras aplicações?”.

Durante a roda de conversa, avalie os conhecimentos prévios sobre os isótopos radioativos, suas características e aplicações. A partir da avaliação diagnóstica proposta nesta atividade, será possível propor retomadas ou direcionar aprofundamentos nas próximas atividades que serão importantes para avaliar o desenvolvimento das habilidades pelos estudantes, ao final do Momento 1.

Sugestão

Texto: Vilã ou mocinha? Entenda a radioatividade. Disponível em: **https://cutt.ly/uWiRd7w**. Acesso em: 12 mai. 2021. O texto traz um parâmetro geral do conceito da radioatividade, sua ocorrência e utilização.

1.2 Os radioisótopos e suas características

Em duplas, investiguem nos textos propostos as principais características dos radioisótopos. Na sequência, respondam os itens de A e B, socializem e discutam suas ideias com os colegas.

a) Destaque as principais diferenças entre as emissões radioativas.

Partículas / Ondas	Velocidade e massa	Constituição	Penetrabilidade	Riscos ao ser humano a partir de exposição externa.
Alfa	Devido a sua composição, apresenta a maior massa e menor velocidade em comparação com as demais.	Constituídas por prótons e nêutrons.	Baixa, podendo ser barrada por uma folha de papel, roupa e até a pele.	Baixo risco, considerando a exposição externa.
Beta	Como é formada por elétrons, é cerca de 7 mil vezes mais leve que a partícula alfa, sendo ainda muito mais rápida, podendo chegar próxima à velocidade da luz.	Constituídas por elétrons.	Média, ultrapassando as barreiras mencionadas anteriormente, podendo ultrapassar até uma folha de alumínio de 1 mm.	Risco moderado, podem atravessar até 2cm e ionizar moléculas, gerando radicais livres.
Gama	Apresentam massa nula. E apresentam no vácuo o valor da velocidade da luz.	Constituídas por ondas eletromagnéticas.	Alto, os raios Gama são mais penetrantes que os Raios X. Podem ser detidos por uma chapa de aproximadamente 20cm de aço ou 5cm de chumbo.	Alto. Atravessa completamente o corpo humano, causando danos irreparáveis como alteração na estrutura do DNA.

b) Como estão organizados os radioisótopos naturais na tabela periódica?

Considerando os radioisótopos naturais, podem considerar que majoritariamente são elementos pesados, possuindo número atômico superior a 82, que corresponde ao chumbo. Porém, grande parte dos elementos químicos possuem ao menos um isótopo radioativo, como o césio-137, produzido pela fissão nuclear espontânea ou induzida de vários radionuclídeos pesados como o urâneo-233.

Professor, nesta atividade serão trabalhadas as características dos elementos radioativos quanto às emissões radioativas alfa, beta e gama, considerando a velocidade de propagação e penetração, constituição das partículas ou ondas, nível de penetrabilidade e riscos ao ser humano. Além disso, é importante a compreensão da estrutura atômica dos elementos pesados radioativos e sua organização na tabela periódica. Essas características serão aprofundadas pelo componente curricular de Física. É recomendada a formação de **duplas produtivas** para atender aos diferentes níveis de proficiência dos estudantes e propiciar a troca de ideias, descobertas e conclusões. Acompanhe os registros de leitura dos estudantes a partir do quadro proposto, e sua participação na discussão, avaliando a apresentação de ideias e sínteses.

Durante a discussão, os estudantes podem expor suas sínteses, permitindo a avaliação do professor do processo de aprendizagem, que poderá observar a necessidade de retomar e/ou aprofundar os objetos de conhecimento e as habilidades trabalhadas. Será importante considerar a evolução da aprendizagem durante as atividades propostas até esse momento.

Sugestões

Texto: Elementos radioativos. Disponível em: **https://cutt.ly/TWiRz8H**. Acesso em: 18 mai. 2021.

Vídeo: Why some elements are radioactive (Por que alguns elementos são radioativos). Disponível em: **https://youtu.be/LV2r7v3HRrA**. Acesso em 18 mai. 2021.

Como o vídeo está em inglês, será necessário ativar a legenda em português, clicando no símbolo "detalhes" (⚙) -> "legendas/CC" -> "traduzir automaticamente" -> procurar e clicar na palavra "Português".

1.3 A evolução da Medicina foi fundamental para o avanço da sociedade. Sem algumas descobertas e inovações, provavelmente não estaríamos onde estamos hoje. Dentre as inovações, podemos destacar os radiofármacos, que são essenciais para o diagnóstico e tratamento de algumas doenças.

Em grupo, pesquise e investigue em fontes confiáveis, e responda as questões em seu caderno. Depois, compartilhe, reflita e discuta com seus colegas.
Quais as potencialidades do uso dos radiofármacos na saúde?
Como esses radioisótopos são formados?
Como agem no tratamento ou diagnóstico de doenças?

Professor, o objetivo é que os estudantes conheçam a medicina nuclear, observem que os radioisótopos e a medicina nuclear são fundamentais para cintilografia do corpo, fígado, ossos, coração e tireoide. Facilita o diagnóstico de forma precisa e não invasiva: o isótopo radioativo emite energia, cujo seu valor é lido por uma câmera cintilográfica e convertida em imagem para o diagnóstico. Além disso, são utilizados no tratamento de doenças como hipotireoidismo e hipertireoidismo e em tumores cancerígenos. Nesses casos, a utilização dos radiofármacos apresentam os benefícios de agirem diretamente no tumor, órgão ou glândula. Espera-se que os estudantes cheguem à conclusão de que os radiofármacos são medicamentos que contêm componentes radioativos, e são utilizados para o benefício da saúde. Compreendendo que o seu mau uso pode ser prejudicial. Outro fator importante é o conhecimento sobre decaimento, tempo de meia-vida e séries radioativas, pode contribuir para a compreensão da obtenção e utilização de determinados isótopos radioativos em determinados tratamentos e diagnósticos, como no caso do Tecnécio 99 (Tc-99), obtido a partir do decaimento radioativo do radioisótopo molibdênio-99, sendo amplamente utilizado na produção de radiofármacos com finalidades diagnósticas, devido sua curta meia-vida de 6 horas, suficiente para o acúmulo temporário no órgão em questão e para não permanência prolongada no organismo.
Para o desenvolvimento da atividade, sugere-se promover uma discussão inicial, com os estudantes organizados de forma que possam participar e escutar as ideias de seus colegas. As perguntas têm como objetivo provocar a curiosidade e direcionar a discussão. A intenção é promover a investigação a partir dos problemas e hipóteses destacados e levantados na discussão.

Em seguida, divida-os em grupos de cinco estudantes. Cada grupo será formado por três pesquisadores, que serão responsáveis pelo levantamento de dados, um redator, que ficará responsável pela organização e registros dessas informações, e um relator, que será o elo direto entre o grupo e o professor, para apresentação dos estudos e direcionar e apresentar as discussões e considerações aos grupos. Após a divisão dos grupos e orientação a cada integrante, é importante acompanhar o processo de pesquisa, registros e discussões, e, sempre que necessário, direcionar as ações de cada estudante quanto a seu papel no grupo, além disso, eventuais dúvidas podem ser esclarecidas. Após a obtenção das considerações do grupo sobre as questões destacadas, cada grupo, com o auxílio do relator, irá divulgar as conclusões e principais descobertas.
Durante todo o processo, é possível avaliar a construção do conhecimento dos estudantes, a partir da observação de registro de pesquisa, discussão dos grupos, além disso, a partir da primeira atividade, é possível quantificar a evolução após o desenvolvimento das atividades. Na discussão final entre os grupos, é possível observar e avaliar as ideias apresentadas, esclarecer dúvidas e planejar ações de aprofundamento ou retomadas.

Sugestões

Vídeo: A importância da medicina nuclear. Disponível em: **https://youtu.be/rmpxSQvv9Bg**. Acesso em: 20 mai. 2021.

Texto: Séries Radioativas. Disponível em: **https://cutt.ly/SWiRGeu**. Acesso em: 20 mai. 2021.

MOMENTO 2 - RADIAÇÃO E A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.

2.1 Responda às perguntas abaixo, incialmente sem nenhuma preparação, registrando-a em seu caderno. Na sequência, dê continuidade à proposta de estudos desse Momento. Depois, retome as questões, para respondê-las novamente, confirmando ou reelaborando as respostas iniciais.

Perguntas:

a) Você comeria um alimento irradiado? Por quê?
Resposta pessoal.

b) A irradiação de alimentos faz mal para a saúde?
Resposta pessoal.

c) O tratamento por irradiação altera o valor nutricional dos alimentos?
Resposta pessoal.
A radiação pode estar nos alimentos, desde a lavoura, a colheita, até a comercialização.
Para iniciar a atividade, sugere-se que os estudantes respondam antecipadamente as perguntas indicadas, sem pesquisa, com o objetivo de levantar informações e saberes prévios, e verificar as concepções e senso comum dos estudantes. Para dinamizar, pode-se fazer a

atividade no formato de entrevistas entre os estudantes da própria sala de aula, ou de outra turma, ou, até mesmo, fazer um intercâmbio com outra escola, com estudantes que estejam no mesmo tempo de aprendizagem. Recomenda-se não advertir os depoimentos com "certo ou errado", pois é importante incentivar a investigação das ideias iniciais dos estudantes e, em outro momento, possibilitar reelaboração de hipótese.

O registro da entrevista pode acontecer no caderno, ou ainda por meio de um vídeo, se o estudante tiver autorização do entrevistado para tal.

2.2 Siga o roteiro, realize o experimento comparativo do Morango Orgânico e o Morango Irradiado, registre suas observações na tabela e discuta com os colegas.

Roteiro:

Escolha dois morangos com aproximadamente o mesmo grau de maturação, sendo 1 deles orgânico e o outro tratado por radiação ionizante. Coloque cada um deles em recipientes separados (béquer ou copo), e armazene-os em local não refrigerado, observe periodicamente o processo de decomposição dos morangos e registre os resultados na tabela.

Tempo	Morango Orgânico	Morango Irradiado
0 – Início	Mesmo aspecto: cor, brilho e odor.	Mesmo aspecto: cor, brilho e odor.
07 dias	Em decomposição: alteração da cor, aspecto físico, presença de fungos.	Os morangos irradiados estão conservados.
14 dias	Em decomposição mais avançada.	Os morangos irradiados estão conservados.
21 dias	Poderão observar que o morango se decompôs totalmente.	Os morangos irradiados possivelmente estarão iniciando o processo de decomposição.

Professor, essa atividade tem o objetivo de comparar e verificar se a radiação do morango prolongou ou não o tempo de vida útil do alimento. Vale destacar que o experimento é analisado por aproximadamente 21 dias, portando, sugere-se orientar os estudantes a prepararem o experimento, e, durante os dias de observação, dar sequência às próximas atividades propostas. Após o período de análise do experimento, sugere-se que sejam feitas perguntas para instigar a discussão sobre as conclusões dos estudantes.

Sugestões de perguntas:

Qual o tempo de vida útil do Morango Orgânico e do Morango Irradiado?

A irradiação provocou alterações nas propriedades nutricionais do alimento?

Vale destacar que os estudantes poderão ter observações diferentes, devido à influência da temperatura do ambiente e o grau de maturação do início do experimento. É possível que, em algumas cidades, os estudantes não encontrem morangos irradiados, nesse caso, pode-se substituir por outra fruta que foi tratada com radiação, ou, na falta delas, pode-se fazer leitura compartilhada do artigo "Alterações físico-químicas em morangos irradiados e armazenados" para conduzir os estudos.

Professor, para avaliar você poderá fazer observações contínuas, analisar a participação, o interesse pelo aprendizado, as dúvidas dos estudantes e as dificuldades apresentadas. Pode-se também solicitar que os estudantes elaborem um relatório, solicitando que façam o resumo do que observaram no experimento, e/ou que leram no artigo, relacionando com os conceitos estudados.

Sugestões

Alterações físico-químicas em morangos irradiados e armazenados. Disponível em: **https://cutt.ly/hWiR3FU**. Acesso em: 12 mai. 2021.

Com o experimento e a leitura do artigo, espera-se que os estudantes concluam que a exposição de alimentos a baixas doses de radiação não altera as propriedades do alimento, mas elimina os microrganismos, reduz a velocidade de amadurecimento e decomposição de frutas e vegetais, aumentando, assim, o tempo de vida útil para consumo nas residências, evitando desperdícios e ampliando as possibilidades de comercialização.
No entanto, toda eficiência do processo de irradiação depende da aplicação da dose apropriada e sua correta aferição, a fim de correlacionar-se com as análises laboratoriais autorizadas por lei e fiscalizadas pelo Ministério da Agricultura.

2.3 Organize-se em uma Equipe (1,2,3 ou 4), pesquise e elabore uma sistematização que responda ao questionamento proposto. Na sequência, apresente seus registros aos seus colegas.
Equipe 1: O que são alimentos irradiados? Os alimentos irradiados se tornam radioativos? Como são identificados comercialmente?

Sugestões

Alimentos irradiados: Disponível em: **https://cutt.ly/nWiTq9j**. Acesso em: 18 mai. 2021.

Espera-se que os estudantes comentem que os alimentos irradiados são denominados dessa maneira porque passam por uma quantidade controlada de radiação ionizante (raios X, raios gama). Esse método provoca alterações no processo fisiológico dos tecidos vegetais presentes, que impede a multiplicação, ou elimina, microrganismos que causam a deterioração do alimento, permitindo prolongar a validade de alguns produtos.
Os alimentos não se tornam radioativos, pois passam por uma quantidade de tempo e exposição controlada, os resquícios da radiação não permanecem no alimento, e não há alteração do núcleo dos elementos químicos dos alimentos irradiados.
Os alimentos irradiados são identificados comercialmente pelo selo:



Logomarca usada em alimentos irradiados. Fonte: Wikipedia

Além do símbolo, no rótulo, ainda se deve encontrar esclarecimentos, como: “ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO”. Com vistas a esclarecer aos consumidores que eles estão comprando um alimento processado, pois a radiação não deixa nenhum vestígio no alimento. Dessa maneira, poderão exercer o direito de escolha e, se assim preferirem, optar por alimentos não irradiados.

Professor, é possível sugerir a investigação por meio de uma pesquisa no mercado, com vista a localizar alimentos com esse selo e tirar fotos, enriquecendo as discussões.

Equipe 2: Qual a finalidade principal da radiação na indústria de alimentos? Quais as vantagens?

Sugestões

Irradiação de alimentos: extensão da vida útil de frutas e legumes. Disponível em: **https://cutt.ly/zWiTs3Z**. Acesso em: 19 mai. 2021.

Espera-se que os estudantes compreendam que a irradiação de alimentos tem a finalidade fitossanitária, e que os alimentos que passam por radiação são seguros para o consumo.
As vantagens comuns do uso da radiação na indústria de alimentos são:

- Minimizar a perda de alimentos, evitar desperdícios;
- Inibir a capacidade de germinação do alimento, como no caso da batata;
- Melhorar a saúde pública, reduzir a reprodução de microrganismos nos alimentos;
- Ampliar oferta de alimentos, reduzindo perdas e ampliando lucros;
- Aumentar o comércio internacional – enviar para lugares distantes;
- Ampliar o mercado de trabalho na área das tecnologias – tecnólogos e técnicos em radiologia para o setor industrial.

Equipe 3: Quais os tipos de radiação utilizadas em alimentos? Mencione os isótopos mais utilizados e as possíveis desvantagens da radiação na indústria alimentícia.

Sugestões

Uso da radiação na indústria de alimentos: Disponível em: **https://cutt.ly/NWiTcRn**. Acesso em: 19 mai. 2021.

Espera-se que os estudantes comentem que as fontes de radiação utilizadas na indústria alimentícia são:

- Radiação por isótopos radioativos: por Co^{60} (cobalto-60) e por Cs^{137} (césio-137); O tipo de radiação mais utilizada é a gama, em virtude de sua capacidade de penetração e ionização;
- Radiação por equipamentos capazes de emitir raios X;
- Radiação por feixe de elétrons, gerados por máquinas.

O processo de radiação de alimentos pode acontecer pelos métodos de:

- Radurização: são aplicadas pequenas doses de radiação nos alimentos, para reduzir a velocidade de amadurecimento de frutas, não permitir o brotamento etc.;
- Radiopasteurização ou radiciação: utiliza uma quantidade de radiação maior do que a utilizada na radurização. O principal objetivo desse método é eliminar microrganismos (bactérias patogênicas) na superfície do alimento;
- Radapertização: utiliza uma quantidade de radiação maior do que a utilizada na radiopasteurização e na radurização, e é suficiente para inibir totalmente a atividade dos microrganismos que poderiam proliferar no alimento.

Quanto às possíveis desvantagens, poderão destacar:

- Possíveis modificações no sabor e aroma, de acordo com a dose de radiação utilizada (perceptíveis em quantidades maiores de radiação);

- Alguns microrganismos poderão não ser suscetíveis à radiação, isso significa que não serão degradados;
- Alguns materiais que fazem parte das embalagens submetidas à ação poderão sofrer degradação e contaminar o alimento;
- Em larga escala, pode oferecer riscos de desequilíbrios, por reduzir ou eliminar insetos que têm função importante;
- Alimentos com alto teor de gordura não podem ser irradiados, porque é capaz de passarem pelo processo de rancificação, resultando em sabor e odor desagradável (sabor rançoso).

Equipe 4: O método de irradiação em alimentos é seguro para o consumo humano? Qualquer alimento pode ser tratado por radiação? No Brasil, existe regulamento para irradiação de alimentos?

Sugestão:

Método de preservar alimentos por irradiação é seguro? Disponível em: **https://cutt.ly/zTNsDz8**. Acesso em: 19 mai. 2021.

Espera-se que os estudantes percebam que muitas pessoas relacionam a palavra radiação a desastres com elementos radioativos. No entanto, sabemos que a radioatividade, se utilizada com responsabilidade e por profissionais capacitados, pode salvar vidas e melhorar a qualidade de vida. Dessa maneira, poderão concluir que:

- O método de irradiação em alimentos é seguro para o consumo humano, pois os alimentos são expostos a quantidades controladas de radiação;
- O procedimento é eficiente porque atua nos microrganismos e nas moléculas de DNA e RNA destes, inibindo o desenvolvimento de insetos, bactérias patogênicas, fungos e leveduras, podendo, ainda, retardar o processo germinativo em vegetais por anos;
- Não permanecem resquícios de radiação nos alimentos irradiados, a radiação não altera o núcleo dos elementos químicos dos alimentos, ou seja, esse processo não torna os alimentos radioativos. Assim sendo, de modo geral, os alimentos podem ser tratados com radiação, desde que a dose máxima absorvida seja inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou sensoriais do alimento. No Brasil, existem legislações que regulamentam e fiscalizam a técnica de irradiação de alimentos, estabelecem normas (decretos e resoluções) que determinam qual a quantidade de energia a ser utilizada, dentro de um parâmetro (limiar de reações nucleares), para que o processo não prejudique as propriedades do alimento.

A **Atividade 2.1** tem o objetivo de estudar sobre a radiação na indústria de alimentos, avaliar as vantagens e as desvantagens desse processo na saúde, na indústria e no cotidiano.

Para tanto, recomenda-se que o professor organize os estudantes em grupos produtivos, oriente a escolher uma equipe (1,2,3 ou 4), conduza a pesquisa, a responder às questões propostas e a elaborar um material de sistematização para apresentar aos demais grupos.

Para os registros, sugere-se o aplicativo de lousa digital, pois as equipes poderão elaborar "cartazes virtuais" e apresentá-lo às demais equipes. Na sequência, proporcione momentos de apresentação e socialização de suas produções. Nessa ação, o Professor tem o papel de mediador e facilitador, caso necessário, fará intervenções para evitar concepções equivocadas. Durante a pesquisa, se for identificado desconhecimento de palavras, recomenda-se construir **Glossário Virtual,** à medida que forem surgindo dúvidas com palavras desconhecidas, para que ampliem o vocabulário estudando o significado das palavras.

Para encerrar a Atividade 3 do Momento 2, sugere-se orientar os estudantes a retomar a Atividade 1, dando a oportunidade de confirmar ou reelaborar as hipóteses iniciais. Na sequência, reúna os dados das entrevistas, compare a hipótese inicial dos estudantes que não sabiam sobre a

radiação de alimentos, provoque reflexões sobre a importância da investigação científica, sobre a desestabilização de saberes do senso comum e a ampliação de conhecimentos científicos.
Para avaliar, o educador poderá observar os estudantes continuamente, analisando os avanços nas aprendizagens, as dúvidas, as dificuldades apresentadas, o interesse pelo aprendizado, os avanços tecnológicos, o engajamento com os colegas, a gestão de tempo e outros aspectos que considerar pertinentes. Dessa maneira, poderá ter evidências de um processo de aprendizagem mais significativo.

MOMENTO 3 - USO DA RADIAÇÃO NA AGRICULTURA

3.1 A partir das imagens apresentadas, reflita e escreva algumas hipóteses para as seguintes questões. Registre-as em seu caderno e socialize com os colegas.




Imagem 01: Tomates e aplicação de fertilizantes-pesticidas. Fonte: Pixabay.

a) Como é possível diminuir a quantidade de pragas em uma plantação sem usar agrotóxicos*?
Resposta pessoal

* Dicionário de Oxford : agrotóxico
adjetivo substantivo masculino
- diz-se de ou qualquer produto de origem química ou biológica usado na prevenção ou extermínio de pragas e doenças das culturas agrícolas (fungicidas, herbicidas, inseticidas, pesticidas); agroquímico, defensivo agrícola.

b) Para que servem os fertilizantes? De que forma é possível controlar a sua absorção pelas plantas?
Resposta pessoal
Professor, o Momento 3 tem como objetivo estudar a utilização dos radioisótopos na agricultura, com enfoque no controle de pragas, por meio de duas técnicas: a primeira chamada de inseto estéril e a segunda, traçadores radioativos.
Para isso, a atividade 3.1 propõe a utilização de imagens envolvendo o uso de agrotóxicos e fertilizantes nas plantações e dos questionamentos anteriores.
Sugere-se utilizar um projetor para reproduzir as imagens, para que os estudantes realizem a leitura e respondam aos questionamentos de forma oral, e registrarem suas hipóteses em um mural virtual compartilhado. É importante que escrevam algumas hipóteses para cada questão e façam o registro, para que, ao final do Momento 3, os estudantes consigam retomar as duas questões e verificar as suas hipóteses iniciais, a fim de confirmá-las ou reelaborá-las.
Dessa forma, pretende-se diagnosticar o que os estudantes sabem sobre o assunto, portanto, não é o momento de aprofundamento, pois esse tema será ampliado nas próximas atividades, com as técnicas de “inseto estéril” e traçadores radioativos.

Essa atividade pode ser utilizada na avaliação diagnóstica e processual, portanto é importante o registro do acompanhamento do desenvolvimento dos estudantes.

3.2 Assista ao vídeo do quadro de sugestão. Reflita, responda às questões e compartilhe com seus colegas.

a) De acordo com os vídeos, qual é o principal problema que os agricultores enfrentam?

O principal problema enfrentado pelos agricultores, conforme o vídeo, é o controle de insetos e outras pragas que prejudicam as lavouras, com grandes perdas, além de transmitem doenças aos animais e humanos. Também aborda sobre a resistência dos insetos aos inseticidas, e sobre os efeitos negativos dos pesticidas para a saúde e meio ambiente.

b) Descreva sobre a técnica inseto estéril.

A técnica inseto estéril é uma técnica utilizada para o controle de insetos e pragas. Os insetos são criados em massa e esterilizados por meio da irradiação gama de Cobalto-60 e lançados na região infestada. Desta forma, ocorre um "controle de natalidade", pois o acasalamento improdutivo dos machos estéreis com as fêmeas que estavam em liberdade acaba por levar à redução da população desses insetos.

c) Conforme apresentado no vídeo, como é feito o monitoramento das frutas? Como a técnica apresentada contribui com o meio ambiente e na qualidade dos alimentos?

De acordo com o vídeo, o monitoramento da população de moscas-das-frutas é feito com a distribuição de armadilhas ***'McPhail*** e ***Jackson"***, para contagem de insetos. Se a quantidade de insetos registrar valor maior que o permitido, o pomar perde o registro para a exportação. Com o uso da técnica de inseto estéril, há uma redução considerável no uso de inseticidas (dependendo da área ocorre até a inibição), contribuindo com o meio ambiente, e no consumo de alimentos com maior qualidade.

Sugestões de Vídeos:

Inseto estéril: novo método para controle da mosca-das-frutas - Dia de Campo na TV. Disponível em: **https://youtu.be/s2OpreH3nH8**. Acesso em: 25 mai. 2021. O vídeo mostra a técnica de inseto estéril utilizada na principal zona produtora de manga para exportação do país, o Vale do São Francisco.

Professor, **atividade 3.2**, sugere a utilização da animação "*Using Nuclear Science to Control Pests*", com o intuito de contextualizar o tema envolvendo a técnica "inseto estéril". Essa técnica será apresentada nas próximas atividades com o devido aprofundamento. O professor poderá projetar na sala de aula, para que todos possam assistir. É importante fazer algumas intervenções durante a animação, para tirar possíveis dúvidas e retomar alguns conceitos. Como o vídeo está em inglês, será necessário ativar a legenda em português, clicando no símbolo "detalhes" ( ) -> "legendas/CC" -> "traduzir automaticamente" -> procurar e clicar na palavra "Português". Após, os estudantes poderão responder às perguntas em duplas e apresentar para os colegas.

Essa atividade poderá ser utilizada no processo de avaliação e de recuperação, levando em conta a participação dos estudantes durante a apresentação do vídeo, elaboração e socialização das respostas com os colegas, bem como o desenvolvimento das competências socioemocionais (empatia, responsabilidade, respeito etc.).

3.3 Uso de traçadores radioativos na Agricultura

Faça o rodízio nas 3 estações, realizando a leitura do texto indicado e respondendo às questões em cada uma das estações. Por fim, o redator de cada estação irá apresentar as respostas e conclusões de sua estação.

Estação 1 - Como os traçadores radioativos (radioisótopos) podem ser utilizados na agricultura?

Espera-se que os estudantes respondam que os traçadores radioativos podem ser utilizados na agricultura para acompanhar o metabolismo das plantas, verificando o que elas precisam para crescer, o que é absorvido pelas raízes e pelas folhas e onde um determinado elemento químico fica retido. Como exemplo, utilizam-se fertilizantes marcados com Fósforo-32 (P-32) para medir a quantidade de fosfato existente no solo e o consumo de fósforo pelas plantas, detectando quais partes da planta utilizou o nutriente.

Também, possibilita o estudo do comportamento de insetos, como abelhas e formigas, que, ao ingerirem radioisótopos, ficam marcados, porque passam a "emitir radiação", e seu "raio de ação" pode ser acompanhado. No caso de formigas, descobre-se onde fica o formigueiro e, no caso de abelhas, até as flores de sua preferência. A "marcação" de insetos com radioisótopos também é muito útil para controle de pragas, identificando qual predador se alimenta de determinado inseto indesejável. Nesse caso, o predador é usado em vez de inseticidas nocivos à saúde.

Estação 2 - Na agricultura moderna, o uso de fertilizantes é essencial para maximizar as colheitas em razão da enorme demanda de alimentos devido ao crescimento da população mundial. Como a técnica com o uso de traçadores radioativos pode aumentar a eficiência e a economia na produtividade agrícola?

Espera-se que os estudantes respondam que, para aumentar a produção agrícola, utilizam-se os fertilizantes, que, embora representem uma contribuição essencial, possuem, muitas vezes, custo elevado, e seus suprimentos também são limitados em países em desenvolvimento. Também, apenas uma fração dos fertilizantes aplicados ao solo são utilizados pelas plantas, e os demais permanecem no solo, ou se perdem por meio de vários processos. Diante disso, o uso de traçadores radioativos permite conhecer o comportamento dos nutrientes, nos solos e nas plantas, medindo a absorção dos nutrientes a partir de várias fontes de fertilizantes. Por diluição isotópica, é possível determinar diretamente a porcentagem do nutriente absorvido pela cultura (a partir do adubo marcado), a absorção total de nutrientes e a quantidade de nutrientes fornecida pelo fertilizante, elevar as produtividades de grãos, otimizando a absorção de nutrientes via fertilizantes aplicados.

Pode-se localizar o radioisótopo de uma planta que absorveu um traçador radioativo por meio da autorradiografia. Para isso, basta colocar um filme, semelhante ao usado em radiografias, sobre a região da planta durante alguns dias, e revelá-lo. Essa técnica permite estudar as partes da planta que absorvem aquele nutriente e possibilidades de mudança no processo, visando a uma melhoria na eficiência de uso desses nutrientes, reduzindo as perdas de nutrientes e água, resultando em uma grande economia.

Estação 3 - Quais os benefícios do uso de traçadores radioativos na produção agrícola, saúde e meio ambiente?

Espera-se que os estudantes apontem os seguintes benefícios, considerando a produção agrícola, saúde e meio ambiente: determina condições necessárias para a otimização da fertilização e uso eficiente da água, bem como a fixação biológica do nitrogênio; proporciona

alto desempenho em colheitas, agricultura melhor adaptada e resistentes a pestes e novas variedades de sementes, usando mutações induzidas pela radiação; controla pestes, usando insetos que são esterilizados ou geneticamente alterados por meio do uso de radiação; aumenta o desempenho produtivo do status nutricional e da saúde de animais, usando radioimunoensaios e técnicas relativas, bem como traçadores isotópicos; reduz as perdas após colheitas, por meio da supressão da germinação e contaminação por meio de tratamento com radiação; estuda caminhos para reduzir a poluição proveniente de pesticidas e agroquímicos.
Professor, a atividade 3.3 tem o objetivo de ampliar o conhecimento sobre o uso dos radioisótopos na agricultura com o enfoque na técnica de traçadores radioativos. Essa técnica contribui para o acompanhamento do metabolismo das plantas, com o objetivo de diminuir o uso de fertilizantes, também permite o estudo do comportamento dos insetos, com a finalidade de reduzir o uso de agrotóxicos.
Para a realização da atividade, sugere-se a metodologia **"Rotação por Estações".** Essa metodologia requer um preparo prévio da divisão dos estudantes e montagem das estações, contendo sua identificação, pergunta a ser respondida, papel para as respostas, divisão dos estudantes em grupos, e um estudante redator para cada estação. Também, pode-se pedir a leitura prévia dos textos pelos estudantes. Cada texto ficará com um grupo. Cada grupo começará em uma estação, onde o redator da estação fará a pergunta correspondente e anotará as considerações feitas pelo grupo. Os grupos passarão para a próxima estação, e assim sucessivamente. Ao final, os redatores, com todos os registros, apresentarão para a sala o consolidado das respostas apresentadas por meio de um cartaz ou mural virtual. O professor e os demais estudantes poderão fazer suas considerações finais.
Em toda a atividade, é importante o professor observar e avaliar a participação e o envolvimento dos estudantes, no desenvolvimento do trabalho em grupo, na interpretação do texto e na resolução das questões, também, realizar intervenções e tirar as possíveis dúvidas que surgirem durante o processo.
Professor, finalize a atividade revisitando as hipóteses iniciais elaboradas pelo estudante inicialmente, para que eles possam confirmar ou reelaborar caso seja necessário.
Pensando na questão (a), é importante que os estudantes respondam sobre o uso da técnica inseto estéril para o controle da natalidade de insetos e pragas, por meio da irradiação gama de Cobalto-60. Já na questão (b), os estudantes podem escrever que os fertilizantes são utilizados na agricultura para fornecer os nutrientes essenciais para o solo e plantações, e relacionar a sua eficiência com o uso dos traçadores radioativos, como exemplo, o Fósforo-32 no acompanhamento do metabolismo das plantas, verificando o que elas precisam para crescer, e o que é absorvido pelas raízes e pelas folhas. Dessa forma, poderá verificar o aprendizado do estudante por meio das respostas apresentadas, realizando possíveis intervenções.

Sugestão:

Grupo 1: Aplicações da radiação na agricultura. Disponível em: **https://cutt.ly/ZWilsxR**. Acesso em: 18 mai. 2021.

Grupo 2: Radioatividade na agricultura. Disponível em: **https://cutt.ly/oWilzDL**. Acesso em: 18 mai. 2021.

Grupo 3: Uso de isótopos na agricultura - A maximização da eficiência da produção agrícola. Disponível em: **https://cutt.ly/XWilvTc**. Acesso em: 18 mai. 2021.

MOMENTO 4 - RADIOISÓTOPOS NO COTIDIANO E AMBIENTE

4.1 Como podemos usar os radioisótopos para conhecer a nossa história?

Vocês conhecem como ocorrem esses processos de datação? Explique com base em seus conhecimentos prévios.

Professor, esse momento é excelente para ativação dos conhecimentos prévios dos estudantes, com isso, oriente-os para registrar no caderno as informações solicitadas, organizando os dados obtidos, de modo a permitir uma comparação entre as ideias apresentadas, conforme demonstrado no quadro a seguir. Espera-se que os estudantes relembrem como os arqueólogos realizavam o processo de datação de um fóssil, momento importante na arqueologia e na paleontologia e respondam ao questionamento: "Como é possível descobrir a idade de um fóssil?".

Espera-se, também, que no desenvolvimento da resposta, os estudantes relembrem que a química está presente nesse processo, mais precisamente o elemento carbono, por meio do Carbono-14, que é um isótopo radioativo natural do elemento carbono. A datação de um fóssil pode ser feita com base no percentual já conhecido do Carbono-14 (^{14}C) em relação ao Carbono-12 (^{12}C) da matéria viva.

4.2 Leia o texto sugerido e responda o questionamento.

a) Como é realizada a datação de fósseis via detecção do carbono 14?

Espera-se que os estudantes reconheçam que a concentração de ^{14}C em um ser vivo é a mesma que existe em equilíbrio na atmosfera, ela só começa a mudar a partir do momento em que ele morre. Para saber há quanto tempo a morte ocorreu, basta medir quanto de ^{14}C está em seu corpo ou parte dele. Admitindo que a concentração de ^{14}C no passado, centenas ou milhares de anos atrás, é igual àquela existente atualmente, é possível determinar o tempo decorrido desde a morte da planta ou animal (idade do corpo). O ^{14}C se desintegra segundo uma velocidade muito lenta e constante. O tempo necessário para desintegrar a metade da quantidade de um isótopo radioativo qualquer é conhecido como a sua meia-vida. Para o ^{14}C, a meia-vida é de 5730 anos, com uma margem de erro de 40 anos.

Para esta atividade, sugere-se a aplicação da sala de aula invertida como metodologia de ensino híbrido para a aprendizagem. Nessa metodologia, entrega-se ao estudante materiais que devem ser absorvidos fora da escola, e por um tempo determinado. Na sala de aula invertida, todos juntos estudam, discutem, argumentam e aprendem o que foi visto anteriormente, mas, agora, com a orientação do professor.

"Datação por Carbono-14". Disponível em: **https://cutt.ly/mTH5Yji** Acesso em: 12 mai.2021.

4.3 Retome suas hipóteses iniciais e realize uma autoavaliação de sua aprendizagem até este momento, em seguida, assista ao vídeo indicado e explique o processo de datação a partir do carbono-14, sua funcionalidade e sua importância.

Sugestão de vídeo:

Vídeo: A química do fazer, Radiações: riscos e benefícios, Carbono-14. Disponível em: **https://youtu.be/PHMC0vGm6ro**. Acesso em: 26 mai. 2021.

Professor, atividade 4.2 tem como objetivo revisitar as hipóteses elaboradas pelos estudantes inicialmente, para que, com base nos estudos realizados por meio das atividades, eles possam verificar, confirmar ou reelaborar os seus conceitos, caso seja necessário. Nessa atividade, espera-se que o estudante compreenda o processo de datação por Carbono-14, principalmente, que a química está presente nesse processo, e que a datação de um fóssil pode ser feita com base no percentual já conhecido do Carbono-14 (^{14}C) em relação ao Carbono-12 (^{12}C) da matéria viva (sem decomposição).

Espera-se que o estudante compreenda como é criado o ^{14}C, como ele está presente nos seres vivos, e como é feito, com base nesses conhecimentos, o processo de datação por Carbono-14, relembrando o cálculo da meia-vida do ^{14}C que é de 5730 anos, e que esse é o tempo que o ^{14}C leva para transmutar metade dos seus átomos em ^{12}C, e que os cientistas se baseiam no cálculo comparativo entre a quantidade habitual encontrada na matéria viva, e aquela que foi descoberta no fóssil, determinando, assim, sua idade.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2

TRANSFORMAÇÕES, EQUILÍBRIO E ENERGIA

Competências gerais:

1. **Conhecimento:** valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. **Pensamento científico, crítico e criativo:** exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
10. **Responsabilidade e cidadania:** agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, para tomar decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Competências específicas da área:

2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:
(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Unidade temática: Vida, Terra e Cosmos; Tecnologia e Linguagem Científica.

Objetos de conhecimento: Equilíbrio Químico.
Orientações gerais: a Situação de Aprendizagem 2, intitulada “Transformações, equilíbrio e energia”, tem como objetivo desenvolver o objeto de conhecimento “Equilíbrio Químico”, a fim de que o estudante possa analisar as diversas formas de manifestação da vida, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas.
O primeiro momento propõe o estudo do equilíbrio químico e os fatores que influenciam. Para isso, utilizou-se o refrigerante como forma de contextualizar e levantar os conhecimentos prévios do estudante. Com a ampliação do tema para a estratosfera, solo e água. Dando sequência com o estudo do equilíbrio nos oceanos, tendo em vista as condições favoráveis e alguns fatores que favorecem a vida aquática, como a luminosidade, presença de oxigênio dissolvido, gás carbônico, pH, temperatura etc., e outros limitantes, levando em conta a ação humana após a primeira revolução industrial, com o aumento da emissão de poluentes e a acidificação dos oceanos. Finalizando, o último momento propõe o estudo do deslocamento do equilíbrio utilizando o “Galinho do Tempo” para contextualizar.
Para o desenvolvimento das atividades desta S.A., sugerem-se metodologias que promovam a investigação, a reflexão, a criatividade, a experimentação e o debate, que instiguem a participação de todos os estudantes, tais como: sala de aula invertida, roda de conversa, leitura de imagens, pesquisa, vídeo, atividade experimental etc., tendo em vista a obtenção de fontes confiáveis de informações, a elaboração de hipóteses, argumentação e utilização de recursos digitais. As atividades realizadas em duplas e em grupos visam, além do desenvolvimento cognitivo, ao desenvolvimento das competências socioemocionais (empatia, resiliência, cooperação etc.).
Na avaliação, o professor poderá utilizar a avaliação formativa, acompanhar e levar em conta todos os momentos da situação de aprendizagem, com a análise do conhecimento prévio, das participações e produções (leitura colaborativa, debates, fichamento, mural virtual), das apresentações (individuais e coletivas), da participação, do envolvimento do estudante na realização do trabalho em equipe, e do avanço alcançado no decorrer do desenvolvimento das atividades. Para a recuperação, é importante que seja realizada durante todo o processo, com atividades diversificadas, com o intuito de retomar alguns objetos de conhecimento e habilidades essenciais e coligadas que sejam necessárias para a aprendizagem, esclarecer possíveis dúvidas e desenvolver as habilidades previstas.

MOMENTO 1 - AS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS NO COTIDIANO E O EQUILÍBRIO QUÍMICO.

1.1 Observe a imagem, responda às questões e participe de uma roda de conversa com os colegas.



Imagem 01: Refrigerante.
Fonte: Pngwing

a. Qual a diferença entre suco natural e refrigerante?
Resposta do estudante.

b. Porque o refrigerante, após algum tempo aberto, altera o sabor?
Resposta do estudante.

c. O que acontece se agitarmos uma garrafa de refrigerante e abrimos?
Resposta do estudante.

Por que o refrigerante gelado tem mais gás que o refrigerante em temperatura ambiente?
Resposta do estudante.
A atividade 1.1 prevê uma roda de conversa, com objetivo de valorizar o conhecimento prévio dos estudantes e diagnosticar previamente os saberes e concepções dos estudantes sobre equilíbrio químico, com questões sobre o refrigerante.
Durante a roda de conversa, sugere-se incentivar os estudantes a expor suas ideias sem constrangimentos, recomenda-se não advertir o estudante com “certo” ou “errado”. Pois, durante os estudos, o professor terá a oportunidade de fazer as intervenções necessárias. Ao finalizar o Momento 1, pode-se retomar as questões, proporcionar oportunidades de reelaboração de hipóteses iniciais e ressignificar conhecimentos.

1.2 Em grupos, realize pesquisas, responda as questões e compartilhe as aprendizagens com os colegas.

Sugestão:

A Química do refrigerante. Disponível em: **https://cutt.ly/ATLW7b0** Acesso em: 25 ago. 2021.

Estado de equilíbrio, o que é? Disponível em: **https://cutt.ly/fTLEeBB** Acesso em: 28 ago. 2021.

a. Qual é a função da água e do gás carbônico na produção do refrigerante?

Espera-se que os estudantes comentem que a água é o solvente universal, e constitui cerca de 80 a 88% m/m do refrigerante. O açúcar é o segundo ingrediente em quantidade, ele confere o sabor adocicado, juntamente com o acidulante, que fixa e realça o sabor e fornece energia; assim como, a adição de CO2, que realça o paladar e a aparência da bebida, pois está associado à solubilidade dos gases em líquidos. Vale lembrar que a solubilidade, nesse caso, diminui com o aumento da temperatura.

b. Uma reação entre duas ou mais substâncias que originam produto(s) poderia também transformar produtos em reagentes?

Espera-se que os estudantes respondam que, ao misturamos duas ou mais substâncias que reagem, elas originam outras substâncias, que chamamos de produto(s). Que existe as transformações químicas irreversíveis, por exemplo a combustão, mas há, também, transformações em que se pode recuperar as substâncias que reagiram. Dessa forma, poderão concluir que existem transformações químicas que ocorrem nos dois sentidos, reagentes formando produtos, e produtos formando reagentes (reagentes $\leftrightarrow$ produtos).

$$aA + bB \leftrightarrow cC + dD$$

No entanto, vale destacar que, para uma reação estar em equilíbrio químico, é necessário que a temperatura seja constante, o sistema não tenha trocas com o ambiente, concentração constante das substâncias presentes na reação e velocidade da reação direta e inversa iguais.

c. O que vem a ser estado de equilíbrio? Comente com exemplos.

Espera-se que os estudantes respondam que o estado de equilíbrio está presente em nosso cotidiano em diversos fenômenos. Poderão citar o exemplo de uma garrafa de refrigerante que, quando fechada, mantém-se em equilíbrio químico,

$$2\ H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)} \leftrightarrow H_3O^+_{(aq)} + HCO^-_{(aq)}$$

A atividade 1.2 tem o objetivo de facilitar a compreensão dos estudantes no estudo do equilíbrio químico. De forma simples, e com exemplos do cotidiano, tem a intenção de introduzir os estudos do princípio de Le Chatelier.

Para tanto, sugere-se a metodologia da pesquisa em grupos, para análise de textos e informações. Se faz necessário disponibilizar aos estudantes os materiais de pesquisa, organizar o ambiente para acesso a mídias (vídeos e links). Além das sugestões conectadas, ainda se pode optar por sugerir livros didáticos, revistas de divulgação científica, ou outros recursos disponíveis na escola. Durante a pesquisa, se for identificado desconhecimento de palavras, recomenda-se dar continuidade ao **Glossário Virtual**, ampliando-se o vocabulário dos estudantes.

Na sequência, sugere-se compartilhamento das aprendizagens entre os colegas, mediante intervenção do professor sempre que necessário, para evitar equívocos na aprendizagem.

Para avaliar, sugere-se observar o desempenho dos estudantes continuamente, analisar o interesse pela pesquisa, as aprendizagens demonstradas, as dúvidas e as dificuldades apresentadas, o engajamento com os colegas, a gestão de tempo e outros aspectos que julgar pertinente. Dessa maneira, poderá ter evidências do que os estudantes já sabem, para dar continuidade e oportunizar uma aprendizagem significativa.

1.3 Em grupos, realize os experimentos sugeridos, observe o que ocorreu, anote sua observação em seu caderno e socialize saberes com os colegas.

Experimento A: Influência da pressão no equilíbrio químico

Realize o experimento, seguindo o roteiro, observe o que acontece, registre sua observação na tabela e socialize com os colegas.

Roteiro: abra uma garrafa de refrigerante, separe uma pequena quantidade da bebida em um copo. Com uma seringa, extraia 3ml da amostra, insira no embolo e movimente-o, aumentando e diminuindo a pressão. Observe e anote suas percepções.

Refrigerante	Observações
Quando aberto	Analisar a quantidade de gás que é liberado quando o refrigerante é aberto, e constatar as bolhinhas de gás que aglomeram nas paredes da garrafa.
Com aumento da pressão no embolo	Analisar e comparar a quantidade de bolhinhas, menor volume de gás aglomeradas nas paredes da seringa.
Com redução da pressão no embolo	Analisar e comparar a quantidade de bolhinhas, maior volume de gás aglomeradas nas paredes da seringa.

Caro professor, após desenvolvimento do diagnóstico inicial na Atividade 1.1, e pesquisa na Atividade 1.2, espera-se que os estudantes vivenciem, nos experimentos, os fatores que influenciam no equilíbrio químico. Para tanto, deve estar bem claro ao estudante que se trata do estudo das transformações reversíveis.

É importante destacar, aos estudantes, o processo de efervescência do gás, pois quando há diminuição da pressão, desloca o equilíbrio para a esquerda (maior volume), liberando CO_2 (gás carbônico): $2\ H_2O_{(aq.)} + CO_2 \leftrightarrow H_3O^+_{(aq.)} + HCO_3^-{}_{(aq.)}$

Experimento B: Influência da temperatura no equilíbrio químico

Realize o experimento seguindo o roteiro, observe o que aconteceu, registre sua observação em uma tabela e socialize com os colegas.

Roteiro	
Escolha refrigerantes de diversos sabores e marcas. a) Amostra 1: em baixa temperatura (geladeira), embalagem fechada, abrir no instante da degustação. b) Amostra 2: à temperatura ambiente, embalagem fechada, abrir no instante da degustação. c) Amostra 3: preparar previamente a amostra, deixando aberta por algumas horas, em temperatura ambiente, para escape do CO_2 e, posteriormente, resfriar novamente em geladeira, considerar, aproximadamente, a mesma temperatura da Amostra 1.	• Identificar os copos com as amostras de refrigerantes com numeração; • Remover os rótulos originais dos produtos para não comprometer a análise; • Vendar os olhos dos estudantes degustadores; • Proceder à degustação; • Anotar as observações na tabela; • Retirar a venda dos olhos dos degustadores e proceder à análise visual (cor, transparência, presença de gás).

Observações esperadas:

Amostra 1 - Sabor x: perceber grande quantidade de gás e sabor agradável.
Amostra 2 - Sabor x: perceber menor quantidade de gás e alterações no sabor.
Amostra 3 - Sabor x: perceber ausência de gás ou pequena quantidade dele, com alterações no sabor.

Professor, nesse experimento, busca-se discutir a alteração do sabor por presença do CO_2, e a influência da temperatura no equilíbrio.

O sabor do refrigerante é alterado dependendo da quantidade de gás dissolvido e presente no refrigerante, e o aumento da temperatura influencia no equilíbrio químico, provocando maior escape do gás, e alterando o sabor do refrigerante. Vale destacar que isso ocorre porque o aumento da temperatura provoca deslocamento do equilíbrio no sentido endotérmico, de modo que a absorção de calor pela reação (2) venha a minimizar a elevação de temperatura. Espera-se que os estudantes percebam que com o aumento da temperatura, as moléculas de CO_2 se agitam, colidindo mais entre si, aumentando o volume, formando as bolhas de gás, que poderá ser observada analisando uma garrafa de refrigerante em temperatura ambiente, em que a efervescência do gás é maior.

Recomenda-se que o professor demonstre o que acontece, por meio de equação química, conforme quadro abaixo. Destaque a evidência e o deslocamento da reação, para que os estudantes compreendam quando ocorre maior ou menor desprendimento do gás carbônico.

$\blacktriangle H$

Endotérmica (reação direta)

$$2\ H_2O_{(aq.)} + CO_2 \leftrightarrow H_3O^+_{(aq.)} + HCO_3^-{}_{(aq.)}$$

Exotérmica (reação indireta)

Experimento C: Influência da concentração no equilíbrio químico

Realize o experimento, seguindo o roteiro, observe o que acontece, registre sua observação na tabela e socialize com os colegas.

Roteiro: separe duas amostras de refrigerante em um copo. Em uma das amostras, adicione aproximadamente 20 ml de vinagre (ácido acético). Observe o que acontece e compare com a amostra inicial, registre na tabela abaixo e discuta com seus colegas.

Amostras	Observações
Amostra inicial - comparativa	Analisar e comparar a quantidade de bolhinhas no copo, e compará-la com a amostra em que foi adicionado ácido.
Refrigerante + vinagre (ácido acético)	Analisar que aumentou a quantidade de bolhas desprendidas. Maior desprendimento de $CO_2(g)$.

Professor, neste experimento, tem-se o objetivo de mostrar a influência da concentração no equilíbrio químico. Espera-se que os estudantes observem que aumentou a quantidade de bolhas desprendidas quando foi adicionado vinagre. No entanto, recomenda-se destacar que o CH_3COOH (ácido acético) libera H^+, a molécula de água, na solução, captura esse íon, formando o H_3O^+, dessa forma, há um aumento na concentração de íon (H_3O^+) na reação. O sistema sai do equilíbrio, mas tende a voltar, e faz isso deslocando-se para a esquerda da reação, e por isso é observada a formação de mais bolhas, desprendimento de $CO_2(g)$.

Sugestão:

Vídeo: Equilíbrio Químico. Disponível em: **https://youtu.be/fX9d4XbAMRU**. Acesso em: 21 jun.2021.

1.4 Em grupos, realize pesquisas, responda as perguntas propostas, registre as principais ideias e socialize com os colegas.

a) Como a molécula de água é formada? Essa molécula sofre dissociação iônica? Descreva e represente a equação química.

Espera-se que os estudantes respondam que a molécula de água é formada pela ligação entre dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. Mas essa formação também sofre dissociação iônica, a ligação é quebrada e dá origem a íons com cargas e sinais contrários. Como pode ser representado pela equação:

$$H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-$$

É possível observar que os íons H^+ e OH^- são provenientes da molécula de H_2O. Esses íons estão em equilíbrio, logo, a reação também está em equilíbrio, ou seja, é uma reação reversível.

b) Qual a concentração de íons no equilíbrio químico da água a 25º C? Como pode ser representada?

Espera-se que os estudantes percebam que a concentração de íons H^+ e OH^- é constante. Pode ser representado por:

$$H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-$$
$$\mathbf{[H^+] = [OH^-]}$$

Em uma água pura, a 25 ºC, as concentrações em mol/L de H^+ e OH^- mostram um valor igual a 10^{-7} mol. L^{-1}.

$$\text{Água pura a 25 ºC} \leftrightarrow \mathbf{[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}\ mol \cdot L^{-1}}$$

Destaque: sugere-se explicar aos estudantes que usamos o símbolo **[ ]** para representar concentração.

Sugestão:

Equilíbrio iônico da água. Disponível em: **https://cutt.ly/zTNdwB0**. Acesso em: 22 jun. 2021.

O Momento1 tem o objetivo de fazer diagnóstico do que os estudantes aprenderam sobre transformações químicas. Por meio de pesquisas e práticas experimentais, observar e refletir sobre as transformações irreversíveis.

Para desenvolver a **Atividade 1.4**, sugere-se a metodologia de aprendizagem por meio de pesquisas. Para tanto, organize os estudantes em pequenos grupos (4 a 5 pessoas), para que os grupos realizem a pesquisa. Durante a pesquisa, se for identificado desconhecimento de palavras, recomenda-se dar continuidade ao **Glossário Virtual**, ampliando-se o vocabulário dos estudantes.

Para os registros, sugere-se cartaz virtual, recomenda-se orientar os estudantes a realizar uma representação visual simplificada, elaborada com o objetivo de ilustrar o que aprenderam. Incentivando-os a inserir imagens, a desenhar em aplicativos ou ainda, se necessário, registrar e desenhar manualmente em cartolinas, para socializar saberes com os colegas.

Para avaliar, sugere-se observar os estudantes continuamente, analisar os avanços nas aprendizagens, as dúvidas e dificuldades apresentadas, o interesse pelo aprendizado, os avanços tecnológicos, o engajamento com os colegas, a gestão de tempo, e outros aspectos que julgar pertinente. Dessa maneira, poderá ter evidências do que os alunos já sabem, para dar continuidade e oportunizar uma aprendizagem significativa.

MOMENTO 2 - EQUILÍBRIO NOS OCEANOS

2.1 Analise a imagem a seguir, responda às questões e socialize com seus colegas.



Imagem 01: Vida marinha. Fonte: Pixabay

a) Quais são as formas de vida que você observa na imagem?
Resposta pessoal

b) Quais são os fatores ambientais favoráveis e limitantes à vida marinha?
Resposta pessoal

c) Como o homem pode intervir negativamente nos oceanos a respeito da vida?
Resposta pessoal

Professor, o Momento 2 tem o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre o estudo do equilíbrio químico com o enfoque nos oceanos, com o intuito de analisar as diversas formas de manifestação da vida, as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas.
Para isso, sugere-se, na Atividade 2.1, uma sondagem por meio da interpretação da imagem "Vida marinha" e alguns questionamentos, de forma que os estudantes observem que existem diferentes tipos de peixes, corais, algas, bactérias e outras formas de vida. Também, os estudantes poderão indicar como condições ambientais favoráveis alguns fatores que favorecem a vida aquática, como a luminosidade, presença de oxigênio dissolvido, gás carbônico, pH, temperatura, nutrientes, entre outros. O homem pode intervir negativamente nos oceanos com o aumento excessivo da produção de gás carbônico pelas atividades industriais, por exemplo, aumentando a acidez da água, diminuição da quantidade de oxigênio pela poluição das águas, entre outros.
Como metodologia, o professor poderá projetar a imagem para os estudantes, a fim de que todos possam participar com suas interpretações e responder os questionamentos. É importante que façam os registros no caderno e compartilhem com os demais estudantes.

Com essa atividade, o professor poderá diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto que será aprofundado no decorrer do Momento 2. É importante registrar a participação dos estudantes, as dúvidas apresentadas para que sejam sanadas com o desenvolvimento das próximas atividades.

2.2 Realize uma pesquisa sobre a "**Importância de controlar o pH no aquário**", destaque as principais ideias, responda as questões a seguir e socialize com seus colegas.

a) O que é o pH?

O pH (potencial Hidrogeniônico) é uma escala que mede o grau de acidez ou de basicidade de uma solução, ou seja, a relação entre a quantidade de íons H^+ (responsáveis pela acidez) e OH^- (responsável pela basicidade ou alcalinidade) contidos na água. Trata-se de uma escala logarítmica que varia de 0 a 14. Onde abaixo de 7,0 significa que a água está ácida (concentração de H^+ maior do que a de OH^-). Acima de 7,0, a água está básica ou alcalina (concentração de OH^- maior do que a de H^+). O valor 7 representa a neutralidade (iguais concentrações de H^+ e de OH^-).

b) Qual a importância do pH para a vida aquática?

A maioria dos peixes de aquário vivem num pH compreendido na faixa de 5,5 a 8,5. Às vezes, é necessário usar corretores para tentar igualar o pH da água da torneira com o do aquário. Também, no aquário, é um local onde diversas transformações químicas acontecem e, portanto, novas substâncias estão sendo formadas, sendo que algumas delas podem alterar o pH, e poderá ocorrer a morte dos peixes.

Professor, faça um levantamento prévio se algum estudante tem ou teve um aquário, e solicite o compartilhamento de suas experiências com a sala.

c) Cite algumas transformações químicas que ocorrem no aquário.

Sabe-se que o metabolismo dos peixes, assim como a decomposição de restos de alimentos ou plantas mortas, libera amônia na água. Tal substância é consumida por bactérias nitrificantes do chamado Ciclo do Nitrogênio e transformada, inicialmente, em ácido nitroso e, mais tarde, em ácido nítrico. Professor, no componente de Biologia, na 1ª série, 3º bimestre, foi proposto o estudo do ciclo do nitrogênio em aquários, caso necessário, retome os conceitos propostos. Vale ressaltar que o ácido nítrico é um ácido forte, contribuindo significativamente para aumentar a quantidade de cátions H^+, consequentemente, diminui o valor do pH. Alguns aquaristas, possuidores de aquários plantados, costumam borbulhar CO_2 (dióxido de carbono) em seus aquários, para suprir as necessidades de suas plantas. Tal CO_2 se combina com a água do aquário, formando H_2CO_3 (ácido carbônico) que, embora seja um ácido fraco, também contribui para baixar o pH.

d) Quais são as medidas tomadas pelos aquaristas para o controle do pH?

Como apresentado na questão anterior, a injeção de CO_2 na água contribui para o abaixamento do pH. A turfa, usada como abrandador de dureza, também acidifica a água, assim como folhas de tamarindo ou de amendoeira. Rochas calcárias, por outro lado, aumentam a concentração de ânions hidroxilas, que elevam o pH. Também, alguns objetos, como troncos, liberam lentamente na água vários tipos de ácidos (todos fracos), que contribuem um pouco para baixar o pH. O bicarbonato de sódio também pode ser usado para alcalinizar a água. Nesses casos, é preferível usar uma solução saturada desse sal, ao invés de usá-lo na forma sólida.

Sugestão:

CETESB- pH. Disponível em: **https://cutt.ly/GWMzwn6**. Acesso em: 09 jun. 2021.

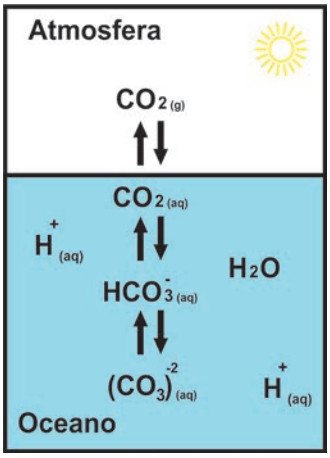
A relação entre o pH, a alcalinidade e a amônia na piscicultura. Disponível em: **https://cutt.ly/WWMzgYA**. Acesso em: 09 jun. 2021.

A Atividade 2.3 propõe o aprofundamento dos estudos envolvendo o pH e a sua importância quanto ao controle para a vida aquática. O intuito é apresentar o pH de forma qualitativa, não sendo necessário, neste momento apresentar, o seu cálculo.
Como estratégia, sugere-se a realização de uma pesquisa com os estudantes divididos em grupos. É importante que o professor oriente os estudantes quanto às estratégias de seleção em fontes confiáveis e na interpretação de textos científicos. Alguns questionamentos sobre o tema poderão ser utilizados a fim de direcionar os estudos. Os grupos poderão consolidar a sua pesquisa em uma tabela e apresentar por meio de um cartaz ou recurso digital. É fundamental motivá-los para que todos participem, discutam e apresentem as suas ideias.
Durante todo o processo da realização da pesquisa, o professor poderá ficar atento quanto às dificuldades apresentadas, e tirar possíveis dúvidas que surgirem. O registro também é fundamental, e poderá ser utilizado no processo de avaliação e de recuperação.

2.3 Realize a leitura do texto proposto para o seu grupo no quadro a seguir, responda às questões, registre e socialize com seus colegas.

a. Escreva sobre o processo de acidificação dos oceanos. Escreva as equações de equilíbrio químico envolvidas.

No processo de acidificação ocorre a redução do pH dos oceanos por longos períodos de tempo (décadas ou mais). Essa redução do pH é causada principalmente pela dissolução do CO_2 atmosférico nos oceanos, com alteração na acidez dos oceanos, com o aumento em 30%. Esse processo torna a água do mar mais "corrosiva" para os organismos que produzem conchas e outras estruturas calcárias, podendo afetar, também, a sua reprodução, fisiologia e distribuição geográfica. Retome a contextualização sobre o aquário, avaliando os efeitos em seu meio.
A acidificação ocorre quando a água (H_2O) e o gás carbônico (CO_2) se encontram, formando o ácido carbônico (H_2CO_3), que se dissocia no mar, liberando íons carbonato (CO_3^{2-}) e hidrogênio (H^+), conforme representação do equilíbrio a seguir:



Acidificação do oceano. Fonte: Elaborado para o material

O nível de acidez se dá por meio do aumento da quantidade de íons H^+ presentes em uma solução – nesse caso, a água do mar. Quanto maiores as emissões, maior a quantidade de íons H^+ que se formam, e mais ácidos os oceanos ficam.

b. Escreva sobre os impactos negativos da acidificação nos oceanos e sua influência no equilíbrio químico para a vida marinha.

Espera-se que os estudantes escrevam que, caso o ritmo atual de emissões antropogênicas de CO_2 e consequente diminuição do pH das águas superficiais seja mantido, dentro de poucas décadas, a água do mar não sustentará mais o desenvolvimento de ecossistemas coralinos (tanto as espécies tropicais, quanto as espécies de águas profundas e frias – presentes na costa e na margem continental brasileira, e de outros organismos que produzam estruturas calcárias (conchas e exoesqueletos), como os mexilhões e algas calcárias, desestabilizando o equilíbrio ecológico das algas e prejudicando os recifes de corais, gerando consequências irreversíveis.

Em quantidades normais de absorção de CO_2 pelo oceano, as transformações químicas favorecem a utilização do carbono na formação de carbonato de cálcio ($CaCO_3$), utilizado por diversos organismos marinhos na calcificação, estabelecendo o seguinte equilíbrio químico:

$$CaCO_{3\,(s)} + CO_{2\,(g)} + H_2O_{\,(l)} \leftrightarrow Ca^{2+}_{\,(aq)} + 2\ HCO_3^-{}_{(aq)}$$

A diminuição das taxas de calcificação afeta, por exemplo, o estágio de vida inicial desses organismos, bem como sua fisiologia, reprodução, distribuição geográfica, morfologia, crescimento, desenvolvimento e tempo de vida. Além disso, afeta a tolerância a mudanças na temperatura das águas oceânicas, tornando os organismos marinhos mais sensíveis, interferindo na distribuição de espécies que já são mais vulneráveis. Ambientes que naturalmente apresentam altas concentrações de CO_2, como regiões vulcânicas hidrotermais, são demonstrações dos ecossistemas marinhos futuros: eles apresentam baixa biodiversidade e elevado número de espécies invasoras.

c. Analise a imagem a seguir e explique o fenômeno observado:

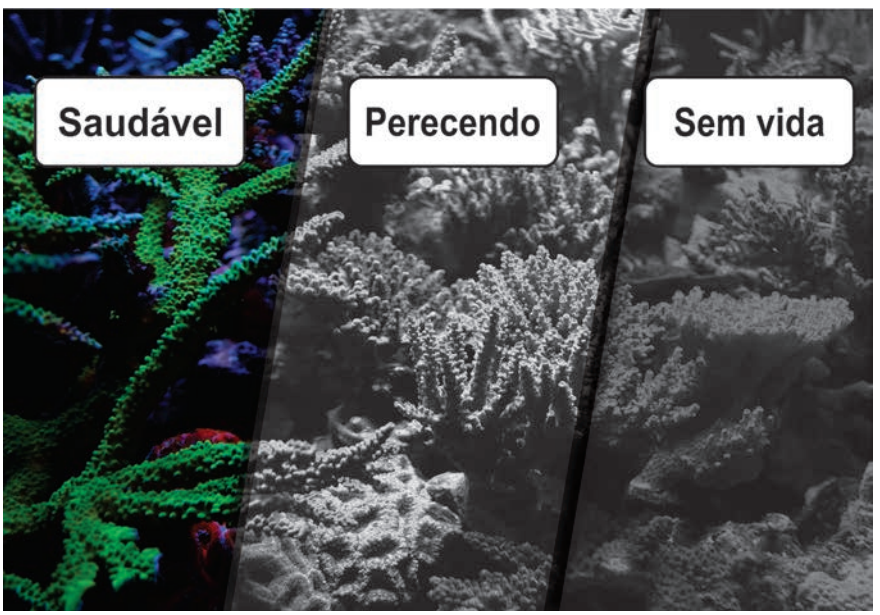


Imagem 2 – Branqueamento de corais. Fonte: Pixabay adaptada

Espera-se que os estudantes escrevam que a imagem analisada, refere-se ao fenômeno do branqueamento dos corais, que ocorre por conta do aquecimento das águas. Dessa forma, faz com que os corais expulsem algas simbióticas que vivem dentro deles, produzindo a maior parte dos nutrientes por meio da fotossíntese. O processo transforma os corais em branco, conforme imagem central.
Os corais podem sobreviver por um tempo sem as algas – eles usam tentáculos para capturar comida do oceano – mas, quando o branqueamento dura muito ou acontece com muita frequência, os corais eventualmente morrem, conforme representado na imagem (parte mais escura).

d. Como a acidificação dos oceanos pode beneficiar alguns microrganismos marinhos?

Espera-se que os estudantes respondam que, de acordo com a pesquisa, alguns microrganismos se beneficiam com o processo de acidificação. Pois, a diminuição do pH altera a solubilidade de alguns metais, como o Ferro III, que é um micronutriente essencial para o plâncton, tornando-o assim mais disponível, favorecendo um aumento da produção primária, o que gera uma maior transferência de CO_2 para os oceanos. Além disso, o fitoplâncton produz um componente chamado dimetilssulfeto. Ao ser lançado na atmosfera, esse elemento contribui para a formação de nuvens, que refletem os raios solares, controlando o aquecimento global. Esse efeito, porém, só é positivo até que sejam reduzidas as absorções de CO_2 pelo oceano (devido à saturação desse gás nas águas), situação sob a qual o fitoplâncton, pela menor oferta de Ferro III, produzirá menos dimetilssulfeto.

Sugestão:

Grupo 1: Acidificação dos oceanos: um grave problema para o planeta. Disponível em: **https://cutt.ly/kWp0Gu8**. Acesso em: 15 jun. 2021.

Grupo 2: Fenômeno do branqueamento dos corais. Disponível em: **https://cutt.ly/EWMxES5**. Acesso em: 15 jun. 2021.

Grupo 3: FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Cemitério de corais"; **Brasil Escola**. Disponível em: **https://cutt.ly/OWMxPA2**. Acesso em: 23 de junho de 2021.

Grupo 4: Acidificação oceânica. Disponível em: **https://cutt.ly/WWMxHLH**. Acesso em: 23 jun. 2021.

Professor, atividade 2.4 propõe o estudo e aprofundamento em relação ao objeto de conhecimento equilíbrio químico, com o enfoque na acidificação nos oceanos e seus impactos para a vida aquática, fenômeno do branqueamento, e as consequências da acidificação para alguns microrganismos marinhos.
Para o desenvolvimento da atividade, sugere-se a divisão dos estudantes em quatro grupos, e a metodologia de sala de aula invertida, em que, num primeiro momento, o professor fará a distribuição dos textos para os grupos previamente (antes da aula proposta pelo professor). Eles farão a leitura e interpretação de forma "remota", a fim de sintetizar as principais infor-

mações e identificar possíveis dificuldades de compreensão. No momento presencial, ocorre a distribuição das questões para os grupos, momentos de discussão, reflexão e interação entre os estudantes e professor. É fundamental a participação e a colaboração de todos. Pode-se sistematizar a atividade com o uso de um painel virtual ou cartaz. Cada grupo poderá apresentar uma questão, e os demais complementarem, caso for necessário. O professor poderá tirar possíveis dúvidas durante a realização da atividade, e observar os avanços e as dificuldades apresentadas pelos estudantes. O registro das observações da participação em grupo, interpretação dos textos, elaboração e apresentação das respostas, contribuirá com o processo de avaliação e recuperação da aprendizagem.

Sugestão:

Oceanografia e Química: unindo conhecimentos em prol dos oceanos e da sociedade. Quím. Nova. Disponível em: **https://cutt.ly/UWp01KO.** Acesso em: 15 jun. 2021.

PROJETO SALA DE AULA INVERTIDA DE QUÍMICA: uma proposta de sequência didática sobre Equilíbrio Químico. Disponível em: **https://cutt.ly/EWp053F.** Acesso em: 16 jun.2021.

MOMENTO 3 - PERTURBAÇÃO NO EQUILÍBRIO QUÍMICO

3.1 Você já viu um galinho do tempo? Você sabe como funciona o galinho do tempo? Realize uma pesquisa em grupo, destaque os aspectos químicos do galinho do tempo, para explicar a reação química envolvida no processo.

Sugestão:

Como funciona o “galinho do tempo”?
https://cutt.ly/kTNdxd0. Acesso em: 31 ago.2021.

Professor, além da internet, os estudantes podem pesquisar sobre o galinho com seus familiares e amigos, investigando se já observaram e compreendem seu funcionamento. Espera-se que o estudante, durante a sua pesquisa, compreenda que esses objetos de enfeite, na forma de um pequeno galo, possuem, em sua composição, uma solução aquosa de cloreto de cobalto II em sua superfície, que estabelece o equilíbrio químico, conforme reação 1, e que o íon $[CoCl_4]^{2-}_{(aq)}$ apresenta cor azul. Já o íon $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ apresenta cor rosa.

Reação 1:

$$[CoC\ell_4]^{2-}_{(aq)} + 6\ H_2O_{(\ell)} \leftrightarrow [Co(H_2O)_6]^{2+}_{(aq)} + 4\ C\ell^{1-}_{(aq)}$$

O processo de equilíbrio químico e o conhecimento de que esse é um fenômeno que ocorre em reações reversíveis, ou seja, aquelas que podem ocorrer em qualquer sentido reacional e independentemente do tempo de reação. Esse equilíbrio dinâmico ocorre devido ao fato de as reações estarem ocorrendo continuamente.

Nesse momento, espera-se que o estudante consiga responder quais os fatores que influenciam no deslocamento do equilíbrio químico, e sugere-se reforçar que existem três fatores que podem gerar essa espécie de "perturbação" numa reação em equilíbrio químico, e assim provocar o seu deslocamento, que são: concentração das substâncias participantes na reação, temperatura e pressão. Sugere-se realizar a contextualização de que é possível visualizar isso com o sal cloreto de cobalto; pois ele muda de cor de acordo com a umidade do ar, e que esse equilíbrio pode ser deslocado para a direita, deixando o sal rosa, ou para a esquerda, ficando com a cor azul.

Sugere-se destacar aos estudantes que existem dois fatores no caso dos "galinhos do tempo" que podem deslocar o equilíbrio iônico dessa reação, que são:

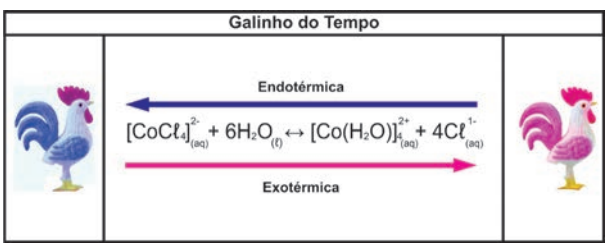
a) concentração (grau de hidratação), quando o tempo está seco o sal fica anidro, visto que a quantidade de água na atmosfera é baixa, o equilíbrio se desloca no sentido da reação inversa, de formação da água e do íon $[CoCl_4]^{2-}$. Assim, o sal fica azul, indicando que o tempo está seco, sem previsão de chuva, porém, quando o ar está úmido a reação é deslocada no sentido da reação direta de formação do sal hidratado ($[Co(H_2O)_6]^{2+}$), que é rosa. Portanto, quando o galo fica rosa, indica tempo úmido, com possibilidade de chuva.

Espera-se que o estudante compreenda que, quando aumentamos a concentração de um ou mais reagentes, o equilíbrio se desloca no sentido da reação direta, isto é, de formação dos produtos e consumo dos reagentes. Porém, se aumentarmos a concentração de um ou mais produtos, ocorrerá o contrário, a reação se deslocará no sentido inverso, para a esquerda, ou seja, no sentido de formação dos reagentes.

b) temperatura (variação de temperatura), em dias quentes (temperatura alta) o equilíbrio da reação se desloca no sentido da reação que absorve calor (endotérmica), que, nesse caso, é a inversa. O galo fica, então, azul, confirmando que o tempo será de calor.

Já em dias frios, a temperatura baixa faz com que o equilíbrio seja deslocado no sentido da reação que libera calor (exotérmica), que, no exemplo considerado aqui, é a direta. Nesse caso, o galinho do tempo fica rosa, confirmando que será um dia frio, como disposto na figura 1. Espera-se que o estudante compreenda que o aumento de temperatura favorece reações endotérmicas, e a diminuição de temperatura favorece reações exotérmicas.

Professor, como sugestão, crie um jogo de cartas para explicar a reação química envolvida no processo, recomenda-se que, para o desenvolvimento do jogo de cartas, os estudantes possam utilizar papel sulfite, cartolina, papel cartão, entre outros, ou desenvolver um modelo digital. Deve-se orientar os estudantes a construírem, em grupo, um painel com a indicação na parte superior do título do jogo, ou seja, "Galinho do tempo", abaixo do título, os estudantes devem demonstrar a reação reversível que ocorre entre os íons cobalto (composto presente no galinho do tempo) e a diferença de cor que ocorre nesse processo, como mostra a Figura 2.



Galinho do tempo. Elaborado para o material

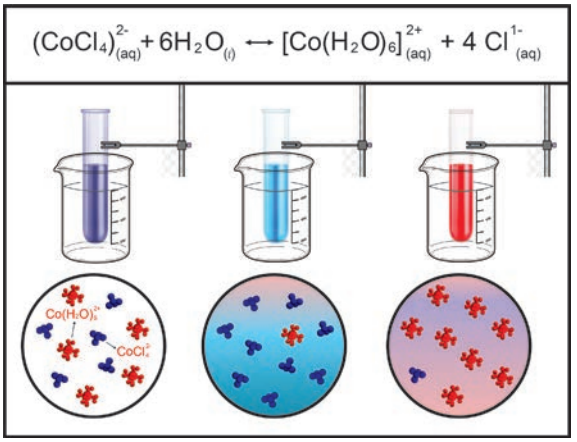
Solicite aos alunos que façam oito fichas conforme tabela abaixo:

Adicionou-se $[Co(H_2O)_6]^{2+}_{(aq)}$	Adicionou-se $4Cl^-$
Adicionou-se $(CoCl_4)^{2-}_{(aq)}$	Adicionou-se $6H_2O_{(l)}$
Retirou-se $[Co(H_2O)_6]^{2+}_{(aq)}$	Retirou-se $4Cl^-_{(aq)}$
Retirou-se $(CoCl_4)^{2-}_{(aq)}$	Retirou-se $6H_2O_{(l)}$
	

Equilíbrio galinho do tempo. Elaborado para o material

Ao finalizar o jogo, espera-se que o estudante, compreenda a influência da temperatura no equilíbrio químico, segundo o Princípio de Le Chatelier.

Para concluir a Atividade 3.1, sugere-se que seja demonstrado ao estudante como ocorreu o rearranjo molecular de forma microscópica. Para subsidiar, sugere-se a imagem abaixo.



Equilíbrio macro x micro. Elaborado para o material

Sugestão:

"Galinho do tempo: um jogo didático para auxiliar o ensino aprendizagem do conteúdo equilíbrio químico no ensino médio". Disponível em **https://cutt.ly/8TLCe68.** Acesso em: 05 jul. 2021.

3.2 Equilíbrio Químico e o Processo de Haber-Bosch

Em grupos, assista ao vídeo "Tudo se transforma, Reações Químicas, Fritz Haber e a síntese da amônia", elabore um painel (físico ou virtual) com as principais ideias apresentadas no decorrer da Situação de Aprendizagem 2, apresente sua produção e socialize saberes com os colegas. Para organizar o painel, atenda aos itens:

- Equilíbrio químico.
- Fatores que alteram o equilíbrio químico.
- Influências na produção da amônia pelo processo de Haber-Bosch. Represente a reação e utilize gráfico.

Sugestão:

Vídeo: Tudo se transforma, Reações Químicas, Fritz Haber e a síntese da amônia. Disponível em: **https://youtu.be/pgt5Az5fnuE**. Acesso em: 09 jun. 2021.

Sugestão:

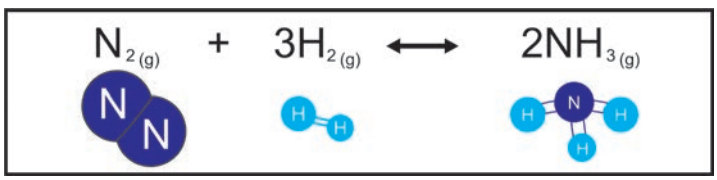
Equilíbrio Químico e a Síntese de Haber-Bosch. Disponível em: **https://cutt.ly/GWp27zh**. Acesso em: 23 jun.2021.

Processo de Haber-Bosch **https://cutt.ly/VTNdILd** . Acesso em: 31 ago. 2021.

Professor, espera-se que, nesta atividade, os estudantes compreendam o processo de produção da amônia (NH_3) pelo processo de Haber-Bosch, a partir do gás nitrogênio (N_2) e do gás hidrogênio (H_2), sendo um dos processos utilizados pela indústria, que abrange o princípio de Le Chatelier. É importante destacar para os estudantes que as condições de equilíbrio durante a produção da amônia pelo processo de Haber-Bosch envolvem a pressão, pois a quantidade de amônia formada é menor que o volume de nitrogênio, mais o do hidrogênio, e o aumento de pressão – de acordo com o "Princípio de Le Chatelier", leva a uma maior porcentagem de amoníaco no equilíbrio.

Espera-se que o estudante responda que equilíbrio químico é o estado que ocorre dentro de uma reação química em que a concentração dos reagentes e produtos permanece constante, e a velocidade das reações permanece a mesma. A reação química pode ocorrer de forma direta, quando os reagentes se transformam em produtos, mas também pode ocorrer de forma inversa, quando os produtos se transformam em reagentes. O equilíbrio químico acontece quando a velocidade das duas reações, direta e inversa, permanecem as mesmas, fazendo com que o valor da concentração de produtos e reagentes sempre se mantenham constantes. Quando o equilíbrio é atingido, as reações continuam acontecendo, porém, na mesma velocidade, então as velocidades permanecem constantes.

Professor, em relação à segunda parte do questionamento, espera-se que o estudante responda que, quando um sistema em equilíbrio sofre qualquer perturbação externa, o equilíbrio se desloca no sentido oposto ao da perturbação. Essa perturbação externa trata-se da alteração das condições de pressão, temperatura e concentração, o Princípio de Le Chatelier dos tipos de perturbações do equilíbrio. Que um dos processos utilizados, atualmente, pela indústria, e que abrange o equilíbrio químico no processo industrial (Princípio de Le Chatelier), é o processo para a síntese de amoníaco (NH_3) pelo processo de Haber-Bosch, representado pela equação química abaixo:



Equilíbrio da amônia. Elaborado para o material

Em relação ao fator concentração, espera-se que o estudante compreenda que, após a adição de uma substância a uma reação, o seu equilíbrio será deslocado no sentido do consumo dessa substância. Porém, se aumentarmos a concentração de um ou mais produtos, ocorrerá o contrário, a reação se deslocará no sentido inverso, para a esquerda, ou seja, no sentido de formação dos reagentes.

A síntese de Haber-Bosch é um exemplo de equilíbrio químico, pois, a reação química $N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \leftrightarrow 2\ NH_{3(g)}$, ocorre com redução de volume, consequentemente, um aumento de pressão irá deslocar o equilíbrio para a direita, aumentando o rendimento da reação, ou seja, a produção de NH_3.

A adição de $N_{2(g)}$ a essa reação irá aumentar a concentração dessa substância no meio, e isto provocará um deslocamento do equilíbrio dessa reação para a direita, ou seja, no sentido do consumo do $N_{2(g)}$. Por sua vez, se for retirada uma certa quantidade de $N_{2(g)}$ da reação, diminuindo a concentração dessa substância no sistema, haverá um deslocamento desse equilíbrio para a esquerda, ou seja, no sentido da formação de mais desse composto. Para os outros compostos presentes nessa reação, utiliza-se o mesmo princípio para analisar o deslocamento do equilíbrio da reação de acordo com a adição ou consumo de substâncias.

Em relação ao fator temperatura no equilíbrio, uma das reações é endotérmica (absorve calor) e a outra é exotérmica (libera calor). O aumento da temperatura provoca o deslocamento no sentido endotérmico da reação, enquanto uma diminuição da temperatura favorece o sentido da reação que libera calor, a exotérmica.

A reação de produção de amônia pelo processo de Haber Bosch é exotérmica, se a temperatura for baixa, as velocidades das reações direta e inversa serão também baixas, e o equilíbrio também será deslocado depois de muito tempo, portanto, a reação direta (de formação da amônia) é exotérmica, mas a reação inversa, a qual forma gás nitrogênio e gás hidrogênio, é endotérmica.

Em relação a pressão, a variação da pressão só deslocará os equilíbrios que envolvem substâncias gasosas. Quando se aumenta a pressão de um dado sistema, o equilíbrio é deslocado no sentido de menor volume da reação. Por outro lado, se diminuirmos a pressão, o deslocamento do equilíbrio será no sentido da reação em que há expansão do volume.

Professor, sugere-se citar, brevemente, os catalisadores, pois esses, muitas vezes, estarão conectados a perguntas sobre o equilíbrio químico. Nesse momento, espera-se que os estudantes compreendam que os catalisadores são substâncias capazes de acelerar uma reação química, sendo assim, diferente dos exemplos de perturbações do equilíbrio, eles não entram nesse contexto, pois aumentar a velocidade de uma reação não significa alterar o equilíbrio.

Em relação à representação gráfica, espera-se que o estudante reconheça pelo gráfico que, com o passar da reação, a concentração do H_2 e do N_2 tende a diminuir, enquanto a concentração do NH_3 tende a aumentar. A interpretação para isso é que os gases N_2 e H_2 são consumidos durante a reação. Enquanto isso, o NH_3 está sendo formado. A partir de um certo instante, as concentrações tornam-se praticamente constantes. Nesse caso, atingiu-se o equilíbrio.

Ao final, espera-se que os estudantes, em grupo, desenvolvam um painel (físico ou virtual), tendo como orientador as respostas da questão-problema. A sistematização dos conhecimentos aprendidos nesta Situação de aprendizagem tem como finalidade estabelecer os conhecimentos, habilidades e competências a serem adquiridos por eles.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3

EFEITOS DA INTERVENÇÃO HUMANA NO AMBIENTE - PARTE 1

Competências gerais:

1. **Conhecimento:** Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. **Pensamento científico, crítico e criativo:** Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
10. **Responsabilidade e cidadania:** Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, para tomar decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Competências específicas da área:

2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Unidade temática: Vida, Terra e Cosmos; Tecnologia e Linguagem Científica.

Objetos de conhecimento: Ciclos biogeoquímicos (toxicidade das substâncias químicas, tempo de permanência dos poluentes, reações químicas, transferências de energia e impactos ambientais e na saúde dos seres vivos).

Orientações gerais: a Situação de Aprendizagem 3 do Volume 1 da 2ª série do Ensino Médio apresenta como título "Efeitos da intervenção humana no ambiente- Parte 1", que dará continuidade na próxima S.A. A proposta é retomar os ciclos biogeoquímicos com os efeitos das queimadas no Pantanal, ampliando para o uso no cotidiano e na agricultura. Dessa forma, o estudante poderá avaliar essas intervenções humanas de forma positiva ou negativa a fim de prever os efeitos na saúde e no meio ambiente.

Para o desenvolvimento das atividades desta Situação de Aprendizagem, sugerem-se metodologias que promovam a reflexão, a criatividade e o debate, que instiguem a participação de todos os estudantes, com o intuito de diagnosticar e verificar os conhecimentos prévios, as experiências e a percepção do cotidiano dos estudantes.

Na Situação de Aprendizagem 3 foram propostas atividades que preveem o uso de estratégias como análise de imagem, roda de conversa, pesquisa, seminário, rotação por estações, leitura compartilhada, uso de aplicativo digital para análise da situação atual das queimadas, vídeos, sala de aula invertida, criação de podcast e textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza. As atividades realizadas em duplas e em grupos visam, além do desenvolvimento cognitivo, ao desenvolvimento de competências socioemocionais, como exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação.

Na avaliação, o professor poderá utilizar a avaliação formativa, acompanhar e levar em conta todos os momentos da situação de aprendizagem, com a análise do conhecimento prévio, das participações e produções (leitura colaborativa, debates, fichamento, mural virtual), das apresentações (individuais e coletivas), da participação, do envolvimento do estudante na realização do trabalho em equipe e do avanço alcançado no decorrer do desenvolvimento das atividades. Para a recuperação, é importante que seja realizada durante todo o processo, com atividades diversificadas, com o intuito de retomar alguns objetos de conhecimento e habilidades essenciais e coligadas que sejam necessárias para a aprendizagem, esclarecer possíveis dúvidas e desenvolver as habilidades previstas.

MOMENTO 1 - QUEIMADAS NO PANTANAL E AS INFLUÊNCIAS NOS CICLOS DA MATÉRIA

1.1 Analise a imagem, responda às questões e participe de uma roda de conversa com os colegas.

a) A queima de florestas é um problema natural ou é causado por interferências humanas? Justifique sua resposta.
b) Quais tipos de ecossistemas e ambientes poderiam ser impactados com as queimadas?

c) O que você sabe sobre os incêndios florestais no mundo?



Imagem 01: Planeta em chamas. Fonte: Pixabay

A Atividade 1.1 prevê uma roda de conversa, com objetivo de valorizar o conhecimento prévio dos estudantes e diagnosticar previamente os saberes e concepções dos estudantes sobre as queimadas. É possível discutir sobre os impactos de curto e longo prazo.
Durante a roda de conversa, sugere-se incentivar os estudantes a expor suas ideias sem constrangimentos, recomenda-se não advertir o estudante com "certo" ou "errado", pois, durante os estudos, o professor terá a oportunidade de fazer as intervenções necessárias, assim como, ao finalizar o Momento 1, pode-se retomar as questões, proporcionar oportunidades de reelaboração de hipóteses iniciais e ressignificar conhecimentos.

1.2 Em grupos, realize uma pesquisa, responda às questões, crie um episódio no podcast e socialize com seus colegas.

Sugestões:

Queimadas. Disponível em: **https://cutt.ly/3TNxVc0**. Acesso em: 07 jul. 2021.

Chuva preta e dias escuros: como queimadas no Pantanal e Amazônia podem afetar outras regiões. Disponível em: **https://cutt.ly/pTNx9KK**. Acesso em: 07 jul. 2021.

a. O que são queimadas? Quais as principais causas?

Espera-se que os estudantes definam que as queimadas são incêndios de matos e arvoredos; realizadas tanto em áreas florestais como em áreas de pastagens.
As causas são diversas, podem ser naturais, causada por raios (descarga elétricas), vulcões, provocadas por seres humanos em caso de limpezas, promovidas por agricultores e pecuaristas em áreas de pastagens ou de agricultura, podem ser originadas por fumantes que descartam bituca de cigarro de forma incorreta, provocada por queima de lixo, por queda de balões, e até mesmo por incendiários, de forma criminosa.

b. Quais são as implicações das queimadas, considerando a maior parte dos casos?

Espera-se que os estudantes comentem que as implicações das queimadas, de modo geral, são prejudiciais. Pois geram destruição do meio ambiente, desmatamentos, perda da biodiversidade, destruição da flora e da fauna, aumento das erosões de solo, emissão de gases poluentes na atmosfera e materiais particulados, que causam queda da qualidade do ar, fazem mal à saúde dos seres vivos, quando inalados podem causar bronquite, sinusite e rinite. Porém, além dos impactos a curto prazo, ainda acarreta desequilíbrio ecossistêmico, ocasionando transformações de ciclos naturais, perda de habitat e aumento do efeito estufa.

c. As queimadas no Pantanal, no estado de Mato Grosso, poderiam ocasionar fenômenos em outros estados? Justifique sua resposta com notícias e fatos verídicos.

Espera-se que os estudantes comentem que as queimadas podem provocar fenômenos em escala local e global. No dia 19 de agosto de 2019, o céu da capital paulista escureceu repentinamente às 15 horas. Pesquisadores e especialistas descreveram o fenômeno, relacionando-o com as queimadas na Amazônia. O grande volume de fumaça, as partículas poluentes, interagiram com as nuvens e provocaram a formação do "smog fotoquímico". Isso fez com que grande parte da radiação solar refletisse de volta para o espaço, a capital paulista, que estava abaixo das nuvens escuras, escureceu.

Espera-se, também, que os estudantes comentem que as ocorrências de chuvas escuras em municípios de Santa Catarina foram contaminadas por partículas de fumaça de incêndios do Pantanal.

d. Quais tipos de poluentes poderiam ter sido liberados na atmosfera pela fumaça das queimadas do Pantanal?

Espera-se que os estudantes comentem que as queimadas liberam fuligem, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), sulfetos, partículas aerossóis e outros componentes em pequena quantidade.

e. As queimadas alteram os ciclos naturais? Quais ciclos biogeoquímicos sofreriam maior influência?

Espera-se que os estudantes comentem que as queimadas, de forma geral, alteram os componentes químicos da atmosfera. Grande parte dos ciclos biogeoquímicos são alterados, pois há partículas tóxicas que são liberadas na fumaça, contaminando o ar. Algumas partículas solubilizam-se nas moléculas de água e provocam uma chuva amarelada, ou até mesmo escura, chamada chuva negra, e a chuva ácida, que poderá alterar o pH de solos e águas. Elas alteram os componentes da atmosfera, provocam contaminação do solo, rios, e mares, e, por consequência, afetam os principais ecossistemas. De acordo com alguns pesquisadores, um dos ciclos mais evidentes de alteração na Amazônia, provocado pelas queimadas, é o ciclo do carbono, do nitrogênio e da água. O ciclo do nitrogênio é essencial para nutrir as plantas. Os desequilíbrios causados pelas queimadas alteram o solo, podendo causar grandes impactos na flora e na fauna. As alterações no ciclo do carbono e no ciclo da água, pode resultar em impactos globais, como efeito estufa e aquecimento global, alterações climáticas como: chuvas em excesso, calor intenso, geadas, secas e outros fatores que poderão favorecer mais queimadas.

Vale destacar a importância de recordar estudos do EF Anos Finais e da 1ª série do EM, em que os estudantes estudaram os ciclos biogeoquímicos, o efeito estufa, aquecimento global e as mudanças climáticas no planeta. Na retomada de aprendizagens, pode-se utilizar o fluxograma que eles produziram no 1º EM, ou utilizar imagens que demonstrem os ciclos do nitrogênio, do carbono e da água.

Sugestão:

Banco de dados de Queimadas – INPE Programa Queimadas. Disponível em: **https://cutt.ly/MTLj6as**. Acesso em: 30 jun. 2021.

Sugestão:

Pantanal, tudo fica bem quando o fogo se apaga? Disponível em: https://cutt.ly/QTLkx6J. Acesso em 02 jul. 2021.

Podcast. O Pantanal e o fogo Ep. 37, 11ª Temporada (16 nov. 2020). Disponível em: https://cutt.ly/iTLkMUi. Acesso em: 02 jul. 2021.

Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta. Disponível em: https://cutt.ly/dTLkKRE. Acesso em: 04 de ago. 2021.

Professor, esta atividade prevê estudos sobre as queimadas no pantanal e as influências nos ciclos da matéria, fazendo retomada dos ciclos biogeoquímicos. Com os estudos, pretende-se ampliar conhecimentos sobre os principais tipos de queimadas, refletir sobre as causas e consequências, bem como fazer considerações sobre os efeitos das queimadas no meio ambiente, e seus impactos nos ecossistemas.

Como metodologia, sugere-se a **sala de aula invertida**, em que o professor dividirá os estudantes em grupos produtivos e solicitará a leitura, orientando para que os estudantes respondam às questões previamente, e elaborem um podcast sobre o tema, para apresentar na próxima aula. O episódio em podcast pode ser criado de diversas formas, contando com a criatividade dos estudantes. Pode-se ter a participação de convidados (biólogos, ambientalistas, criadores de gados, representantes da sociedade e outros) para debater o assunto.

Todos os integrantes dos grupos devem estar envolvidos na elaboração e produção do podcast, a apresentação pode ser feita por um representante de cada grupo. Recomenda-se que o professor esteja atento aos principais conceitos abordados e instigue os estudantes a compartilhar suas produções. Na apresentação, os demais grupos poderão fazer apreciações ou considerações que ampliem saberes, com apoio e mediação do professor.

Após a socialização dos episódios de podcast, sugere-se fazer uma votação, para escolha do podcast que mais se destacou, e, posteriormente, agendar socialização do podcast vencedor aos estudantes e comunidade escolar.

A avaliação poderá ser feita por meio das observações e registros do professor quanto às respostas das questões, a participação dos estudantes na realização da pesquisa, no trabalho colaborativo, assim como considerar a coerência conceitual, a criatividade e a oralidade na produção dos podcasts. Vale destacar que este é um momento muito importante, pois os estudantes estão passando da condição de consumidores para produtores de conhecimentos.

1.3 Analise a situação atual das queimadas por meio de aplicativo digital. Faça um estudo das informações reais via satélite, explore os recursos do aplicativo, preencha a tabela abaixo e debata com os colegas sobre as interferências humanas no planeta.

Sugestão:

Banco de dados de Queimadas – INPE Programa Queimadas - Situação Atual. Disponível em: **https://cutt.ly/4TLlgJU**. Acesso em: 07 jul. 2021.

Maior número de focos por país:	Brasil
Por Estado no Brasil:	Mato Grosso do Sul
Comparativo: nos últimos sete anos no Brasil: 2015 = 18.600, 2016 = 27.505, 2017 = 16.767, 2018 = 19.157, 2019 = 26.344, 2020 = 26.237, 2021 = 24.090	

Professor, esta atividade prevê pesquisa e constatação de informações reais via satélite quanto aos registros de queimadas, por meio do aplicativo digital, pode-se analisar informações verídicas, obtidas por satélite. Pode-se identificar foco de queimadas por país, por estado, por município, por bioma, explorar características específicas de cada região, fazer comparações entre os dados nos últimos anos e observar outros aspectos (nuvens, risco de fogo e fumaça). Para explorar integralmente os diversos aspectos, sugere-se convidar o professor de Biologia e de Geografia para alinhamento da proposta de ensino interdisciplinar.

Para concluir o Momento 1, sugere-se retomar o debate da Atividade 1.1, com as questões da roda de conversa:

A combustão de florestas é um problema natural, ou é causado por interferência humana? Justifique sua resposta.

Quais tipos de ecossistemas e ambientes poderiam ser impactados com as queimadas?

O que você sabe sobre os incêndios florestais no mundo?

Neste momento, espera-se que os estudantes demonstrem ampliação de conhecimentos sobre os principais tipos de queimadas no Brasil e no mundo, podendo validar suas hipóteses iniciais e/ou proporcionar oportunidades para reelaborar suas concepções iniciais.

A análise de dados para constatação de informações pode ampliar conhecimentos sobre a ocorrência de queimadas, e provocar reflexão sobre as interferências humanas no planeta.

MOMENTO 2 - EFEITOS DA QUEIMA NO COTIDIANO E NA AGRICULTURA

2.1 Observe as imagens a seguir, responda às questões em seu caderno e compartilhe com seus colegas.

a) O que as imagens representam?
Resposta pessoal

b) Você tem hábito de atear fogo? De que forma?
Resposta pessoal

c) Quais riscos a “queima” pode oferecer para a saúde do ser humano e para o meio ambiente?
Resposta pessoal



Imagem 01: Queimadas. Fonte: Pixabay

Professor, o Momento 2 propõe o estudo e aprofundamento dos efeitos de intervenções humanas no ecossistema e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com o enfoque nas "queimadas" utilizadas no cotidiano e na agricultura. Dessa forma, o estudante poderá avaliar essas ações humanas de forma positiva ou negativa, a fim de prever os efeitos na saúde e no meio ambiente.

A Atividade 2.1 propõe o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes sobre o hábito de "atear fogo" e as consequências para a saúde humana e o meio ambiente. Para isso, sugere-se a utilização de algumas imagens e questionamentos.

Com essa atividade, o professor poderá conhecer um pouquinho mais sobre os seus estudantes e sobre o conhecimento a respeito dos impactos causados pela queima para o meio ambiente e saúde. Por meio da "**Roda de Conversa**", os estudantes poderão se colocar diante dos questionamentos, permitindo momentos de reflexão e discussão sobre o uso de combustíveis e das substâncias produzidas. Também, pode-se resgatar alguns acontecimentos (local/global) que causaram a intoxicação de pessoas pela inalação da fumaça, levando-as até a morte.

Como sugestão, o professor poderá propor aos estudantes, como forma de contribuir com a "Roda de Conversa", a realização de uma entrevista com as pessoas mais próximas (amigos, família, vizinhos etc.) sobre o "costume de atear fogo". Pode-se utilizar as questões anteriores, ou elaborar novas, e registrar em um mural ou cartaz, a fim de sistematizar os dados e apresentar aos colegas.

É importante ressaltar que o tema será aprofundado nas próximas atividades.

Durante a realização da atividade, o professor poderá avaliar, observando a participação dos estudantes quanto ao engajamento na elaboração e apresentação das respostas, dificuldades apresentadas e respeito com os colegas.

2.2 Leia a reportagem **"ONU alerta para poluição causada pela queima do lixo plástico"** e assista ao vídeo **"Queima de resíduos plásticos é uma das principais fontes de poluição do ar"**. Responda às questões e socialize com os colegas.

a) Segundo o Programa da ONU para o Meio Ambiente, qual é a principal fonte de poluição do ar?

De acordo com o Programa da ONU para o Meio Ambiente, 40% de todo o lixo do mundo é queimado. A incineração de resíduos plásticos a céu aberto é uma das principais fontes de poluição do ar, visto que o plástico representa cerca de 12% da maior parte dos resíduos sólidos municipais.

b) Quais são as principais substâncias tóxicas liberadas na queima dos plásticos? Quais os principais riscos para o meio ambiente?

A queima de plásticos libera gases tóxicos na atmosfera, como dioxinas, furanos, mercúrio e bifenilos policlorados, mais conhecidos pela sigla PCB. A prática representa uma ameaça à vegetação e à saúde humana e animal.

As dioxinas se depositam em plantações e nos cursos de água, onde acabam entrando nos alimentos e, consequentemente, nos corpos dos seres humanos. Essas dioxinas são poluentes orgânicos persistentes e potencialmente letais.

A queima de plástico também libera o carbono negro, sob a forma de fuligem, que contribui com as mudanças climáticas e a poluição do ar, e ftalatos, substâncias químicas que dão ao plástico algumas de suas características mais apreciadas, como flexibilidade e suavidade.

c) Realize uma pesquisa sobre as substâncias apresentadas no item anterior, contemplando sua composição química, exemplos de itens que podem liberar tais substâncias e riscos para a saúde humana quanto à exposição. Complete o quadro a seguir e compartilhe com os colegas.

Substâncias tóxicas	Composição Química	Exemplos	Riscos
Dioxinas	$C_{12}H_8$-xClxO_2 (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD))	Queima de plástico, de papel, de pneus e de madeira tratada com pentaclorofenol.	Podem causar câncer e prejudicar a tireoide e o sistema respiratório.
Furanos	$C_{12}H_8$-xClxO	Incêndios florestais, processos industriais (incineração de resíduos, produção de materiais, branqueamento de papel).	Lesões na pele, alterações no fígado, danos aos sistemas imunológico, nervoso, endócrino e às funções reprodutivas.
Mercúrio	Pode ser encontrado na forma elementar ou metálica (Hg^0), Metilmercúrio $[CH_3Hg]^+$ (composto orgânico) ou mercúrio inorgânico.	Queima de carvão, petróleo e madeira, fabricação de termômetros e lâmpadas fluorescentes que utilizam o **mercúrio** como matéria-prima, descarte inadequado do **mercúrio** após sua utilização em processos industriais, e de produtos eletroeletrônicos, mineração do ouro.	Quando inalado na forma de vapor, danifica os sistemas imunológico e nervoso central, tireoide, rins, pulmões e olhos. Os sintomas incluem febre, tremores, reações alérgicas, insônia, perda de memória, dores de cabeça, disfunção motora, distúrbios neurológicos e comportamentais.

Substâncias tóxicas	Composição Química	Exemplos	Riscos
Bifenilos policlorados (PCB)	$C_6H_{10-n}Cl_n$	Incineradores de resíduos, queima de resíduos perigosos em fornos de cimento, produção de celulose (processos de branqueamento) e processos térmicos na indústria metalúrgica.	Danos nos fígados, problemas oculares, dores abdominais, alterações nas funções reprodutivas, fadiga e dores de cabeça, além de serem cancerígenos.
Ftalatos	Exemplo: di(2-etilhexil) ftalato (DEHP, sigla em inglês).	Embalagens para alimentos, copos plásticos, tubos de PVC, brinquedos etc.	Problemas nos rins, fígado, pulmões e testículos (fertilidade), problemas neonatais entre bebês, alergias e tipos de asma.
Carbono negro	Composto essencialmente por Carbono.	Motores a diesel que são usados para o transporte ou para fins industriais. Fornos alimentados por carvão ou madeira. Queima de biomassa, tanto naturais como artificiais. Processos industriais que queimam carvão ou derivados de petróleo em caldeiras de pequeno porte.	Câncer de pulmão.

Sugestões

ONU alerta para poluição causada pela queima de lixo plástico. Disponível em: **https://cutt.ly/NTLIYA6**. Acesso em: 07 jul. 2021.

Queima de resíduos plásticos é uma das principais fontes de poluição do ar. Disponível em: **https://youtu.be/yMosAVZtMao**. Acesso em: 07 jul.2021.

Professor, a Atividade 2.2 propõe o aprofundamento dos estudos envolvendo a prática "comum" de queimar lixo, levando o estudante a refletir e escrever sobre as principais substâncias tóxicas liberadas e os riscos envolvidos na saúde e meio ambiente.

Para isso, sugere o uso da reportagem **"ONU alerta para poluição causada pela queima do lixo plástico" e do vídeo "Queima de resíduos plásticos é uma das principais fontes de poluição do ar".** O professor poderá realizar a leitura compartilhada de forma a facilitar a compreensão do texto, permitindo a retomada de conceitos anteriores, busca de significados de palavras desconhecidas pelos estudantes, evidência de palavras-chave fundamentais

para o seu entendimento. Após a leitura, os estudantes poderão responder aos questionamentos dos itens **a)** e **b)** e realizar uma pesquisa no item **c),** com o intuito de completar o quadro com as substâncias envolvidas na queima do lixo plástico, destacando a composição química, exemplos de situações/materiais que podem liberar essas substâncias e principais riscos à saúde humana com a sua exposição. Para a realização do item **c),** é importante que o professor oriente em relação à busca, interpretação e seleção de fontes confiáveis de informações. Finalizando a atividade, os estudantes poderão socializar as respostas oralmente, podendo-se utilizar um recurso digital.

A avaliação poderá ser feita pelo professor quanto à participação dos estudantes durante a realização da leitura compartilhada, pesquisa, resolução e socialização das questões, observando o desenvolvimento cognitivo, envolvimento, empatia e respeito com os outros.

2.3 Em grupo, realize uma pesquisa sobre o **"Uso das queimadas na agricultura e suas consequências no ecossistema aquático e terrestre e na saúde humana"**, responda às questões encontradas em cada estação e socialize com seus colegas.

Estação 1: Escreva sobre as motivações que levam o agricultor a usar fogo como ferramenta na agricultura.

Na Estação 1, espera-se que os estudantes escrevam que os agricultores fazem uso do fogo por diversos motivos, tais como: limpeza e preparo do solo antes do plantio; construção de aceiros nas áreas de produção, que são faixas livres de vegetação (o solo fica descoberto), que atua como barreira para retardar ou impedir o progresso de incêndio florestal; queima do lixo doméstico e dos resíduos oriundos da agricultura (técnica da coivara); facilidade de execução e pelo "sentimento de controle", isto é, excesso de confiança de que se pode controlar a situação e que não existe fator de perigo; dificuldade de utilizar a máquina para o preparo do solo quando o capim está muito alto; recuperação florestal, para aumentar as qualidades nutricionais do solo e preparar a área para o cultivo por meio da cinza, que pode, por exemplo, aumentar enormemente a quantidade de potássio, cálcio e magnésio disponíveis nos solos.

Estação 2: Escreva sobre o incêndio florestal e a queima controlada.

Na Estação 2, espera-se que os estudantes escrevam que o incêndio florestal é a ocorrência do fogo em qualquer forma vegetativa de forma natural ou antrópica.

A queima controlada ocorre com a utilização do fogo de forma planejada, para determinado objetivo, como fator de produção e manejo em atividades agropastoris ou florestais, e para fins de pesquisa científica e tecnológica, em áreas com limites físicos previamente definidos. Essa técnica também é utilizada para produzir uma área de isolamento contra queimadas naturais.

Para a realização da queima controlada com segurança, é importante que faça a análise detalhada das condições do terreno, especialmente topografia, características da vegetação (quantidade, condição e distribuição) e variáveis meteorológicas (intensidade e direção do vento predominante, temperatura, umidade, incidência de luz, dentre outros), mediante prévia aprovação do órgão ambiental competente, responsável pelos critérios de monitoramento e controle.

Com a utilização da queima controlada, alguns efeitos negativos podem ocorrer como: o empobrecimento gradual do solo, a perda da biodiversidade, danos à rede de transmissão elétrica, entre outros.

Estação 3: Escreva sobre os efeitos dos resíduos das queimadas para a saúde humana.

Na Estação 3, espera-se que os estudantes escrevam sobre o perigo de inalar os resíduos das queimadas (formados por uma mistura de compostos químicos). Possuem partículas de vários tamanhos, e as menores (finas ou ultrafinas), ao serem inaladas, percorrem todo o sistema respiratório, chegando até a corrente sanguínea. Estes (e em especial o material particulado em suspensão) provocam aumento de doenças respiratórias e diminuição da função pulmonar em crianças, aumento da mortalidade em pacientes com doenças cardiovasculares e/ou pulmonares, aumento e piora dos ataques de asma em asmáticos, aumento de casos de câncer devido a efeitos de partículas cuja composição química contém componentes carcinogênicos.

Os estudantes também poderão escrever especificamente sobre o efeito do monóxido de carbono para a saúde humana. Os sintomas dependem da concentração de CO no ar atmosférico, e do tempo de exposição ao gás. Uma exposição rápida ao gás pode levar a desmaios, sensação de confusão, náusea e dores de cabeça. Quando o tempo de inalação aumenta, os sintomas agravam-se e podem causar intoxicação do sistema nervoso central, convulsões, diminuição na frequência cardíaca e na respiração, provocando a morte do organismo.

O monóxido de carbono é difundido pelos vasos sanguíneos, combinando-se com a hemoglobina, responsável pelo transporte do O_2 pelo corpo humano, ocorrendo a formação da carboxi-hemoglobina. O CO possui cerca de 200 vezes mais afinidade com a hemoglobina que o gás oxigênio e, ao ligar-se a ela, diminui a quantidade de hemoglobina disponível para o transporte de O_2 pelo corpo humano.

Estação 4: Escreva sobre os efeitos das cinzas de queimadas no ecossistema aquático e no terrestre.

Espera-se que após a realização da pesquisa os estudantes escrevam sobre a importância de conhecer a composição química das cinzas para saber os efeitos ambientais (positivos ou negativos) provocados por elas. Vale ressaltar que o tipo de vegetação queimada e de solo do local onde ocorreu o fogo têm um papel fundamental nessa composição.

As cinzas das queimadas podem causar efeitos positivos ao solo, pois são compostas por grande quantidade de nutrientes (cálcio, fósforo, magnésio, nitrogênio, entre outros) que o fertilizam, e, por isso, favorecem o crescimento de plantas. Além disso, o fogo é importante para a germinação das sementes de algumas espécies nativas e para ocupação da área por espécies exóticas. A presença das cinzas também tem forte influência na revegetação das áreas queimadas, mantendo, após algum tempo de recuperação, parte das espécies nativas.

As cinzas das queimadas também podem trazer efeitos negativos como a alteração da composição química do solo e da água, sobretudo nos parâmetros pH e oxigênio dissolvido, fatores esses limitantes para a sobrevivência de algumas espécies. Conforme apresentado na notícia “Pesquisas comprovam efeitos danosos das cinzas de queimadas no solo e na água”, em alta concentração de cinzas (a partir de 50 gramas de cinza em um litro de água), as espécies aquáticas e os organismos de solo não sobrevivem. Os compostos nitrogenados e potássio presentes nas cinzas podem afetar a qualidade da água com a sua solubilização, e, em altas concentrações, tornam-se tóxicos às espécies aquáticas e aos organismos do solo. Na concentração de 12 gramas de cinza em um litro de água, os peixes já apresentaram redução de percentual de ovos eclodidos, comprometendo a evolução da espécie. A reprodução dos caramujos e de vermes de solo foi afetada com a presença de cinzas, existindo o risco de, ao longo do tempo, levar à extinção das espécies.

Sugestões:

Uso da queimada para preparo de solo | Pastagem. Disponível em: **https://youtu.be/BT_O0h6rgQE**. Acesso em: 04 ago. 2021.

Queima controlada. Disponível em: **https://cutt.ly/nWMQlh2**. Acesso em: 04 ago. 2021.

A Química por trás das queimadas: conselheiro do CRQ MT descreve impactos do fogo na saúde e natureza. Disponível em: **https://cutt.ly/DWMWJ2z**. Acesso em: 13 jul. 2021.

Queimadas e recursos hídricos: efeitos das cinzas sobre os ecossistemas aquáticos. Disponível em: **https://cutt.ly/MWMWDiH**. Acesso em: 04 ago. 2021.

Professor, a atividade 2.3 tem objetivo de aprofundar os estudos sobre o uso do fogo como ferramenta na agricultura, também, o estudante terá oportunidade de conhecer um pouco sobre a queima controlada, os efeitos dos resíduos das queimadas no ecossistema aquático e terrestre e na saúde humana.

Para isso, sugere-se a metodologia **"Rotação por Estação"**, com a divisão dos estudantes e do material de apoio em 4 grupos.

Na primeira etapa, cada grupo poderá realizar o estudo do material e elaborar uma síntese com as principais informações encontradas.

Numa segunda etapa, o professor poderá preparar quatro (ou mais) estações, contendo uma pergunta disparadora sobre o tema em estudo. Algumas questões foram sugeridas na atividade:

Estação 1: Escreva sobre as motivações que levam o agricultor a usar fogo como ferramenta na agricultura.

Estação 2: Escreva sobre o incêndio florestal e a queima controlada.

Estação 3: Escreva sobre os efeitos dos resíduos das queimadas para a saúde humana.

Estação 4: Escreva sobre os efeitos das cinzas de queimadas no ecossistema aquático e no terrestre.

Em cada estação, pode-se nomear um estudante redator, que fará os registros das contribuições apresentadas pelos grupos. Cada grupo passará pelas quatro estações.

No final, os redatores farão uma síntese das respostas num cartaz ou mural virtual compartilhado, e apresentarão para a sala.

Durante a realização da atividade, é importante que o professor acompanhe e faça intervenções sobre possíveis dúvidas que surgirem, desde a leitura e interpretação dos textos, elaboração das sínteses, participação dos estudantes nos grupos nas estações, consolidação e apresentação dos resultados. O desempenho dos grupos durante a realização da atividade poderão ser considerados para a avaliação e a recuperação da aprendizagem.

Vale ressaltar a importância do trabalho interdisciplinar com o componente de Biologia que também abordou sobre os efeitos das queimadas para a saúde humana no Momento 1 da Situação de Aprendizagem 3.

Sugestões:

-A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. Disponível em: **https://cutt.ly/MTLz80o** Acesso em: 14 jul.2021.

MOMENTO 3 - POLUENTES E AS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS NA ATMOSFERA



Imagem 01: Combustão Lareira. Fonte: Pixabay

3.1 Em grupos, realize pesquisas, responda às questões e compartilhe aprendizagens com os colegas.

a) Você conhece situações de combustão com a liberação de gases tóxicos? Como os riscos poderiam ser reduzidos?

Resposta pessoal.

b) Quais são as consequências de uma combustão incompleta?

A combustão incompleta ocorre quando existe um descompasso entre a quantidade de combustível e quantidade de comburente. A combustão incompleta de compostos orgânicos como etanol, madeira, gasolina, dentre outros, pode produzir o monóxido de carbono (CO), um composto extremamente tóxico que pode provocar acidentes fatais por meio de sua inalação em locais fechados ou pouco ventilados.

A seguir, temos a reação incompleta do etanol, produzindo monóxido de carbono.

$$C_2H_6O + 2\ O_2 \leftrightarrow 2\ CO + 3\ H_2O$$

Outra possiblidade de uma reação incompleta de material orgânico é a produção de fuligem, que contribui para o aquecimento global, é tóxica à saúde e interfere no ecossistema quando é depositada no solo e/ou contamina a água.

$$C_2H_6O + O_2 \leftrightarrow 2\ C + 3\ H_2O$$

c) Quais os perigos de utilizar madeira tratada em fogueiras, lareiras e churrasqueira?

A combustão de madeira tratada por meio de pinturas ou conservantes libera uma série de poluentes nocivos e tóxicos, contaminando a atmosfera e o solo, podendo interferir nos ecossistemas, além disso, a inalação desses gases pode causar intoxicação.

d) Investigue, em notícias e reportagens, possíveis acidentes relacionados à inalação de substâncias tóxicas, e discuta com seus colegas intervenções para evitá-los.

Resposta pessoal.

Sugestão:

Queima de Resíduos. Disponível em: **https://cutt.ly/6TNvb3p**.
Acesso em 12 set. 2021.

Professor, as atividades têm o objetivo de continuar explorando a relação dos diferentes tipos de queimadas e a emissão de seus respectivos poluentes, para isso, é sugerido, inicialmente, o levantamento de conhecimentos prévios a partir das combustões comuns e as já vivenciadas pelo estudante. Em seguida, é possível propor a investigação dos tipos de combustão e seus principais poluentes, além disso, é importante que compreendam sobre os produtos de uma reação de combustão completa e incompleta, bem como as consequências da reação completa. Dessa forma, é esperado que conclua que determinadas combustões comuns, e as já vivenciadas, podem apresentar riscos à saúde e ao meio ambiente. Aproveite os momentos de discussão e socialização das respostas das questões para avaliar progressão de aprendizagem dos estudantes.

3.2 A interferência dos poluentes no ecossistema

Formar grupos, escolher um dos temas a seguir e preparar um seminário com os seguintes objetivos: identificar e/ou investigar problemas, examinando-os sob diferentes aspectos; analisar criticamente fenômenos observados, ou as ideias do(s) autor(es) estudado(s); propor alternativas para resolver questões ou problemas; apresentar resultados aos demais membros da classe e/ou escola; debater comentários, críticas e sugestões dos colegas de classe e do professor. Os temas propostos são:

a) A Convenção de Estocolmo sobre os Poluentes Orgânicos Persistentes – POPs;
b) O tempo de permanência médio dos compostos químicos no ecossistema;
c) As consequências do processo de queimadas ao ecossistema;
d) Bifenilas policloradas - PCB.

Professor, com o objetivo de oportunizar aos estudantes o protagonismo, sugere-se alguns temas importantes para o processo de aprendizagem do estudante, a Convenção de Estocolmo sobre os Poluentes Orgânicos Persistentes – POPs; o tempo de permanência médio dos compostos químicos no ecossistema; as consequências do processo de queimadas ao ecossistema e o PCB, esse último item, citado anteriormente, na Atividade 2.2. Professor, a metodologia do seminário tem por característica a oportunidade do estudo de um tema com o envolvimento de todos os estudantes. Tanto o grupo responsável pelo seminário, como os demais participantes, deve ter uma função ativa, ainda que diversificada, nas várias etapas que constituem essa técnica. Com essa atividade, busca-se aprimorar o conhecimento dos nossos estudantes em relação à Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, pois, os POPs foram, e continuam sendo, intencionalmente produzidos e usados com finalidades industriais e agrícolas – os agrotóxicos ou substâncias industriais, por exemplo. Outros POPs são produzidos de forma não intencional, como as dioxinas e os furanos, gerados em processos térmicos, sem um controle ambiental adequado. Espera-se que os estudantes compreendam que os POPs são substâncias semivoláteis, ou seja, podem ser transportados pelo ar, pela água e pelas espécies migratórias que cruzam as fronteiras internacionais. Assim, os POPs são capazes de alcançar qualquer ecossistema terrestre ou aquático do mundo. Os POPs são também resistentes à degradação química ou biológica, ou seja,

são persistentes e permanecem no ambiente por longos períodos. São, ainda, bioacumulativos, pois entram nas cadeias alimentares e se acumulam no tecido adiposo de peixes, aves, animais marinhos e do homem. Ao se fixarem no organismo dos seres humanos e animais, e por terem propriedades tóxicas, os POPs podem causar sérios problemas de saúde, entre eles, diversos tipos de cânceres, má-formação de nascença, disfunções nos sistemas imunológico e reprodutivo e maior sensibilidade a doenças, além da diminuição da capacidade mental. Espera-se, ainda, que os estudantes reconheçam substâncias químicas ou grupos de substâncias químicas que são considerados POPs. Em relação ao tempo de permanência, espera-se que o estudante compreenda sobre a resistência à degradação desses produtos e tempo médio de permanência do composto na atmosfera. Em relação aos Bifenilos policlorados, conhecidos por PCBs ou por ascarel, espera-se que os estudantes consigam reconhecer que são misturas de até 209 compostos clorados, que variam de nome de acordo com a posição relativa dos átomos de cloro na estrutura, e que essas substâncias integram o grupo genericamente denominado de dioxina. Espera-se, também, que os estudantes compreendam que essas substâncias foram sintetizadas inicialmente por volta de 1800, na Alemanha, porém sua produção industrial teve início a partir de 1922, e que não existem fontes naturais dos PCBs.

Como estratégia, sugere-se a realização de um seminário, com os estudantes divididos em grupos. É importante que o professor oriente os estudantes quanto às estratégias de seleção em fontes confiáveis e na interpretação de textos científicos. Alguns questionamentos sobre o tema poderão ser utilizados a fim de direcionar os estudos. Os grupos poderão consolidar a sua pesquisa por meio de uma apresentação, que pode utilizar recurso digital. É fundamental motivá-los para que todos participem, discutam e apresentem as suas ideias. Durante todo o processo da realização da pesquisa, o professor poderá ficar atento quanto às dificuldades apresentadas, e tirar possíveis dúvidas que surgirem. O registro também é fundamental, e poderá ser utilizado no processo de avaliação e de recuperação.

Sugestões

Convenção de Estocolmo – A Convenção. Disponível em: **https://cutt.ly/pTNbyrL** . Acesso em: 12 set. 2021.

Poluentes orgânicos persistentes (POPs). Disponível em: **https://cutt.ly/EWMWTFj**. Acesso em: 12 set. 2021.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4

EFEITOS DA INTERVENÇÃO HUMANA NO AMBIENTE - PARTE 2

Competências gerais:

1. **Conhecimento:** Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. **Pensamento científico, crítico e criativo:** Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
10. **Responsabilidade e cidadania:** Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, para tomar decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Competências específicas da área:

2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando a construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Unidade temática: Vida, Terra e Cosmos; Tecnologia e Linguagem Científica.

Objetos de conhecimento: Ciclos biogeoquímicos (toxicidade das substâncias químicas, tempo de permanência dos poluentes, reações químicas, transferências de energia e impactos ambientais e na saúde dos seres vivos).

Orientações gerais: a Situação de Aprendizagem 4 propõe a continuidade do tema "Efeitos da intervenção humana no ambiente", iniciada na Situação de Aprendizagem 3 deste componente. Por intermédio dessa temática, a proposta é a retomada e desenvolvimento do estudo dos ciclos biogeoquímicos, toxicidade das substâncias químicas, tempo de permanência dos poluentes, reações químicas, transferências de energia e impactos ambientais e na saúde dos seres vivos, contextualizando com a mineração, avaliando e prevendo os efeitos causados por essas intervenções nos ecossistemas, e seus impactos para os seres vivos e no corpo humano.
Para o desenvolvimento das atividades desta Situação de Aprendizagem, sugerem-se metodologias que promovam a reflexão, a criatividade e o debate, que instiguem a participação de todos os estudantes, com o intuito de diagnosticar e verificar os conhecimentos prévios, as experiências e a percepção do cotidiano dos estudantes, além disso, visam a proporcionar ao estudante subsídios para a divulgação de temas científicos e/ou tecnológicos com relevâncias socioculturais e ambientais.
Na Situação de Aprendizagem 4, foram propostas atividades que preveem o uso de estratégias como pesquisa, rotação por estações, interpretação e organização de textos, imagens, vídeos, gráficos e tabelas de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza.
Para a avaliação, o professor poderá acompanhar e considerar as atividades da situação de aprendizagem, analisando o conhecimento prévio, as participações colaborativas e as produções, tais como elaboração de gráficos e tabelas, cartaz virtual, apresentações (individuais e coletivas), envolvimento do estudante na realização de trabalhos em equipe, além da evolução cognitiva observada durante todo o processo de ensino e aprendizagem.
Para a recuperação, é importante que sejam realizadas ações durante todo o processo, com a sugestão de atividades novas e diversificadas, para a retomada dos objetos de conhecimento e das habilidades essenciais necessárias para a aprendizagem, além de oportunizar momentos para esclarecer dúvidas e reforçar as habilidades previstas.

MOMENTO 1 - BARRAGENS E MINERAÇÃO

1.1 Em uma roda de conversa, analise as imagens, responda às questões e participe de um debate de ideias:








Imagem 1: Barragens. Fonte: Pixabay. Adaptada.

a) O que é barragem? Para que serve?
b) Como acontecem os processos de mineração?
c) Existem impactos na prática de extrair minérios? Quais?

Essa atividade tem o objetivo de valorizar o conhecimento prévio dos estudantes com relação ao assunto. Para tanto, não deve ser advertida pelo professor com certo ou errado. A partir da sequência de estudos, o professor poderá fazer as intervenções necessárias e retornar as questões, proporcionando oportunidades de reelaboração de hipóteses.

A imagem 1 mostra diferentes tipos de barragens, desde aquelas realizadas a partir de técnicas simples, até aquelas que apresentam uma técnica mais eficiente com o concreto. É possível observar, também, uma etapa de mineração, em que se pode perceber os impactos ambientais e discutir sobre eles.

1.2. Em grupos, realize uma pesquisa e responda aos questionamentos propostos. Apresente sua produção e socialize saberes com os colegas.

Sugestão:

Segurança de Barragens no Brasil. Disponível em: **https://youtu.be/If57BMOy5Xk**. Acesso em: 18 ago. 2021.

a) Qual a importância das barragens na história da humanidade?

A construção de barragens faz parte do desenvolvimento social e tecnológico há milhares de anos. Ao aprender a construir barragens, a humanidade encontrou uma forma de melhorar a qualidade de vida e condições para o crescimento das cidades. Elas estão em toda parte, e são muito importantes, porque trazem benefícios, como guardar água para os períodos de seca e controlar as cheias dos rios nos períodos de chuvas. Com o tempo, foram sendo ampliadas suas utilidades, servindo como recurso de abastecimento urbano e industrial, para a geração hidrelétrica, para a contenção de resíduos industriais e de rejeitos de mineração. Com o aumento da produção industrial, ampliou-se o número de barragens, e os registros de rupturas de barragens, despertando a atenção para a segurança desse tipo de estrutura.

b) O que é mineração? Quais os aspectos positivos e negativos da extração de minérios?

Nesta atividade, sugere-se conexão com a disciplina de Biologia, em que os estudantes, na S.A 3 – Momento 2, pesquisaram sobre os principais minérios extraídos no Brasil, sobre as finalidades e usos dos metais.

Com essa ação interdisciplinar, espera-se que os estudantes ampliem seus saberes e comentem que a mineração extrai, explora e beneficia minérios, dispõe matéria-prima para fabricação de diferentes tipos de materiais. O Brasil possui as maiores reservas de minerais do mundo, a mineração é, portanto, considerada a base da economia nacional. No entanto, deve-se avaliar e prever os efeitos da mineração, considerar os aspectos positivos e negativos envolvidos na extração e beneficiamento de minérios.

- **Aspectos positivos:** amplia a oferta de emprego, atende a demanda de matéria-prima para as principais indústrias, favorece avanços tecnológicos e representa o desenvolvimento socioeconômico.
- **Aspectos negativos:** gera grandes impactos ambientais negativos, modifica a paisagem natural, provoca alterações ecológicas e geológicas, produz restos de materiais, lama, areia e minerais de menor valor.

Na mediação da equipe, recomenda-se destacar que o minério é extraído com auxílio de explosivos, máquinas escavadoras e veículos de grande porte que retiram grandes quantidades de materiais, provocando desprendimento de poeiras e gases tóxicos, que podem causar doenças respiratórias. Além disso, os materiais que restam da extração provocam lixiviação do solo, e podem provocar assoreamento dos rios, alterando as características físicas e químicas dos cursos de água.

Professor, no volume 1 do componente de Biologia, foi proposta na SA3, momento 2, a pesquisa dos principais minérios extraídos no Brasil, dessa forma, é sugerida a retomada dessa aprendizagem, para enriquecer e embasar a aprendizagem nesse momento.

c) O que é uma barragem de rejeito? Defina e compare as vantagens e desvantagens das estruturas de contenção de rejeitos mais utilizadas.

Barragens de rejeito são estruturas que servem para contenção de resíduos industriais ou rejeitos de mineração. As barragens poderão ser de vários tipos e tamanhos, construídas com materiais e técnicas diferentes, com desempenho adequado às necessidades de armazenamento dos resíduos gerados. As barragens convencionais, normalmente, são construídas com materiais do próprio rejeito.

No Brasil, existem, majoritariamente, três tipos de barragens de rejeito:

1. **Barragem a montante:** é a forma mais antiga de conter rejeitos, é um dos métodos mais comuns. É feita com um aterro compactado, quando a barragem demanda maior capacidade, é feito um alteamento ao montante da estrutura inicial. Esse processo pode ser repetido várias vezes, sempre que necessário, envolve um baixo custo, e pode ser construído em pouco tempo. Vale destacar que esse foi o tipo de barragem utilizado na mineradora que causou desastre em Mariana – MG.
2. **Barragem a jusante:** no método a jusante, os rejeitos são lançados e depositados a jusante do dique inicial, em etapas sucessivas de alteamento, sempre para o lado externo da barragem. Que faz com que a estrutura cresça proporcionalmente, tanto na largura, quanto na altura, ou seja, a cada alteamento, a estrutura aumenta sua base, ampliando cada vez mais sua estabilidade. Esse método é reconhecido como o mais seguro entre as barragens. No entanto, requer mais espaço, alto custo, e demanda maior tempo para construção.
3. **Barragem em linha central:** O método em linha central mantém basicamente o alteamento, seguindo o mesmo eixo, todas as camadas do alteamento são ligadas entre si, da mesma forma do método de alteamento a jusante, com crescimento da base, que amplia sua estabilidade. Não é tão segura quanto o método a jusante, no entanto, chega bem próximo, com a vantagem de requerer menos espaço, custo menor, e demandar menos tempo para construção.

Em comparação aos métodos observados, a barragem a montante é a que oferece maior risco, pois é o método mais instável, frágil e suscetível a rupturas. O método a jusante e de linha

central proporcionam maior segurança estrutural e ambiental, pois permitem a instalação de filtros no corpo da barragem. Porém, exige maior investimento financeiro, requer mais espaço e demanda mais tempo para a construção.

Para desenvolver a **Atividade 1.2**, sugere-se a aprendizagem por meio de pesquisas. Durante a pesquisa, se for identificado desconhecimento de palavras, recomenda-se dar continuidade ao **Glossário Virtual**, ampliando-se o vocabulário dos estudantes.

Para os registros, sugere-se cartaz virtual, recomenda-se orientar os estudantes a realizar uma representação visual simplificada, elaborada com o objetivo de ilustrar o que aprenderam. Para tanto, incentive-os a inserir imagens, a desenhar em aplicativos, ou desenhar manualmente em cartolinas, para fazer a socialização de saberes com os colegas.

Para avaliar, sugere-se observar os estudantes continuamente, analisando os avanços nas aprendizagens, as dúvidas e dificuldades apresentadas, o interesse pelo aprendizado, os avanços tecnológicos, o engajamento com os colegas, a gestão de tempo, e outros aspectos que julgar pertinente. Dessa maneira, poderá ter evidências do que os estudantes já sabem, para dar continuidade e oportunizar uma aprendizagem significativa.

MOMENTO 2 - ACIDENTES COM BARRAGENS DE REJEITOS

Professor, no Momento 2, o estudo estará voltado aos principais acidentes com o rompimento das barragens de rejeitos ocorridos no mundo, levando o estudante a avaliar alguns impactos sociais e ambientais, o método de construção das barragens, o volume de resíduo e a distância percorrida após o acidente.

Vale ressaltar que o Momento 3 irá aprofundar sobre a toxicidade de alguns contaminantes encontrados nos rejeitos, suas propriedades químicas, evidenciando seus efeitos cumulativos nos organismos vivos.

2.1 “Com a crescente do processo de mineração, também houve aumento de pequenos acidentes, incidentes e desastres, trazendo danos e efeitos que se ampliam no tempo e no espaço, levando à consequências sociais, ambientais e econômicas duradouras”.

Diante disso, analise o Gráfico 1 e o Quadro 1 apresentados a seguir. Responda às questões e socialize com os colegas.

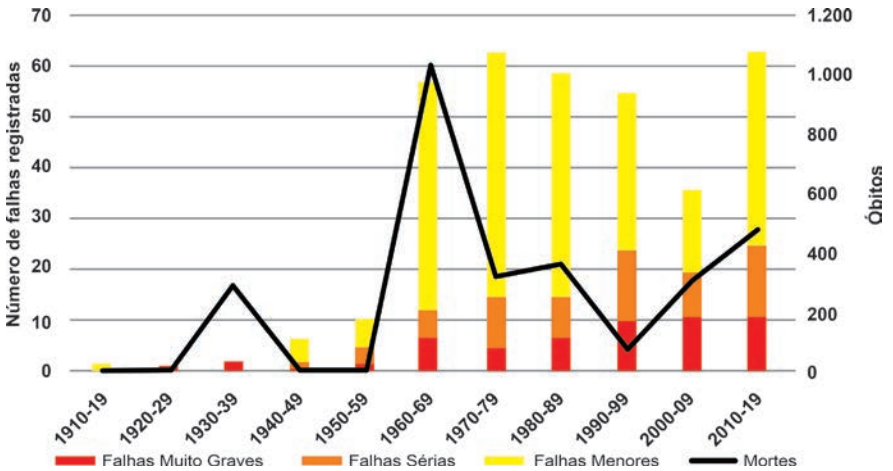


Imagem 1: Ocorrência de rompimentos de barragens de maior gravidade nos anos 1915-2019

Fonte: Revista Brasileira de Medicina do Trabalho. Adaptado.

Quadro 1 - Maiores desastres envolvendo barragens de mineração registrados nos anos de 1915-2019 (adaptado)

Mineradora/ localização	País	Minério Lavrado	Método de Construção	Óbitos Registrados	Ano de Ocorrência
Mina Córrego do Feijão, Vale, Minas Gerais	Brasil	Fe	Montante	270	2019
Hpakant, Kachin state	Myanmar	Jade	N/I	115	2015
Barragem de Fundão, Samarco, Minas Gerais	Brasil	Fe	Montante	19	2015
Lixi Tailings, Taoshi, Linfen City, Shanxi, China	China	Fe	Montante	254	2008

Legenda: N/I - não informado. Fonte: Extraído de FREITAS e SILVA, 2019 - a partir dos dados da WMTF (adaptado). Disponível em: **https://cutt.ly/RWibXSZ.** Acesso em: 24 ago. 2021.

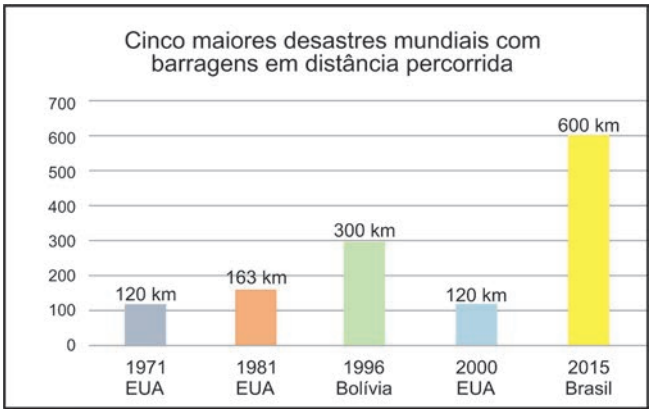
a) Analise o **gráfico 1,** considerando o número de falhas registradas e de óbitos com o passar dos anos. Diante disso, reflita e debata com seus colegas sobre a seguinte frase:
"O desenvolvimento tecnológico não está se convertendo em maior segurança."

Registre suas considerações em seu caderno e compartilhe com seus colegas.
Conforme observado no gráfico, verifica-se um crescimento no número de falhas graves e muito graves a partir dos anos 1980. Entre o fim de 2015 e o início de 2019, o Brasil registrou os dois mais graves desastres do século XXI envolvendo barragens de mineração.
Espera-se que os estudantes concluam que desenvolver-se tecnologicamente não garante a segurança, pois a principal causa das falhas no rompimento das barragens está no gerenciamento inadequado, além de falha no sistema de monitoramento e de alerta do rompimento, e na deposição em volume acima do permitido. O desenvolvimento tecnológico e a segurança deveriam "caminhar' juntos, mas, de acordo com os estudos, não é dessa forma que acontece.

b) Apresente os cinco maiores desastres envolvendo barragens de rejeitos de mineração desde 2008 sobre a quantidade de óbitos, conforme apresentado no **quadro 1**. Reflita se existe alguma relação com o método de construção utilizado.
Baseado no quadro 1, espera-se que os estudantes apresentem os cinco maiores desastres em relação a quantidade de óbitos, destacando o método de construção utilizado: Mina Córrego do Feijão, Barragem I, Vale, Minas Gerais (2019), 270 óbitos, **montante;** Lixi Tailings, Taoshi, Linfen City, Shanxi, China (Tahsan Mining Co.), 2008, 254 óbitos.
Observa-se que todos foram construídos pelo método de construção montante, mais barato e menos seguro, confirmando os estudos anteriores.

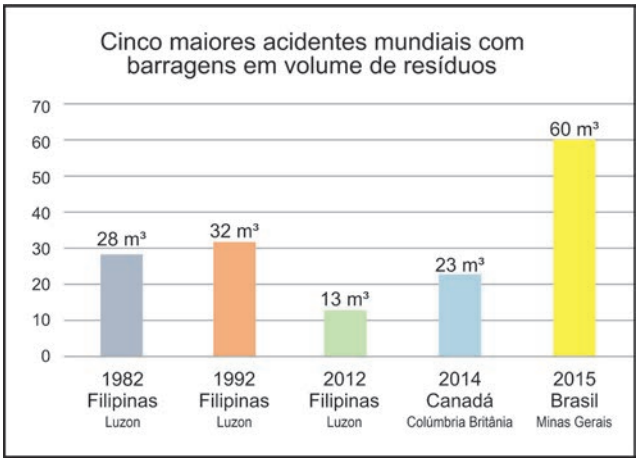
c) Realize uma pesquisa envolvendo os "cinco maiores" desastres mundiais com barragens em relação à distância percorrida e ao volume de resíduos. Apresente as informações por meio de tabelas e gráficos. Compartilhe com seus colegas.

Espera-se que os estudantes apresentem os seguintes resultados por meio de tabelas e gráficos



Ano do desastre/país	Distância percorrida
1971- EUA	120 km
1981- EUA	163 km
1996 - Bolívia	300 km
2000 - EUA	120 km
2015 - Brasil	600 km

Cinco maiores acidentes mundiais com barragens em distância percorrida. Fonte: **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**. Adaptado.



Ano do desastre/país	Distância percorrida
1982 - Filipinas	28 m^3
1992 - Filipinas	32 m^3
2012 - Filipinas	13 m^3
2014 - Canadá	23 m^3
2015 - Brasil	60 m^3

Cinco maiores acidentes mundiais com barragens em volume de resíduos. Fonte: **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho.** Adaptado.

Sugestão:

Dez dos maiores acidentes com barragens dos últimos anos ao redor do mundo. Disponível em: **https://cutt.ly/KWinpUx**. Acesso em: 18 ago. 2021.

Professor, a atividade 2.1 propõe ao estudante interpretar dados referentes aos desastres ocorridos no processo de mineração por meio de gráficos e tabelas, e relacionar com estudos anteriores (Momento 1) sobre a segurança das barragens e o método de construção.

Para isso, sugere-se que o professor, com o auxílio de um projetor, apresente e oriente os estudantes a interpretar o gráfico e a tabela. Após isso, divida os estudantes em grupos, para que eles possam responder aos questionamentos. É fundamental promover momentos de discussão e socialização dos resultados.

Os estudantes poderão construir os gráficos e as tabelas utilizando recursos digitais, planilhas, ou fazer no próprio caderno e socializar com uso de um mural virtual compartilhado.

O professor poderá acompanhar o desenvolvimento da atividade e fazer seus registros quanto à participação do estudante, que contribuirá com o processo de avaliação e de recuperação.

MOMENTO 3 - TOXICIDADE DOS METAIS PESADOS - IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE E NA SAÚDE HUMANA

Como vimos nesta situação de aprendizagem, no momento 2, o desequilíbrio da concentração dos metais disponível no ambiente pode favorecer a contaminação dos organismos vivos, incluindo o homem, ocasionando quadros de intoxicação, induzidos pela exposição dos seres vivos aos locais contaminados, e as principais causas de contaminação são as provocadas por desastres ambientais e em decorrência de acidentes.

Agora, vamos estudar os impactos da presença do excesso dos metais, em especial o arsênio, na biodiversidade, seus danos aos seres vivos e no corpo humano, e possibilidades de amenizar esses impactos. Em grupo, realize uma pesquisa sobre a "Toxicidade dos metais pesados - Impactos no Meio Ambiente e na saúde humana", realize as atividades encontradas em cada estação e socialize com seus colegas.

Professor, nessa atividade, espera-se que os estudantes consigam compreender a existência de metais amplamente distribuídos na crosta terrestre, que estão presentes no sistema produtivo e que podem ser fontes de contaminação.

Espera-se, também, que os estudantes entendam os problemas provocados por esse processo de contaminação, no ambiente e na saúde dos seres vivos. Provocados por esses metais, os problemas irão depender da quantidade, da frequência, do tempo de absorção, do tempo de permanência, entre outros.

Espera-se, ainda, que o estudante verifique a existência de ações, principalmente de Políticas Públicas, que envolvam a comunidade e que visem a amenizar o processo.

Sugere-se utilizar a metodologia do Ensino Híbrido, Rotação por Estações de Aprendizagem, que consiste em criar uma espécie de circuito dentro da sala de aula, ou em outros espaços de aprendizagem. Para tanto, organize os estudantes em pequenos grupos (4 a 5 estudantes), para que cada grupo realize a pesquisa em cada Estação (1, 2, 3 e 4), de forma rotativa. Dependendo do número de estudantes da sala, pode acontecer de ter mais de um grupo em cada estação, nesse caso, recomenda-se organizar em mesas separadas, ou em ambientes diferentes. Cada uma das estações deve propor uma atividade diferente sobre o mesmo tema, e propomos que ao menos uma das paradas deve incluir tecnologia digital. Recomenda-se organizar o ambiente para acesso a mídias (links), orientar e disponibilizar os materiais de pesquisa. Caso necessário, o professor poderá imprimir os textos, baixar os vídeos, encaminhar previamente para os estudantes, sugerir livros didáticos, revistas de divulgação científica, ou outros sites confiáveis e recursos disponíveis na escola. Professor, o uso dessa metodologia prevê pelo menos três momentos essenciais: o primeiro, de interação entre estudantes e professor; o segundo, de trabalho colaborativo entre os estudantes, no qual espera-se que eles trabalhem em um projeto comum, proponham questões uns para os outros, organizem debates ou desenvolvam um produto que demonstre seu aprendizado; e o terceiro, com o uso de tecnologia.

Com o uso dessa metodologia, espera-se que os estudantes, organizados em diferentes grupos, cada um com uma tarefa diferente, de acordo com os objetivos propostos pela atividade, rotacione por entre as atividades (algumas *online* e outras, não) para que experimentem as diferentes formas de aprender. Durante as rotações, é fundamental estimular a participação e o compartilhamento de ideias, a escuta ativa e, até mesmo, o esclarecimento de dúvidas. Durante a realização da dinâmica, pode-se, ainda, solicitar uma produção individual, breve registro em que o estudante transcreva seus aprendizados. Em cada estação, pode-se nomear um estudante redator, que fará os registros das contribuições apresentadas pelos grupos.

Cada grupo passará pelas quatro estações. Para os registros, sugere-se um aplicativo digital, para produção de cartazes digitais, lousa virtual, ou, ainda, pode-se utilizar outra forma de registro que considerar apropriada à realidade de seus estudantes, preparando-se para o momento de socialização com aos demais grupos.

Para encerrar a atividade, proporcione momentos de compartilhamento, apresentação dos registros e materiais produzidos e, principalmente, incentive os estudantes a socializar saberes. Disponibilize tempo para a socialização, no entanto, faça combinados para a gestão de tempo de cada grupo (considerando o tempo de 1 aula, no máximo, para apresentação e fechamento).

Estação 1: assista ao vídeo sugerido e anote quais são os Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Registre as suas anotações.

Professor, nessa atividade, espera-se que o estudante consiga compreender o desastre ocorrido com o rompimento da barragem de Fundão, pertencente ao complexo minerário de Germano, no município de Mariana/MG. A barragem continha 50 milhões de m^3 de rejeitos de mineração de ferro.

Espera-se, também, que o estudante consiga compreender a necessidade de se equilibrar a exploração e o crescimento econômico das atividades humanas com o bem-estar ambiental, e que a tragédia de Mariana é uma representação do que pode acontecer quando o gerenciamento e monitoramento de resíduos não ocorre de forma satisfatória, potencializando os riscos de acidentes.

Professor, é importante contextualizar com os estudantes que o termo “Desastre”, conforme disposto no Glossário da Defesa Civil Nacional, significa: resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema, causando danos humanos materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

Professor, espera-se que, ao final dessa estação, os estudantes tenham compreendido, e inserido em seus registros uma análise socioambiental do acidente com a lama residual da mineração.

Estação 2: Faça a leitura do texto sugerido, para compreender a toxicidade dos metais pesados e seus impactos no meio ambiente e na saúde humana. Não esqueçam de fazer as anotações, pois iremos usar essas informações na nossa atividade final.

Professor, com essa atividade, espera-se que os estudantes compreendam a possibilidade da presença de metais como o mercúrio, o antimônio, o cádmio, o zinco, entre outros, na água, no solo, no ar, advindos do desastre ambiental, associado à mineração, ocorrido em 2015. Ocorreu um dos piores desastres ambientais associados à mineração quando a barragem de rejeitos (Fundão), rompeu-se no rio Gualaxo do Norte, atingindo a cidade de Mariana, no Estado de Minas Gerais, liberando aproximadamente 50 milhões de m^3 de rejeitos de mineração de ferro. Como resultado desse rompimento, milhares de toneladas de lama atingiram e destruíram o entorno, e o intenso fluxo de lama correu a jusante do rio Doce, atingindo 40 cidades antes de chegar ao oceano. O distrito de Barra Longa se destaca entre todos os municípios afetados pelo desastre ambiental, portanto, a sua população foi uma das mais expostas à lama de rejeitos, por diversas vias, e por tempo prolongado.

Espera-se, também, que os estudantes entendam que, como resultado desse rompimento, milhares de toneladas de lama atingiram e destruíram o entorno e, o intenso fluxo de lama correu a jusante do rio Doce e atingiu 40 cidades antes de chegar ao oceano; que o distrito de Barra Longa se destaca entre todos os municípios afetados pelo desastre ambiental, uma vez que as áreas do município foram invadidas por lama tóxica, e parte de sua população teve contato direto com ela. Parte da lama na cidade secou, e o pó decorrente causou a contaminação do ar por material particulado a níveis semelhantes a grandes metrópoles ou polos industriais.

Espera-se, ainda, que eles compreendam a pesquisa realizada, em 2016, pelo Instituto de Saúde e Sustentabilidade, em parceria com o Greenpeace, quando foi realizado um estudo para verificar o estado de saúde na população de Barra Longa, e que essa pesquisa tem o intuito de investigar a extensão da contaminação do meio ambiente por elementos tóxicos e seus efeitos nos seres vivos.

Estação 3: Realize a leitura do texto e responda: "qual a relação da toxicidade do arsênio com a água, qual a relação dessa toxicidade com o tempo de permanência no meio, e quais as causas dessa toxicidade no meio e nos seres vivos"? Realize suas anotações.

Professor, a contaminação ambiental por arsênio tem causado preocupação, principalmente após os acidentes que ocorreram com as barragens de Mariana (2015) e Brumadinho (2019), em Minas Gerais, Brasil, devido à presença natural de arsênio e às atividades de mineração desenvolvidas na região. A toxicidade dos compostos de arsênio decresce na seguinte ordem: arsenito, arsenato, ácido monometilarsônico e ácido dimetilarsínico. A exposição crônica ao arsênio pode ocasionar doenças vasculares periféricas e câncer de bexiga, pulmão e pele.

As fontes de contaminação por arsênio abrangem minerais, rochas, solos, água e alimentos, e os problemas de saúde provocados pelo metal dependem da quantidade ingerida, dose, frequência e tempo de absorção. Sua exposição aguda ou crônica e sua concentração são, frequentemente, monitoradas por testes feitos na urina.

O arsênio (As) é um elemento químico encontrado em muitos tipos de rochas, especialmente nos minérios que contêm cobre, chumbo, prata e ouro, que são utilizados na cadeia produtiva, porém, pode contaminar o ambiente. O Arsênio é considerado tóxico por ser um semimetal pesado, e é conhecido desde a Idade Média. Esse elemento pode ser liberado na natureza por meio do contato da água de rios (nascentes) com rochas que apresentam elevada concentração desse metal. No caso de contaminação da água por arsênio, proveniente do processo de mineração, estudamos, nos momentos anteriores, os acidentes causados pelo rompimento das barragens de Mariana (2015) e Brumadinho (2019).

Professor, espera-se que o estudante, nessa estação, consiga responder que o arsênio é um metal distribuído na superfície terrestre com propriedade tóxica ao organismo humano, e seu grau de intoxicação está relacionado com a sua forma química e de seu estado de oxidação. Que o principal meio de contaminação é pela ingestão de água contaminada, além de ser um elemento químico bastante usando nas indústrias de eletrônicos, pesticidas, clarificador de vidros, fogos de artifícios, dentre outros, e está presente no processo de mineração.

O arsênico se comporta como verdadeiro veneno celular. Leva a um aumento da permeabilidade capilar, fragmentação da bainha mielínica, infiltração gordurosa do fígado. Os sinais e sintomas de toxicidade aguda podem apresentar quadros diferentes da toxicidade crônica, pois se pode sofrer uma extensa metabolização após a ingestão. Na intoxicação aguda, exerce ação, principalmente, sobre o tubo digestivo (ação direta no caso de ingestão), secundariamente, sobre o fígado, rins e músculos cardíacos. Na intoxicação crônica, atua principalmente sobre o tegumento e sobre os nervos periféricos (polineurite arsênicas), por sua afinidade com o sistema nervoso. Porém, pode provocar diversas outras patologias como: hiperpigmentação da pele, diarreias, hemorragias, anemia, dores de cabeça, dentre outros. O arsênico pode ser dosado na urina, sangue e cabelos.

A introdução do arsênio no meio ambiente, especialmente em sistemas aquáticos, é proveniente de diversas fontes, as quais podem ser de origem natural ou antropogênica. As fontes antropogênicas incluem atividades, tais como, a mineração, a preservação de madeira, na agricultura, nos rejeitos provenientes da mineração e das atividades de refino dos metais não ferrosos, e da queima de carvão com concentrações elevadas de arsênio. Sua toxicidade depende muito de sua forma química e de seu estado de oxidação.

O arsênio elementar não é toxico, mas é rapidamente convertido em produtos tóxicos pelo organismo humano. Nos últimos anos, a ingestão do arsênio por meio da água tem emergido como uma grande questão de saúde pública. O arsênio contido em corpos d'água por meio de depósitos naturais, ou por práticas agrícolas e industriais, principalmente pela mineração, vem causando, consequentemente, uma grande exposição humana, aumentando os riscos de cânceres e inúmeros efeitos patológicos, tais como: doenças cutâneas, gastrointestinais, vasculares, diabetes; já a exposição continuada a níveis baixos de arsênio inorgânico produz neuropatia periférica.
Além de tóxico, o arsênio é bioacumulativo, semelhando-se a outros elementos. Isso significa que estamos sempre somando arsênio no organismo.

Estação 4: Realize uma pesquisa envolvendo a importância de uma gestão das águas da bacia hidrográfica dos rios envolvidos em um desses desastres, realizada pelos Comitês de Bacias Hidrográficas e, também, a necessidade de estratégias de *Redução de Riscos de Desastres (RRD).*

Professor, espera-se que o estudante, após a realização da atividade proposta, consiga reconhecer que o aumento nas concentrações de metais pesados no solo e na água próximos a áreas de produção, tais como a zonas de mineração, pode estar relacionado com processos químicos que controlam a solubilidade, a disponibilidade e a mobilidade desses metais; e que os efeitos tóxicos dos metais pesados no ser humano e no meio ambiente estão associados aos compostos orgânicos e inorgânicos por eles formados, e são determinados pela quantidade do metal envolvida e pelo tempo de exposição.
Espera-se, também, que o estudante compreenda as políticas de Gestão de Recursos Hídricos, prevista na Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, e que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece que a gestão dos recursos hídricos seja descentralizada e conte com a participação do Poder Público, dos usuários de água e das comunidades. Esse gerenciamento deve ser realizado por bacia hidrográfica, sendo essa a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e essa gestão, de forma local, é realizada pelos Comitês de Bacias, ente do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, que constituem o "Parlamento das Águas", espaço em que representantes da comunidade de uma bacia hidrográfica discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos hídricos, compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público.
Espera-se, ainda, que o estudante compreenda a importância do RRD, pois, para diminuirmos o risco de um desastre, precisamos antecipar o risco, ou seja, prever o que pode dar errado, para que possamos nos prevenir. Para prevenir os desastres em nossa comunidade, é necessário realizar a gestão de risco, portanto, precisamos, primeiro, identificar e avaliar os riscos existentes e, posteriormente, atuar em duas frentes: de um lado, atuamos de modo a diminuir a probabilidade e a intensidade da ameaça; de outro, atuamos para reduzir as vulnerabilidades e fortalecer a capacidade de enfrentamento dos riscos. Pois, a gestão de risco deve iniciar com a prevenção e mitigação, buscando medidas para avaliar e reduzir o risco de desastre; e, por meio da preparação, tomar medidas para otimizar a resposta do sistema de defesa civil aos desastres, seja pelo processo de análise e/o pelo processo de redução dos riscos de desastres.

Sugestão:

Texto: “A toxicidade do arsênio e sua natureza”. Disponível em: **https://cutt.ly/IWiQZWh**. Acesso em: 24 ago. 2021.

Texto: Comitês de Bacia Hidrográfica. Disponível em: **https://cutt.ly/fUswk9e**. Acesso em: 24 ago. 2021.

Texto: Ruptura em Barragens de rejeitos: Uma abordagem sobre monitoramento e fiscalização. Disponível em: **https://cutt.ly/cTNn9EW** . Acesso em: 25 ago. 2021.

Vídeo: Escola + Segura em ERRD - Riscos e Desastres no Brasil e no Estado de São Paulo. Disponível em: **https://youtu.be/tBuiuIsIPA8**. Acesso em: 26 ago. 2021.

Metais pesados provenientes de rejeitos de mineração e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente. Disponível em: **https://cutt.ly/5WiQeTX**. Acesso em: 25 ago. 2021.

Glossário - CEMADEN EDUCAÇÃO. Disponível em: **https://cutt.ly/HTNQjFs** . Acesso em: 25 ago. 2021.

MOMENTO 4 - SISTEMATIZAÇÃO

1. Considerando a importância da mineração para o desenvolvimento social, e com base nos conhecimentos adquiridos, elabore uma **“Proposta de Minimização de Riscos”,** e socialize sua produção com os colegas.

   Professor, a “Proposta de Minimização de Riscos” desafia os estudantes à produção de um **artigo de opinião** - uma sugestão de minimização de riscos para as mineradoras, visando reduzir possibilidades de desastre. Para tanto, organize os estudantes em grupos produtivos para o desenvolvimento da atividade, em que poderão: destacar alguma mineração do Brasil que utilize barragens com suspeitas de riscos, propor alternativas e barragens mais seguras, propor tratamento de resíduos, e destacar o desenvolvimento sustentável, para melhor aproveitamento da matéria prima extraída e redução dos rejeitos gerados. Incentive os estudantes a argumentar sobre os métodos de exploração, os tipos de barragens utilizadas, relacionar com os desastres ocorridos, sugerir baixo impacto e desenvolvimento sustentável, ampliando benefícios para a população.

   Caso considere pertinente, sugere-se realizar uma parceria com o professor de Língua Portuguesa, para apoio na escrita do artigo de opinião “Proposta de Minimização de Riscos”.

ANOTAÇÕES

ANOTAÇÕES

BIOLOGIA

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 – RADIOATIVIDADE: POTENCIALIDADES E RISCOS

Competências gerais:

1. **Conhecimento:** valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. **Pensamento científico, crítico e criativo:** exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
7. **Argumentação:** argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Competências específicas da área:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informação.

Unidade temática: Matéria e Energia; Tecnologia e Linguagem Científica.

Objetos de conhecimento: Efeitos biológicos das radiações e Acidentes radiativos

Orientações gerais: Professor, o tema dessa Situação de Aprendizagem foi pensado na área (Biologia, Física e Química), visto que a habilidade é comum para os três componentes, que, nesse caso, será a habilidade EM13CNT103. No momento 1, Radioatividade pode salvar vidas?, após levantamento de conhecimentos prévios, seguido de um trabalho com glossário e foco na diferença entre promoção e prevenção, serão discutidas questões relacionas à radiologia. No momento 2, o enfoque será o acidente envolvendo o Césio (Cs)137, a partir de uma pesquisa, a turma, em uma roda de conversa, reconstituirá o acidente, permeando algumas reflexões. No momento 3, a proposta é uma rotação por estações para compreender os riscos e descarte de resíduos radioativos. O momento 4 traz uma reflexão sobre o uso da radiação, enfatizando que produtos e serviços da Ciência e Tecnologia devem ser analisados de forma criteriosa antes do seu uso indiscriminado. Durante a situação de aprendizagem, as habilidades EM13CNT301 e EM13CNT303 podem ser desenvolvidas, ao explorar a linguagem científica e tecnologia dentro das atividades. Ao longo de toda a SA serão propostas atividades envolvendo metodologias ativas, lembrando que estas precisam de uma atenção especial em seu planejamento para a obtenção dos melhores resultados possíveis.

MOMENTO 1 - RADIOATIVIDADE PODE SALVAR VIDAS?

Seguindo as orientações do professor anote em seu caderno argumentos que embasem sua opinião.

Professor, a questão disparadora **Radioatividade pode salvar vidas?** Tem como objetivo instigar a curiosidade dos estudantes e também pode ser utilizada para levantamento de conhecimentos prévios. Sugerimos que faça uma votação, quem acha que sim, quem acha que não, e convide representantes de ambos os lados a defenderem suas respostas, citando exemplos de aplicações. Anote as palavras-chave no quadro para futuras intervenções. Vale lembrar que não haverá o lado certo ou errado, e sim levantamento de ideias.

O componente de Química abordará a aplicação da radiação em radiofármacos e na agricultura, por exemplo na conservação de alimentos. Cabe um diálogo e, se possível, um trabalho conjunto nesse momento.

A partir daí, divida a sala em grupos para que pesquisem sobre formas de tratamentos e diagnósticos de enfermidades que utilizam a radioatividade.

1.1 Seguindo orientações do professor, em grupo, pesquise sobre forma de tratamento e diagnósticos de enfermidades que utilizam a radioatividade.

A pesquisa deve ter o enfoque na saúde, deixando as características dos equipamentos para outro olhar (nesse volume, em Física, será abordado), trazendo os benefícios e os potenciais riscos da sua utilização.

Após a pesquisa, promova um debate, trazendo a relação da promoção e prevenção da saúde com as possibilidades de tratamento e diagnósticos utilizando radioatividade.

Promoção e prevenção são termos que podem gerar confusão, cabe, aqui, conceituá-los para que, no processo de debate, haja entendimento e relação com a qualidade de vida, e caso haja espaço, com o aumento da expectativa de vida.

Promoção da saúde - conjuntos de ações sanitárias integradas, inclusive com outros setores do governo e da sociedade, que buscam o desenvolvimento de padrões saudáveis de: qualidade de vida, condições de trabalho, moradia, alimentação, educação, atividade física, lazer entre outros. (Disponível em: **https://cutt.ly/sWfGtJv** . Acesso em: 17 mai. 2021).
Palavras-chave para "Promover": impulsionar, fomentar, originar, gerar; refere-se a medidas que não se dirigem a doenças específicas, mas que visam a aumentar a saúde e o bem-estar; implica o fortalecimento da capacidade individual e coletiva para lidar com a multiplicidade dos determinantes e condicionantes da saúde.
Prevenção da saúde - são ações, atitudes, intervenções que possam contribuir para a melhora da condição de saúde da população. Cabe citar, também, que, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a saúde não é apenas ausência de doenças, mas sim, um completo bem-estar físico, mental e social.
Palavras-chave para "Prevenir": preparar, chegar antes de, impedir que se realize; exige ação antecipada, baseada no conhecimento da história natural da doença para tornar seu progresso improvável; implica o conhecimento epidemiológico para o controle e redução do risco de doenças; projetos de prevenção e educação baseiam-se na informação científica e recomendações normativas.
Portanto, professor, é importante discutir ações de prevenção e promoção da saúde nesses âmbitos. Seguido dessa condução da discussão, oriente que os estudantes organizem as informações, como solicitado em 1.2.

1.2 Promoção e prevenção

Após a discussão organize e registre, em seu caderno, as informações, além de conceituar Promoção da saúde e Prevenção, relacionando com a temática "Radioatividade pode salvar vidas?", trazendo o "como" e as justificativas.
Professor, nesse momento, os estudantes listarão as potencialidades (um dos focos da habilidade) da aplicação da radioatividade (exames radiológicos, tratamento radioterápicos, por exemplo).
Seguido dessa proposta, a ideia é discutir e utilizar os conhecimentos para avaliar os riscos dessas utilizações.
Para dosar a quantidade de exposição aos tecidos vivos, os especialistas utilizam o "radiômetro", que tem a capacidade de medir o fluxo de radiação eletromagnética de cada aparelho e/ou exame a ser realizado. Para determinar essa quantidade, são utilizadas as "Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica" da Norma **CNEN-NN-3.01:** aprovada pela Resolução CNEN n.º 164/2014.

Nota: o Sievert é uma unidade de medida internacional utilizada para avaliar a quantidade de radiação ionizante que os seres vivos podem receber. A sigla mSv representa um milésimo de Sievert. Sugestão de leitura: **https://cutt.ly/TbM43Bk** (o texto está em espanhol, mas a leitura é válida pelas interpretações das imagens).

Para estimular a curiosidade dos estudantes, é possível trazer o seguinte questionamento: **Você sabia que a radioatividade está presente em diversas ações que realizamos no dia a dia?** Na tabela abaixo, vamos analisar algumas situações que nos expõe a diversos tipos de radiação.

1.3 Faça a leitura e interpretação da tabela e, em seguida, responda:

Cenário	Exposição média em mSv
Raio-X de Tórax ou Arcada Dentária	0.1 mSv
Exame de Mamografia	0.4 mSv
Exame de Raio-X de Corpo Inteiro	10 mSv
Exposição sofrida pelos moradores de Chernobyl	350 mSv

Adaptado para o material. Fontes: **https://cutt.ly/GmxsW9t**. Acesso em: 18 de mai. de 2021; e Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica, Relatório da UNSCEAR 2019.

Até aqui, você pôde compreender as potencialidades do uso da radiação tanto no diagnóstico como no tratamento de doenças como o câncer. Apesar disso, é importante analisar os riscos da exposição prolongada a esse tipo de radiação.

Analise o caso fictício:

Desde a época da escola, Matheus gostava dos temas ligados à área da saúde. Após trabalhar Projeto de Vida no Ensino Médio, formou-se em técnico em radiologia. Hoje, trabalha com a médica Paula, em uma clínica de radiologia da cidade. Semanalmente, Matheus recebe pedidos de ressonância magnética de uma mesma senhora, Dona Sônia, que cisma em realizar ressonâncias constantemente na tentativa de diagnosticar um possível aparecimento de tumores.

a) Qual deve ser a postura do radiologista e da médica em relação aos constantes pedidos de Dona Sônia?
b) Quais orientações são necessárias dispor à Dona Sônia e à comunidade?

A proposta é que o estudante seja instigado a pensar nas práticas que desenvolvem o conhecimento sobre os impactos e benefícios dos produtos da Ciência e, dessa forma, promover mudanças no seu contexto. Caso necessário, oriente os estudantes a realizar pesquisas sobre a temática.

c) Há riscos ao realizar exames de mamografia, raio-X, tomografia e ressonância magnética? Em relação à exposição de radiação, de acordo com o quadro e analisando os papéis dos profissionais da saúde, qual deve ser a conduta do paciente, médico e técnico radiologista, respectivamente?

Professor, a ideia de trabalhar a tabela é que os estudantes consigam compreender os riscos que existem no acúmulo de radiação, visto que, nas situações listadas, os valores são baixos perto do limite aceito.
Uso de EPI (Equipamento de Proteção Individual) pelo radiologista e paciente; por parte da médica, orientar e ter cautela em relação ao número de prescrições/frequência de exames; busca de informação com base em conhecimento científico sobre bioacumulação por parte de D. Sônia.
Professor, EPI é um termo conhecido dos estudantes, pois foi trabalhado pelo componente de Química na 1ª série - Currículo em Ação 2º bimestre, SA3, momento 1.

Após as discussões realizadas sobre a conduta do radiologista, da médica e da dona de casa, em grupo, elabore um material educomunicativo (*podcast,* blog, mural virtual, entre ouros) abordando as premissas da promoção e prevenção da saúde.

SAIBA MAIS

Em relação ao **Projeto de Vida**, você já ouviu falar sobre a carreira de Radiologista? E sobre Medicina Nuclear? Se os tópicos discutidos até aqui interessam a você, sugerimos que busque mais sobre essas atuações. Você pode conversar, também, com os professores de Biologia, Química, Física e Projeto de Vida.

Carreira de Radiologista

Estudam órgãos e estruturas do corpo humano por meio de radiações, e como obter imagens para um diagnóstico mais assertivo possível, seguindo os requisitos de segurança.

O radiologista pode ser um técnico ou um médico, apesar do nome e de exercerem um trabalho multidisciplinar, eles **não** exercem os mesmos papéis dentro da medicina nuclear.

O médico radiologista é formado em medicina, tendo diploma de nível superior, e especializando-se na área de radiologia. É apto a prescrever exames, dar diagnósticos, realizar intervenções médicas e tratamentos que utilizam a radiologia.

Técnico em radiologia é uma formação que dura de um ano e meio a dois anos. Para ingressar nesse curso, é preciso ter concluído o ensino médio, e esse profissional recebe um diploma de nível básico. É responsável pela preparação dos pacientes e dos exames, pois tem o conhecimento necessário para lidar com equipamentos de diagnóstico por imagem.

No mundo do trabalho, os salários variam bastante de acordo com a formação. Para os técnicos, as oportunidades vão além da área da saúde, podendo atuar na indústria, com equipamentos de esterilização de alimentos ou fármacos.

Medicina Nuclear é uma especialidade médica que emprega materiais radioativos com finalidade diagnóstica e terapêutica. As quantidades de materiais radioativos empregados são mínimas, e seu uso é bastante seguro.

Adaptado para o material. Fonte: **https://cutt.ly/2WfHR2t.** Acesso em: 12 de mai. 2021.

SAIBA MAIS

Radiação na saúde. Disponível em **https://youtu.be/GniB4jPqp9I**. Acesso em: 12 de mai. 2021.

Ondas eletromagnéticas na medicina. Disponível em **https://youtu.be/I4oStI_JYIU**. Acesso em: 12 de mai. 2021.

Câncer de mama: vamos falar sobre isso? (INCA 5ª edição revista e atualizada) Disponível em **https://cutt.ly/mbGdJby**. Acesso: em 12 de mai. 2021.

MOMENTO 2 - A CURIOSIDADE PELO BRILHO DO CÉSIO (CS)137 E SEUS IMPACTOS

Professor, esta atividade tem como objetivo contextualizar o estudante sobre o acidente radioativo que ocorreu em Goiânia, relacionando o descarte indevido do aparelho de radioterapia, questões socioculturais e impactos gerais.

O momento 2, além de contextualizar, é uma continuidade do momento 1, e dará prosseguimento nos momentos 3 e 4, sendo possível usá-lo como pano de fundo por toda Situação de Aprendizagem.

2.1 Em 13 de setembro 1987 a cidade de Goiânia - GO foi cenário de um **acidente radiológico.** Pesquise sobre o acidente e registre em seu caderno, em seguida, participe de uma roda de conversa, com auxílio do seu professor, e responda aos seguintes questionamentos:
Professor, sugerimos que use os tópicos abaixo para direcionar a discussão durante a roda de conversa.

a. O brilho azul intenso do material teve alguma relação com a dimensão do acidente?
O brilho azul intenso desse material chamou a atenção e a curiosidade das pessoas e, assim, o material foi distribuído naquela comunidade (parentes, amigos etc.). Associado a esse fato e às condições climáticas, em poucos dias, houve uma grande disseminação do material, provocando contaminação de uma grande área.

b. A região possui clima úmido com um alto índice pluviométrico, que se concentra preferencialmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Esses fatores podem ter contribuído para disseminação da radiação?
Dados meteorológicos indicaram que, no período provável da abertura da fonte geradora de radiação, em 13 de setembro, até o dia em que foi reconhecida a existência do acidente, em 29 de setembro, houve forte precipitação de chuvas com ventos fortes, o que facilitou a disseminação da contaminação. Professor, neste momento levante as hipóteses em relação à: i) variação da precipitação de chuvas, ii) intensidade dos ventos, favoreceram a disseminação do material radioativo?

c. Quais foram as consequências para o ambiente?
As consequências imediatas à saúde de pessoas, incluindo a perda de quatro vidas humanas, as análises de monitoração ambiental mostraram que não houve contaminação de lençol freático, nem da água potável. Houve a necessidade de podas ou retirada de algumas árvores frutíferas, e de eliminação de hortaliças nos principais locais contaminados, mas a contaminação, na quase totalidade da área, situou-se entre 40 e 60 cm de solo, de acordo com os estudos realizados. Neste momento, também, você pode suscitar as questões de contaminação dos solos, ar e lençóis freáticos.

d. Quais foram os sintomas observados nas pessoas?
Atentar-se para curto intervalo de tempo, de 13 de setembro a 29 do mesmo mês, em que as pessoas tiveram diferentes sintomas e sempre sugestionavam intoxicação alimentar; apenas no dia 29 foram acionados os órgãos competentes.
Os sintomas iniciais sentidos pelas pessoas dos arredores do ferro velho: diarreia, tontura, manchas na pele, mostram que o nosso corpo dá sinais de alerta para que procuremos o sistema de saúde. Professor, questione a turma se a insuficiência de informação sobre o tema pode ter influenciado nas tomadas de decisão, como identificação dos sintomas e busca imediata por atendimento médico.

e. Quais medidas foram adotadas para a descontaminação das pessoas?
A primeira medida tomada foi separar todas as roupas das pessoas expostas ao material radioativo e lavá-las com água e sabão, para a descontaminação externa. Após esse procedimento, as pessoas tomaram um quelante denominado de “azul da Prússia”. Tal substância é um comprimido que pode ser usado em emergências de radiação para ajudar a eliminar o Césio, fazendo com que as partículas saiam do organismo pelas excretas. Todavia, isso não foi suficiente para evitar que alguns pacientes viessem a óbito.

f. Qual a importância do conhecimento científico e a popularização da Ciência?

Trazer à tona informações sobre o conhecimento científico, como a importância da popularização da Ciência de forma a evitar/fugir do senso comum. Professor, nesse momento poderão surgir questionamentos quanto ao papel do cientista, tais informações também são relevantes para a construção do conhecimento nessa Situação de Aprendizagem.

g. Decorridos mais de 30 anos, o que o Brasil fez com esse lixo radioativo?

Professor, caso seja necessário, redirecione os estudantes, para que pesquisem sobre medidas para lidar com o lixo radioativo e as consequências da falta de planejamento para lidar com esse tipo de lixo. A seguir, dois textos de apoio para aqueles que não têm acesso à internet.

Sugestões para leitura:

30 anos após césio, Brasil ainda não sabe o que fazer com material radioativo. Disponível em: **https://cutt.ly/gb2jPgQ.** Acesso em: 29 de ago. 2021.

Césio 137. Disponível em: **https://cutt.ly/8b2jKKY.** Acesso em: 29 de ago. 2021.

SAIBA MAIS

O MAIOR DESASTRE RADIOATIVO DA HISTÓRIA DO BRASIL - Nostalgia Animado. Disponível em: **https://youtu.be/UrtenQ77IUA**. Acesso em: 29 de ago. 2021.

MOMENTO 3 - AMBIENTE: ARMAZENAMENTO E DESCARTE

3.1 Poluição radioativa e ambiente

A poluição radioativa é considerada uma das formas mais graves de poluição. É causada pela propagação de energia por ondas eletromagnéticas, que ao se dispersar pelo ambiente pode provocar a contaminação do meio e, consequentemente, dos seres vivos.

A contaminação por compostos radioativos se deve à difusão desses compostos no ar, sua dissolução na água, ou de sua reação com outros compostos químicos, podendo fluir para as cadeias alimentares, contaminando plantas, animais e os seres humanos.

No organismo humano, a radiação é responsável por provocar a formação de grande quantidade de radicais livres, moléculas que, em excesso, causam a morte de células; pode, ainda, provocar a quebra dos cromossomos, alterando o material genético, podendo desencadear mutações que podem ser transmitidas aos futuros descendentes dos organismos contaminados. Podendo, ainda, no ser humano, provocar envenenamento, doenças respiratórias, circulatórias, neurológicas, câncer, hemorragias ou anemia.

Professor, para o prosseguimento do estudo, sugerimos uma proposta de metodologia ativa conhecida como modelo **Rotação por Estações**. Essa proposta apresenta uma forma de contemplar a habilidade EM13CNT303 e o desenvolvimento das macrocompetências socioemocionais da autogestão, amabilidade e abertura ao novo.

Os estudantes serão organizados em grupos, cada um realizará uma tarefa em uma estação. Após um determinado tempo, previamente combinado, eles trocam de estação, e esse revezamento ocorre até que todos tenham passado por todas as estações. O planejamento dessa atividade não é sequencial, as tarefas são, de certa forma, independentes, porém, funcionam de forma integrada.

É importante que os grupos tenham em mãos um roteiro sobre o que devem realizar ou observar em cada atividade (estação). Para a finalização desse momento, será proposta a criação de um **mural coletivo** (físico ou digital) com as produções eleitas pelos estudantes em uma roda de conversa.

Será proposta uma Rotação por Estações de Aprendizagens, que consiste em um circuito em que, em cada estação, o seu grupo desenvolverá uma atividade. Siga as orientações:

a. Com seu roteiro de observação e caderno em mãos, visite, junto ao seu grupo, as diferentes estações montadas por seu professor, leia atentamente as instruções, realizem as tarefas no tempo estipulado e faça registros no seu caderno;
b. Lembre-se de que as atividades devem ser desenvolvidas com a colaboração de todos os integrantes do grupo; caso seja necessário, solicite ajuda de seu professor para o esclarecimento de possíveis dúvidas;
c. Para finalizar esta atividade, você e sua turma deverão, em uma roda de conversa, apresentar suas produções realizadas em todas as estações e, por meio de uma votação, decidir quais produções irão compor o mural coletivo da turma. Lembre-se de que todas as estações e todos os grupos devem ser contemplados.



Imagem 1: Estações momento 3. Produzido para o material

ESTAÇÃO 1: Um dos grupos assistirá ao vídeo sobre "Efeitos da Radiação no Corpo Humano" e, de posse dessas informações, deve elaborar um Mapa Mental (físico ou digital) sobre esse tema;
Vídeo disponível em: **https://youtu.be/bj-yd4_X1eE.** Acesso em: 12 mai. 2021.

ESTAÇÃO 1: O grupo deverá assistir ao vídeo sobre **"Efeitos da Radiação no Corpo Humano"** e, de posse dessas informações, deve elaborar um Mapa Mental (físico ou digital) sobre esse tema;

Disponível em: **https://youtu.be/bj-yd4_X1eE**. Acesso em: 12 mai. 2021.

ESTAÇÃO 2: Os testes nucleares realizados pelas grandes potências econômicas mundiais, no século passado, resultaram na contaminação do ambiente por vários elementos tóxicos, dentre eles, o isótopo radioativo estrôncio-90. Visite os sites: **https://cutt.ly/PbGhXJ1.** Acesso em: 12 mai. 2021; e **https://cutt.ly/ObGh54w.** Acesso em: 12 mai. 2021.
Com base nos textos, o grupo deve elaborar (de forma colaborativa) um **texto dissertativo** sobre "Os efeitos prejudiciais do estrôncio-90 à saúde humana". Para orientar a escrita, sugerimos a seguinte estrutura: No parágrafo inicial, apresentem o tema, trazendo informações importantes sobre a contaminação por estrôncio-90; no segundo parágrafo, apresentem os efeitos da contaminação por esse elemento radioativo nos seres vivos; no terceiro e último parágrafo, apresentem a conclusão, posicionando-se criticamente sobre o problema.

ESTAÇÃO 2: O grupo deverá visitar os sites (links e QR Codes abaixo) e ler atentamente. Posteriormente, com base nos textos, o grupo deve elaborar um texto dissertativo sobre "Os efeitos prejudiciais do estrôncio-90 à saúde humana".

Por que o estrôncio-90 é prejudicial para seres humanos? Disponível em: **https://cutt.ly/PbGhXJ1.** Acesso em: 12 de mai. 2021.

Estrôncio. Disponível em: **https://cutt.ly/ObGh54w.** Acesso em: 12 de mai. 2021.

ESTAÇÃO 3: Os estudantes deverão assistir ao vídeo **https://youtu.be/eNzHEN09194** e pesquisar o tempo de meia-vida dos elementos (Cs 137; Co 60; Sr 90; Ra 226; Th 232; Pu 239); a seguir, devem fazer uso das informações disponíveis para explicar a afirmação: "Dependendo *do material radioativo que é disperso no ambiente, a contaminação pode se estender por muito tempo"* e apontar a importância do estudo do tempo de meia-vida desses elementos. Por exemplo, o plutônio (Pu), elemento radioativo, que é um subproduto do urânio (U), apresenta um tempo de meia-vida, ou seja, com atividade reduzida, continua emitindo radiação no ambiente por 24.300 anos. O estudo do tempo de meia-vida permite aos cientistas verificar quando é possível reavivar uma área após um desastre radioativo. O tempo de meia-vida também pode ser utilizado para datar fósseis e estimar a idade do planeta Terra.

Isótopo radioativo	Tempo de meia-vida (aproximadamente)
Césio (Cs 137)	30 anos
Cobalto (Co 60)	05 anos
Estrôncio (Sr 90)	29 anos
Rádio (Ra 226)	1600 anos
Tório (Th 232)	14 bilhões de anos
Plutônio (Pu 239)	24 mil anos

ESTAÇÃO 3: O grupo deverá assistir ao vídeo (link e QR Code abaixo) e pesquisar o tempo de meia-vida dos elementos (Cs 137; Co 60; Sr 90; Ra 226; Th 232; Pu 239), a seguir, devem fazer uso das informações disponíveis para explicar a afirmação: *"Dependendo do material radioativo que é disperso no ambiente, a contaminação pode se estender por muito tempo",* justificando a importância do estudo do tempo de meia-vida desses elementos.

Cinética radioativa - tempo de meia vida (período de semi-desintegração). Disponível em: **https://youtu.be/eNzHEN09194**

ESTAÇÃO 4: Nessa estação, após consultar as seguintes fontes: **Lixo Nuclear no lugar certo**. Disponível em: **https://cutt.ly/1b1mdT7.** Acesso em: 18 mai.2021; **Rejeitos radioativos.** Disponível em: **https://cutt.ly/Qb1meDN.** Acesso em: 18 mai.2021; **Lixo radioativo.** Disponível em: **https://youtu.be/AG3FEs8onOk.** Acesso em: 18 mai.2021; **Resíduos radioativos: convencionais x radioativos.** Disponível em: **https://youtu.be/b5CeD6Buh8o.** Acesso em: 18 mai.2021. Os estudantes deverão realizar uma síntese sobre o descarte e armazenamento de elementos químicos radioativos, e elaborar um produto educomunicativo (digital ou físico) para divulgá-la. Para tanto, os estudantes devem receber a consigna:

Lixo radioativo
Todos os elementos químicos radioativos, ou elementos químicos que propagam radiação, subprodutos de reatores nucleares, equipamentos médicos hospitalares, laboratórios médicos, centro de pesquisas, agricultura e indústrias, podem gerar danos à saúde e ao ambiente. Assim, não devem ser descartados sem os devidos cuidados de proteção. Existem certos procedimentos especiais quanto ao descarte e armazenamento correto desses materiais que devem ser considerados.

ESTAÇÃO 4: Nessa estação, o grupo deve realizar uma síntese sobre o descarte e armazenamento correto do lixo radioativo, e elaborar um produto educomunicativo (digital ou físico) para divulgá-la. Para consulta, visite os sites e vídeos:

Lixo Nuclear no lugar certo. Disponível em: **https://cutt.ly/1b1mdT7**. Acesso em: 18 mai.2021.

Rejeitos radioativos. Disponível em: **https://cutt.ly/Qb1meDN**. Acesso em: 18 mai. 2021.

Lixo radioativo. Disponível em: **https://youtu.be/AG3FEs8onOk**. Acesso em: 18 mai.2021.

Resíduos radioativos: convencionais x radioativos. Disponível em: **https://youtu.be/b5CeD6Buh8o**. Acesso em 18 mai.2021.

Professor, como forma de sistematizar e divulgar o que foi desenvolvido pelos estudantes nas atividades de rotações por estações, sugere-se uma roda de conversa, em que os(as) estudantes elegerão o que cada grupo deverá inserir em um mural atividades.

SAIBA MAIS

Soluções econômicas para o Lixo Radioativo. Disponível em: **https://cutt.ly/mne0HOH**. Acesso em: 25 mai. 2021.

MOMENTO 4 - A CIÊNCIA, CONHECIMENTO E SOCIEDADE

Professor, esse momento tem o objetivo de instigar e promover discussões que façam os estudantes perceberem o papel da Ciência em diferentes contextos. A proposta central é evitar uma concepção unicamente salvacionista e determinista da Ciência; para isso, é importante que ocorram discussões sobre o papel do conhecimento no âmbito social. Essa proposta tem a intencionalidade de contemplar as habilidades EM13CNT301 e EM13CNT303.
Caso sinta necessidade, retome alguns aspectos da Ciência trabalhados no caderno da 1ª série, 1º bimestre, SA1, momentos 1 e 2. Inicie questionamentos com os estudantes sobre a temática, sugerimos algumas questões disparadoras:

4.1 Para que serve a Ciência? Quem são os responsáveis por "fazer Ciência" na nossa sociedade? Em quais momentos você, estudante, teve contato com algum conteúdo de divulgação científica? Quais os critérios para que uma pesquisa se torne fruto de investigação científica?
Professor, nesse momento, pode ser aplicada uma recuperação, ou ativação de conhecimentos prévios, sobre as definições de Senso Comum, Hipótese, Fato e Conhecimento Científico.

Senso Comum - forma de conhecimento mais presente no dia a dia das pessoas que não se preocupam prioritariamente com questões científicas. É uma forma de pensamento superficial, ou seja, não está preocupada com causas e fundamentos primeiros de algo, apenas faz afirmações, irrefletidas, imediatas.
Hipótese - suposição de algo que seja possível de ser verificado, chegando a uma conclusão. Nas pesquisas científicas, por exemplo, corresponde a uma possibilidade de explicação de determinada causa em estudo.
Fato - é uma verdade absoluta, uma verdade que é certa, independentemente de qualquer coisa.
Conhecimento científico - informação e o saber que partem do princípio das análises dos fatos e cientificamente comprovados. Para ser reconhecido como um conhecimento científico, este deve ser baseado em observações e experimentações, que servem para atestar a veracidade ou falsidade de determinada teoria.

Após as considerações sobre a pesquisa, discuta com os estudantes quais critérios precisam ser seguidos para **diferenciar o que é Ciência e o que é Senso Comum**. Sugerimos que realize uma discussão para sistematizar as informações coletadas pelos estudantes.

De forma geral, Tomas Kuhn (1998) definiu a Ciência como uma atividade que visa propor estratégias dentro de um padrão estabelecido para resolver os problemas da sociedade. Sem dúvidas, com o desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, a sociedade pôde avançar muito em relação à qualidade e à expectativa de vida.

Adaptado para o material.

4.2 Nesse momento, vamos discutir como o conhecimento científico aliado a uma perspectiva crítica é fundamental em nossas vidas. Ao analisar as informações disponíveis nos momentos anteriores, é possível perceber alguma relação entre os temas?
De modo geral, tratamos do mesmo tema, mas com uma perspectiva diferente, ou seja, o contexto em que produtos e serviços da Ciência e Tecnologia estão inseridos determinam seus impactos positivos ou negativos.

4.3 Para iniciarmos nossa discussão, analise, na comunidade, situações em que os conhecimentos científico e metodológico foram importantes para identificar situações em que foi possível à comunidade usufruir, de forma positiva, produtos do desenvolvimento científico.
Professor, nesse momento o intuito é que os estudantes exercitem a curiosidade, para pesquisar situações próximas ao contexto em que estão inseridos, a fim de discutir os benefícios e impactos da Ciência. Para isso, sugerimos que oriente os estudantes a organizarem uma lista de produtos e técnicas científicas, relacionando, tanto os benefícios, quanto os possíveis impactos. Segue um exemplo de quadro:

Produto/Técnica	Benefícios	Possíveis Impactos (Social, Ambiental)
Uso da radiação para controle de pragas (energia nuclear).	Controle de pragas	Perda da Biodiversidade

Converse com os(as) estudantes e solicite que retomem o Momento 3 do componente de Química deste volume, em que analisaram técnicas com o uso de inseto estéril e traçadores radioativos como alternativas de controle de pragas, e como alternativas ao uso de defensivos.

Sugestão
Ao longo de toda esta Situação de Aprendizagem, tanto você, professor quanto os estudantes, puderam perceber o **trabalho por área de conhecimento**. Sugerimos que você assista à formação, ou revisite, caso já tenha acompanhado. "Um diálogo sobre integração curricular em Ciências da Natureza e Matemática". Disponível em: **https://youtu.be/mJGRMb3uom4**. Acesso em: 09 set. 2021.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2

TRANSFORMAÇÕES, EQUILÍBRIO E ENERGIA

Competências gerais:

1. **Conhecimento:** Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2. **Pensamento científico, crítico e criativo:** Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
7. **Argumentação:** Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Competências específicas da área:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:
(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informação.

Unidade temática: Matéria e Energia; Tecnologia e Linguagem Científica

Objetos de conhecimento: Efeitos biológicos das radiações e Acidentes radiativos

Orientações gerais: Professor, o tema dessa situação de aprendizagem é uma continuação da habilidade EM13CNT103. No momento 1, com uma abordagem CTSA, discutimos as relações entre a ciência e a radioatividade, baseando-se na possibilidade de uso de energia nuclear, e suas implicações na sociedade e ambiente. No momento 2, o enfoque será a radiação terrestre, a partir da análise de um infográfico. No momento 3, dentre todas essas radiações, que possuem como fonte natural o Sol, sublinhamos a Ultravioleta (UV), e discutimos a importância da realização de fotoproteção e os riscos de desenvolver câncer de pele. No momento 4, os acidentes radioativos são discutidos a partir da produção de um podcast, evidenciando suas consequências para os seres humanos. Ao longo de toda a SA serão propostas atividades envolvendo metodologias ativas, lembrando que estas precisam de uma atenção especial em seu planejamento, para a obtenção dos melhores resultados possíveis.

MOMENTO 1 - CTSA, O QUE SIGNIFICA?

Professor, essa SA tem como pano de fundo o intuito de instigar e promover discussões que façam os estudantes perceberem a integração entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (CTSA), caso tenham vivências próximas ao seu contexto escolar, é importante trazer para a discussão, também. A proposta é evitar uma concepção unicamente salvacionista, determinista e neutra da Ciência. Antes de iniciar, é importante retomar tópicos como "o que é Ciência" e relembrar quais os principais métodos de pesquisa. A relação entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (CTSA) são discutidos em diversos momentos do caderno, entretanto, neste momento, buscamos aprofundar as discussões em relação à análise e o desenvolvimento da postura crítica do estudante, em especial atividades que permitam relacionar o conhecimento científico com os impactos que a Ciência representa no social e no ambiente.

1.1 Para iniciar, sugerimos trabalhar com a análise do artigo científico **Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio.** Disponível em **https://cutt.ly/Kmoiqvz**. Acesso em: 29 jun. 2021. Para familiarização com a linguagem científica e possibilitar maiores discussões sobre essa temática.

A partir da leitura do artigo, selecione as informações principais sobre o papel da Ciência e da Tecnologia, justificando o porquê das discussões que envolvam Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Professor, essa atividade tem como objetivo estimular as discussões acerca dos argumentos para discutir a CTSA, como também reconhecer os avanços da tecnociência. Para uma abordagem CTSA, é importante que consiga propor situações-problema que envolvam aspectos que se inter-relacionem com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, de forma que esses temas façam sentido na vida e/ou no cotidiano do estudante. Sugerimos a prática **leitura colaborativa** para trabalhar o artigo. Para saber mais, acesse **https://cutt.ly/qmoiUp1**. Acesso em: 29 de jun. 2021.

a) Estudante, ao analisar a imagem abaixo, como você definiria a abordagem com enfoque CTSA?
Resposta pessoal

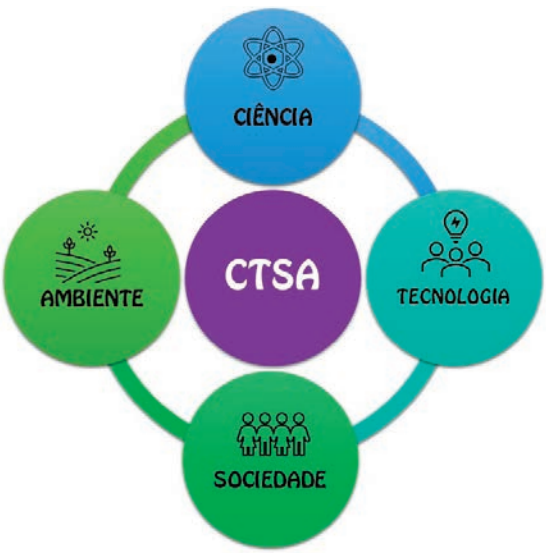


Imagem 1 - Relação entre Ciência, tecnologia, Sociedade e Ambiente. Fonte: Adaptado para o material

b) Juntamente com seu professor e colegas, determine dois exemplos em que é possível identificar a CTSA no seu contexto.

Professor, conduza uma discussão com os estudantes conforme vá apresentando os três aspectos fundamentais sobre a atividade de Ciência e Tecnologia.

Ancorados na perspectiva da CTSA, Auler e Delizoicov (2006) orientam a problematização de três aspectos fundamentais sobre a atividade da Ciência e Tecnologia, são elas, **a não neutralidade da Ciência**, a **fuga da perspectiva salvacionista da Ciência**, e ao **determinismo tecnológico**, ou seja, a Ciência não é sinônimo de marca única do progresso. Portanto, trabalhar com uma abordagem CTSA permite compreender a Ciência como real e dinâmica, fruto de diversas interações e aspectos coletivos.

Sugestão de leitura para o professor:

Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. Disponível em: **https://cutt.ly/HmopyCu**. Acesso em: 16 jun. 2021.

Professor, o vídeo a seguir tem como objetivo subsidiar seus apontamentos junto aos seus estudantes. Perceba que a abordagem CTSA já vem sendo utilizada pela SEDUC há alguns anos. **Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).** Disponível em: **https://youtu.be/K1f9SKvXI-8**. Acesso em: 23 jun.2021.

1.2 Relações entre a ciência e a radioatividade e suas implicações na sociedade e ambiente

Professor, sugerimos uma análise entre as relações da radioatividade entre a Sociedade e Ambiente.

Sugestão de material para trabalhar com os(as) estudantes:

IPEN - Energia nuclear no Brasil, usar ou não consumir e por quê? Disponível em: **https://cutt.ly/XmoZXKu**. Acesso em: 29 de jun. 2021.

SAIBA MAIS:

Radioatividade e suas interfaces: a perspectiva CTSA.
Disponível em: **https://cutt.ly/5moKal8**. Acesso em: 29 jun. 2021.

a) Após as discussões dessas interrelações, seguindo as orientações do seu professor, produza um material que discuta/apresente esses aspectos em relação aos pontos positivos e negativos do uso da radioatividade.

Essa questão tem como base o início de discussões acerca dos benefícios do uso de energia nuclear, como também a análise dos impactos. Sugestão de questionamento aos estudantes:

a) Argumente sobre a viabilidade de uso da energia nuclear.

b) Quais são os aspectos gerais, sociais, econômicos e tecnológicos, envolvidos no uso da energia nuclear?

O vídeo a seguir foi produzido por estudantes, e trata de aspectos problematizadores da Energia Nuclear, você pode utilizá-lo como modelo para que os estudantes possam produzir materiais semelhantes com a mesma temática.

Energia Nuclear: Vantagens e Desvantagens. Disponível em: **https://youtu.be/PRBXijIxqUg**. Acesso em 30 de jun. 2021.

Professor, sugerimos que, ao preparar essa aula, considere a importância do ensino investigativo e da problematização para a discussão desses tópicos. Se possível, comente em quais aspectos é possível perceber a interrelação entre CTSA e a radioatividade.

1.3 Após a leitura do artigo e das discussões em relação à abordagem CTSA, e considerando também os conceitos estudados até o momento, com auxílio do seu professor, analise este caso fictício, para, ao final, elaborar um parecer às autoridades da cidade. Dessa forma, trabalhe em grupo para identificar conceitos científicos importantes para a tomada de decisões.

Caso fictício: suponha que na sua cidade há a possibilidade de instalação de uma usina de processamento de Urânio para trazer investimentos para a cidade e maior produção de energia. Entretanto, com a instalação da usina, haverá uma grande perda da biodiversidade, considerando o habitat de diversos animais e plantas. Apesar de gerar mais empregos, é necessário analisar quais impactos essa usina trará para a população como um todo.

Professor, separe os estudantes em grupos, para que façam uma pesquisa considerando cada seguimento da comunidade. Após discussões, eles devem construir um único parecer coletivo, sinalizando se são favoráveis ou não à instalação da usina. Caso possível, simular uma encenação da audiência pública.
Para a construção do parecer, é necessário considerar os argumentos dos seguimentos listados na atividade.

Estudante, será realizada uma audiência pública para decidir se a usina será instalada na cidade. Busque argumentos de acordo com o posicionamento de cada seguimento:

a) População em geral;
b) Profissionais de saúde;
c) Cientistas, engenheiros e técnicos da área ambiental;
d) Estudantes do Ensino Médio;
e) ONGs da cidade;
f) Membros da Secretaria do Meio Ambiente;
g) Representantes do poder público, como prefeito e vereadores.

Para cada seguimento, é possível elaborar um **mapa mental,** relacionando os pontos favoráveis e desfavoráveis, como apoio para a elaboração de um único parecer coletivo.

SAIBA MAIS

Como fazer um mapa mental. Disponível em: **https://cutt.ly/jnZyhbv**. Acesso em: 16 jun. 2021.

MOMENTO 2 - RADIAÇÃO EM TODO LUGAR

2.1 Recebendo e emitindo radiação

a) Sofremos radiação apenas quando fazemos exames diagnósticos de raio-x?

Professor, este tema já foi abordado no item 3.2, momento 3, no caderno de Física. Sugerimos que converse com o professor de Física, pois a troca de saberes e o trabalho por área, abordando a mesma temática, favorece a aprendizagem dos estudantes.

b) Você emite radiação?

O corpo humano emite radiação no domínio do infravermelho, ao qual os nossos olhos não são sensíveis, mas que pode ser detectada com sensores apropriados. A radiação infravermelha tem origem na vibração molecular, que gera oscilações nas cargas elétricas constituintes dos átomos e provoca a emissão de radiação, por isso, esse tipo de radiação está associada ao calor.

Professor, neste tópico vale lembrá-los que temos alguns exemplos durante a pandemia da COVID – 19, visto que foi necessário aferir a temperatura das pessoas ao entrar em estabelecimentos por meio de um termômetro digital de infravermelho (sem contato). Em muitos estabelecimentos, como estações rodoviárias e shoppings, no seu acesso, há uma câmera (termográfica) capaz de medir a temperatura corporal dos indivíduos que passam por ela. Esse dispositivo consegue captar a variação térmica e é calibrado de acordo com a temperatura corporal das pessoas (35 °C a 38 °C).

2.2 A que tipo de radiações estamos expostos no cotidiano? Observe o infográfico abaixo:

Professor, oriente os estudantes que observem o infográfico e conduzam um levantamento de conhecimentos prévios.

A radiação é a propagação de ondas eletromagnéticas ou partículas emitidas por fontes naturais, como o Sol, ou artificiais, quando são emitidas por aparelhos construídos pelo ser humano, como os equipamentos de raios-X.

Alguns exemplos de radiação são: ondas de rádio AM e FM, raios-X, radiação infravermelha e ultravioleta, entre outras.

Professor, no infográfico, são expressas algumas fontes de radiação, inclusive o ser humano, representado, não como ponto central, mas como um integrante das fontes (observe as setas). Sugerimos uma leitura colaborativa do infográfico, para garantir que os estudantes compreendam de forma integrada as informações e representações expressas nos elementos gráficos.

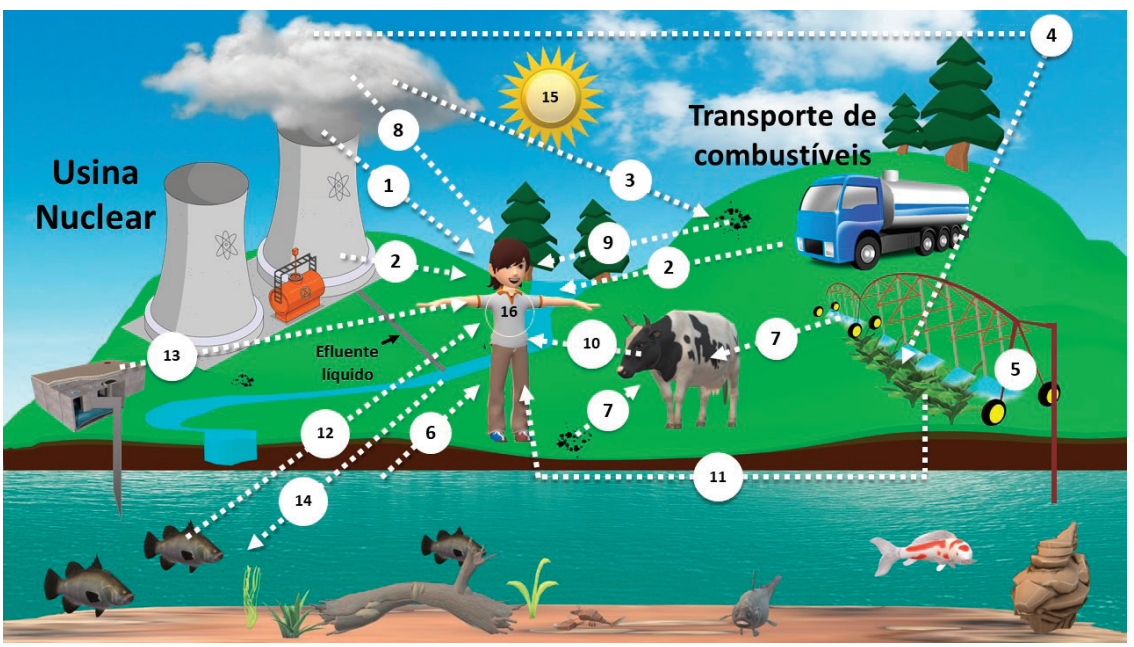


Imagem 2 Infográfico: Exemplos de emissões de radiação no ambiente Fonte: Adaptado para o material.

LEGENDA	
1. Partículas no ar	9. Exposição a depósito de materiais
2. Irradiação direta	10. Ingestão de leite
3. Deposição no solo	11. Ingestão da colheita
4. Deposição de cultura/captação	12. Exposição de alimentação aquática
5. Irrigação	13. Ingestão de água
6. Exposição na margem	14. Captação por alimentação aquática
7. Ingestão	15. Sol
8. Gases (inalação e absorção pela pele)	16. Ser humano

a) De acordo com o infográfico, o ser humano emite radiação?
Apesar da ausência de setas saindo do ser humano, há a indicação do número 16 (legenda), considerando que também emitimos radiação para o ambiente.

SAIBA MAIS

Radiação efeitos e fontes - UNEP (United Nations Environment Programme). Disponível em: **https://cutt.ly/YmgLByM**. Acesso em: 08 de jun. 2021.

Não te contaram tudo sobre termômetro de testa. Disponível em: **https://youtu.be/RcQ9vxwWjcs** Acesso em: 08 de jun. 2021.

MOMENTO 3 - RADIAÇÃO SOLAR

3.1 Radiação Ultravioleta e câncer de pele

Como representado no infográfico do momento 2, os tecidos vivos podem receber diversos tipos de radiação ao longo da vida. De forma geral, as radiações podem ser classificadas de acordo com o seu comprimento de onda - vocês se aprofundaram melhor nesse conteúdo no componente de Física. Para esse momento, focaremos nas radiações solares, ou seja, aquelas que são emitidas pelo Sol. Existem diferentes tipos de radiações, que são classificadas no campo científico pelo seu comprimento de onda (BALOGH *et al.*, 2010).

Professor, para embasar as atividades sugerimos a leitura dos artigos: **Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção.** Disponível em: **https://cutt.ly/DmgX7VE.** Acesso em: 22 jun. 2021.

Ensino das radiações solares: o que pensam os estudantes? Disponível em: **https://cutt.ly/2mgC4yh.** Acesso em: 22 jun. 2021.

Quando ficamos muito tempo expostos à radiação solar, a pele inicia um processo de absorção de radiação UV por meio do aumento das células de melanina, que é um pigmento da pele. Esse fenômeno ocorre devido a um processo de defesa do organismo em relação à alta exposição solar. A exposição à radiação solar de forma responsável é extremamente saudável ao organismo, entretanto, é importante tomar alguns cuidados ao se expor a esse tipo de radiação.

Adaptado para o material. Fonte: **http://www.usp.br/agen/?p=198117.** Acesso em: 03 set. 2021.

a) Ao analisar o conjunto de imagens abaixo, podemos dizer que estão relacionadas? Explique.



Imagem 3: Formas de proteção de radiação solar. Fonte: Adaptado para o material. Imagens: Pixabay

Professor, a intencionalidade dessa proposta é que os estudantes relatem os tipos de proteção que podem ser usados ao se expor à radiação solar.

Devido aos variados comprimentos de onda, algumas radiações UV penetram mais facilmente na nossa atmosfera. Como vemos nas imagens abaixo:

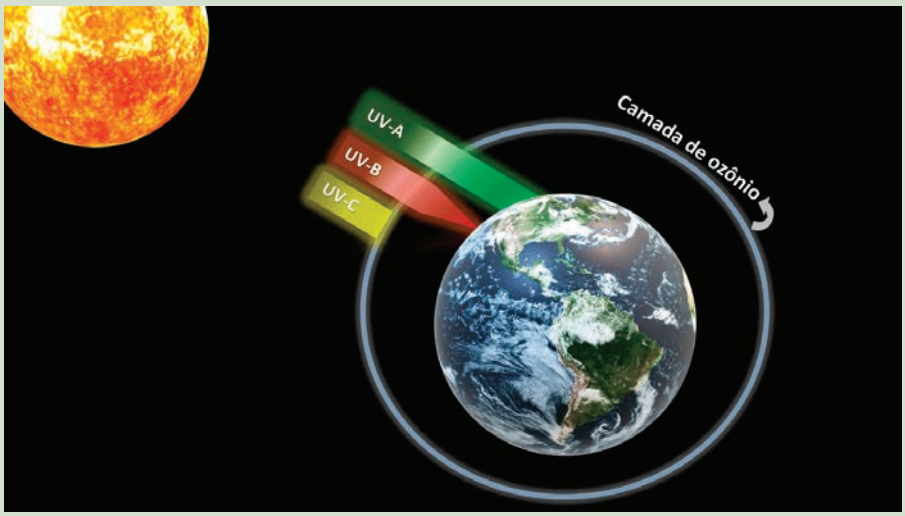


Imagem 4: Incidência de radiação Ultravioleta na atmosfera terrestre. Elaborado para o material.

Considerando a incidência de radiação Ultravioleta e a exposição dos seres humanos a esse processo, segundo o INCA (Instituto Nacional do Câncer), a radiação UV é um dos principais causadores do câncer de pele no Brasil. Como podemos observar a incidência dos raios UVA e UVB na pele:

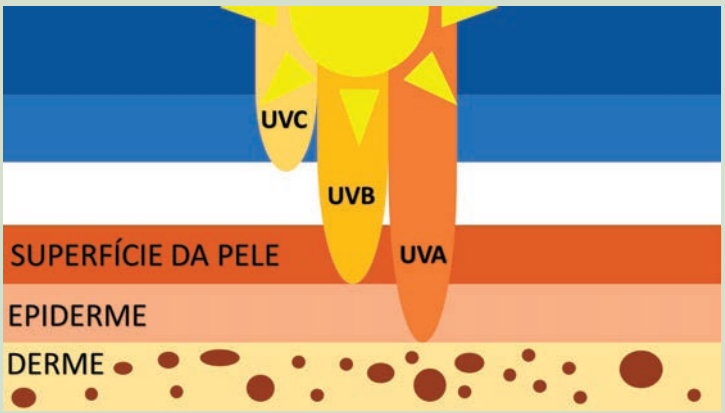


Imagem 5: Incidência de radiação ultravioleta diretamente na pele. Elaborado para o material.

Elaborado para o material. Fonte: INCA **https://www.inca.gov.br/causas-e-prevencao/prevencao-e-fatores-de-risco/exposicao-solar.** Acesso em: 02 de jul. 2021.

a) Seminários: Efeitos dos raios UVA e UVB

Professor, neste momento, sugerimos dividir a sala em grupos e distribuir uma questão para cada grupo resolver e, por meio de seminários, responder aos questionamentos. Essa meto-

dologia é semelhante ao modelo de aprendizagem baseada em problemas (ABP), cujo objetivo principal é resolver questões problematizadoras por meio da investigação de conceitos científicos. As etapas principais para serem trabalhadas no seminário são: a resolução do problema e apresentação da solução por meio do embasamento de conceitos científicos. A sala pode ser dividida em seis grupos, cada grupo ficará responsável pela investigação de um questionamento. As pesquisas podem ser apresentadas no formato de seminários. Para otimizar a organização dos seminários, sugerimos a leitura do material: "Como realizar um seminário". Disponível em: **https://cutt.ly/an4jxwZ**. Acesso em 23 jun. 2021.

Professor, a seguir, uma tabela com as orientações para os seminários a serem repassadas aos estudantes.

Grupo	Questão norteadora para o seminário	Conceitos Envolvidos
1	Após um período de exposição solar direta na pele, ela apresenta uma mudança de coloração e/ou ardência nos locais que estiverem em contato direto com a radiação solar. Como podemos explicar esse fenômeno?	Absorção de UV Graus de queimaduras
2	Sabemos que a melanina é um pigmento presente na pele humana. Na população mundial, é possível identificar diversos tons de pele. A quais fatores essa diferença de coloração é atribuída?	Pigmentação da pele Fatores Ambientais
3	Nos supermercados, farmácias e lojas específicas, é comum verificarmos a presença de diversos cosméticos e roupas que indicam no rótulo e/ou etiqueta "proteção UV". Também encontramos chapéus, bonés, e óculos escuros como itens para pessoas que vão se expor à radiação solar. Se você fosse responsável por auxiliar um amigo a escolher tais produtos, quais argumentos utilizaria para auxiliá-lo a fazer boas escolhas e não prejudicar a pele na exposição solar?	Camada de Ozônio Comprimento de onda UV Protetor solar
4	Como recomendação a evitar aparecimento de câncer de pele, é fundamental que as pessoas evitem a exposição à radiação solar?	Mitos Câncer Vitamina D
5	A proteção da pele em dias nublados torna-se facultativa? Ou seja, é possível passar o dia na praia sem proteção nesses dias?	Comprimento de onda de radiações Insolação
6	De quais formas as radiações solares podem apresentar benefícios à população humana?	Produção de vitamina D Tratamento de doenças Fotossíntese

Fonte: Elaborado para o material.

SAIBA MAIS

A origem dos tons de pele - melanogênese. Disponível em: **https://youtu.be/pxau2i0OT8w**. Acesso em: 23 jun. 2021.

3.2 Efeitos Biológicos da Radiação: mitose x câncer

Professor, sugerimos a leitura do texto "Efeitos Biológicos da Radiação" disponível em **https://cutt.ly/Xn4mPnq.** Acesso em: 23 jun.2021. Esse material tem o intuito de orientar nas próximas atividades, portanto, caso julgue necessário, disponibilize recortes do texto para os(as) estudantes.

a) Você já parou para analisar quantas vezes precisa cortar as unhas em um ano? Ou lembra daquele ralado que teve na infância e agora a pele voltou a ficar lisinha? Cite e/ou realize uma pesquisa sobre os diversos processos de divisão celular que ocorrem nos seres vivos como fator fundamental para a manutenção do organismo.

A mitose é um processo de divisão celular, responsável pela produção de novas células nos organismos vivos. Em seres unicelulares, é responsável, também, pela reprodução. A capacidade de regeneração de tecidos é possível devido às informações genéticas que as células carregam no núcleo, que é o DNA, uma espécie de "receita" para que novas células sejam igualmente formadas.

Mitose

A mitose é um processo de divisão celular, contínuo, onde uma célula dá origem a duas outras células. Nesse processo, a partir de uma célula inicial, formam-se duas células idênticas, e com o mesmo número de cromossomos.

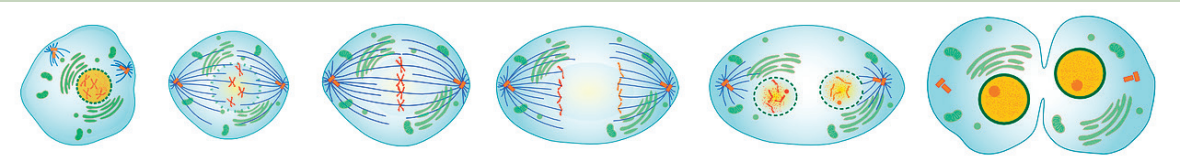


Imagem 6: Mitose Fonte: Pixabay

b) Qual seria a consequência de uma divisão celular descontrolada?

Quando a célula não realiza a mitose de forma regular, ocorre o que conhecemos como mutação genética, que é uma falha na organização do DNA, que passa a se duplicar de forma errada, assim, em alguns casos, as células "defeituosas" podem se tornar células cancerosas, pois o organismo não as reconhece como fazendo parte do sistema. De forma geral, as mutações genéticas podem ocorrer como resultado de um processo hereditário ou estar ligadas a hábitos de vida, como alimentação e exposição a agentes cancerígenos.

c) Seguindo as orientações do professor, assista ao vídeo e, em uma roda de conversa, discutam a importância do conhecimento científico para a prevenção do câncer.

É importante reforçar aos estudantes que se trata de uma animação, portanto, as células não são personificadas como aparecem no vídeo, mas sim, trabalhar a questão lúdica-didática.

Professor, entendemos que, dependendo da limitação para o uso de tecnologia digital, é provável que nem todos os estudantes tenham acesso ao vídeo; com isso, sugerimos disponibilizar o vídeo em sala de aula, ou, caso também não seja possível, faça uso de livros didáticos ou materiais impressos como apoio para a discussão. Essa atividade pode ser colaborativa, como uma leitura compartilhada. Se couber, discuta o papel da radioterapia no processo de eliminação de células cancerígenas.

Câncer: Conhecer, Prevenir e Vencer. - Academia de Ciência. Disponível em: **https://youtu.be/HU2sXd5H48Q**. Acesso em: 23 jun.2021.

d) Para finalizar, você deverá seguir as orientações de seu professor e sistematizar os conhecimentos sobre mitose e câncer, construindo infográficos. Com base no que foi discutido até o momento, e com apoio de livros didáticos e/ou dos vídeos/textos do SAIBA MAIS, elabore com seus colegas:

- um infográfico (físico ou digital) descrevendo as fases da mitose.
- um infográfico (físico ou digital) sobre o desenvolvimento de carcinomas (tumores) no organismo humano.

O infográfico elaborado por seu grupo poderá compor um mural (digital ou físico) organizado pelos seus colegas de classe.

Professor, para o desenvolvimento dessa atividade é importante que você conheça um pouco mais sobre os **infográficos**, um gênero textual, muito usado no jornalismo para uma comunicação rápida e eficiente. Para tanto, indicamos a leitura de um texto online, que traz os elementos para sua elaboração, e um vídeo que ilustra passo a passo a elaboração de um infográfico:

Infográfico para sala de aula: como montar? Disponível em: **https://cutt.ly/8nYgnuu.** Acesso em: 09 jun. 2021.

O que é infográfico? (Definição e tipos). Disponível em: **https://youtu.be/pWiPfUXi3bQ.** Acesso em: 09 jun. 2021.

SAIBA MAIS

Mitose animação. Disponível em: **https://youtu.be/jNo1gCqObXk**. Acesso em: 08 jun. 2021.

Fases da Mitose - Divisão celular. Disponível em: **https://youtu.be/4rSWqt0RRiA**. Acesso em: 08 jun. 2021.

Como surge o câncer? Disponível em: **https://cutt.ly/gn4EFnn**. Acesso em: 23 jun. 2021.

ABC do Câncer - Abordagens Básicas para o Controle do Câncer. Disponível em: **https://cutt.ly/smhQzil**. Acesso em: 23 jun. 2021.

3.4 Há dois tipos de divisão celular: Mitose X Meiose.

Professor, após abordar a mitose, vamos abordar a meiose. Para elucidar as diferenças entre esses dois tipos de divisão celular, podemos utilizar a técnica do mapa conceitual. Você pode introduzir o tema por meio de uma exposição verbal, apresentando as principais características e diferenças entre a mitose e a meiose e, em seguida, apresente um dos vídeos indicados para ilustrar o processo. Oriente os estudantes sobre a elaboração de um **mapa conceitual** no formato físico ou digital, divida a turma em **agrupamentos produtivos**, para que eles elaborem os dois mapas conceituais, trocando informações sobre o tema. No primeiro mapa conceitual, solicite que explicitem as diferenças entre as funções da mitose e da meiose; no segundo, que eles apresentem as fases da meiose.

Não se esqueça de orientá-los no sentido de que sejam criativos e estejam atentos aos conhecimentos científicos que envolvem esses processos de divisão celular.

SAIBA MAIS

Sobre agrupamento produtivo: As trocas que fazem a turma avançar. Disponível em: **https://cutt.ly/MmhPCtM.** Acesso em: 02 jul. 2021.

Mapa conceitual: uma breve revisão. Disponível em: **https://cutt.ly/4nLKSAN.** Acesso em: 16 jun.2021.

Aprenda mais sobre os MAPAS CONCEITUAIS. Disponível em: **https://youtu.be/mhQIAv8Av1s**. Acesso em: 22 jun. 2021.

Meiose

O ciclo celular é fundamental para a manutenção da vida, as sucessivas divisões que observamos nesse fenômeno são fundamentais para a sobrevivência de todas as espécies. Agora que você já conhece o processo que envolve a multiplicação celular responsável pelo crescimento e regeneração dos organismos, denominado mitose, vamos conhecer outro processo de divisão celular, conhecido com meiose.

A **meiose** é um processo de formação de gametas, células destinadas à reprodução nos organismos que apresentam reprodução sexuada. Na meiose, as células germinativas diploides, que apresentam o total do número de cromossomos de sua espécie, dividem-se, originando células haploides com a metade do número de cromossomos da célula que lhe deu origem. Esse processo garante a manutenção do mesmo número de cromossomos dentro de uma espécie.

Adaptado para o material. Fonte: Casa da Ciência - FMRP USP. Disponível em: **https://cutt.ly/dmhUywH**. Acesso em: 02 de jul. 2021.

a) Com base no que foi discutido até o momento, e com apoio de livros didáticos e/ou dos vídeos/textos do SAIBA MAIS, seguindo as orientações e agrupamento realizado pelo professor elabore com seus colegas:

Professor, se for possível, outra sugestão é a construção de modelos didáticos pelos estudantes.

- Um mapa conceitual (físico ou digital), diferenciando as funções da mitose e da meiose;
- Um mapa conceitual (físico ou digital), apresentando as fases da meiose.

Sugestão: agora que você e seu grupo conhecem e exercitaram o processo de elaboração de um **mapa conceitual**, vocês estão aptos a utilizar esse método para aprimorar seus estudos em todos os componentes curriculares.

SAIBA MAIS

Meiose: Onde começa. Disponível em: **https://youtu.be/zV1cPECjdv4**. Acesso em: 15 jun. 2021.

Meiose - Disponível em: **https://youtu.be/I1cD-fnimu0**. Acesso em: 15 jun.2021.

MOMENTO 4 - ACIDENTES RADIOATIVOS E OS IMPACTOS

Professor, neste momento, o objetivo é retomar os impactos dos acidentes radioativos. É importante retomar que o câncer por diferentes causas, assim como a radiação, pode impactar de formas diferentes os organismos. Algumas consequências são percebidas imediatamente, outras, somente a longo prazo.

4.1 A seguir, listamos alguns materiais sobre acidentes radioativos que podem ser utilizados como base para as atividades.

Os efeitos da bomba atômica. Disponível em: **https://youtu.be/rq3zOuEI-eE**. Acesso em: 09 set. 2021.

Os efeitos da radiação no corpo humano. Disponível em: **https://cutt.ly/3WLV8o2**. Acesso em: 09 set. 2021.

a) Por meio de uma pesquisa sobre os efeitos da radiação no organismo, organize em seu caderno, um quadro comparativo que relacione os acidentes com os efeitos ocorridos diretamente nos organismos vivos.

Acidente	Efeitos Imediatos	Efeitos Tardios

Modelo de quadro comparativo dos acidentes radioativos e consequências aos tecidos vivos.

Efeitos imediatos da exposição à radioatividade:
Exposição a níveis moderados de radiação (acima de um gray) podem resultar em náusea e vômitos, seguidos de diarreia, dores de cabeça e febre. Depois da primeira série de sintomas, pode haver breve período sem qualquer problema aparente, mas, algumas semanas depois, os sintomas podem voltar ainda mais fortes.
Com níveis mais altos de radiação, todos esses sintomas podem ser imediatamente aparentes, assim como lesões - possivelmente fatais - aos órgãos internos. Normalmente, a exposição a uma dose de quatro gray mataria cerca de metade dos adultos saudáveis.
Efeitos de longo prazo:
Câncer é o maior risco a longo prazo. Normalmente quando as células do corpo atingem sua "data de validade", elas realizem apoptose. O corpo tem vários processos para garantir que as células não se tornem cancerosas, mas os danos causados por exposição à radiação podem atrapalhar esses processos de controle, fazendo com que o câncer se torne muito mais provável. O fracasso em consertar de forma efetiva os danos causados pela radiação também pode gerar mutações genéticas não apenas associadas ao câncer, mas que também podem ser passadas para os filhos, levando a deformidades em futuras gerações. Entre os problemas que podem surgir daí, estão mudanças no tamanho da cabeça e do cérebro, má formação dos olhos, problemas de crescimento e de aprendizado.

Fonte: **https://cutt.ly/zWLBbJp.** Acesso em: 10 ago. 2021.

Professor, para finalizar esse tema, sugerimos que oriente os estudantes a produzirem, em grupo, um *podcast* a ser publicado nas redes sociais. Destaque a importância da produção do roteiro.
Não esqueça de combinar com os estudantes o tempo de duração da gravação do *podcast*, o qual sugerimos de 5 a 8 minutos, no máximo. A seguir, uma sugestão de material de apoio ao professor:
Chegou a hora de inserir o podcast na sua aula. Disponível em: **https://cutt.ly/nn3658w**. Acesso em: 22 jun. 2021.

Com base nas informações contidas no quadro, e a ajuda de seu professor, elabore, em grupo, um roteiro para a produção de um podcast sobre esse tema, contendo os seguintes tópicos:

- Como se caracteriza um acidente radioativo, cite exemplos;
- Quais os efeitos imediatos e a longo prazo de um acidente radioativo para os organismos vivos;
- Quais as consequências de um acidente radioativo para o ser humano.

Após a produção do roteiro, o grupo pode gravar o *podcast* para colocar nas redes sociais.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3

EFEITOS DAS INTERVENÇÕES HUMANAS NO AMBIENTE - PARTE 1

Competências gerais:

1. **Conhecimento:** Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. **Pensamento científico, crítico e criativo:** Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
7. **Argumentação:** Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Competências específicas da área:

2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva Científica.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informação.
Unidade temática: Matéria e Energia; Tecnologia e linguagem científica.

Objetos de conhecimento: Impactos da intervenção humana (desmatamento, agropecuária, mineração) e seus efeitos nos ecossistemas e na saúde dos seres vivos.

Orientações gerais: Professor, o tema dessa situação de aprendizagem foi pensado na área (Biologia, Física e Química), visto que a habilidade é comum para os três componentes, que, nesse caso, será a habilidade EM13CNT203. No momento 1, Desmatamento e Impacto nos ecossistemas, norteado pela Resolução CONAMA-001, embasa essa temática até a relação entre queimadas e saúde humana. No momento 2, Extração de madeira e minério, traz possibilidades mais sustentáveis para utilização do Patrimônio Natural. No momento 3, Monoculturas, a proposta é relacionar essa prática a impactos ambientais e sociais, bem como consequências ambientais e, a partir dessa discussão, a proposta é fazer um contraponto entre essas duas práticas agrícolas, monocultura e a agricultura familiar, e a fome. No momento 4, a ideia é investigar a relação direta entre a crise hídrica e a produção de energia elétrica. Durante a situação de aprendizagem, as habilidades EM13CNT301 e EM13CNT303 serão desenvolvidas, ao explorar a linguagem científica e a tecnologia dentro das atividades. Ao longo de toda a SA, serão propostas atividades envolvendo metodologias ativas, lembrando que estas precisam de uma atenção especial em seu planejamento, para a obtenção dos melhores resultados possíveis.

MOMENTO 1 - DESMATAMENTO E IMPACTO NOS ECOSSISTEMAS

Professor, o tema desmatamento está atrelado a diversos impactos, tanto ambientais, como socioeconômicos. Para este momento, focamos no desmatamento como pano de fundo para tratar efeitos e analisar como essa prática influencia diretamente na manutenção do ecossistema. Para isso, é fundamental que os estudantes sejam instigados a analisar todo o cenário em que estão inseridos, confrontando informações e construindo conhecimento de forma dialógica e coletiva.
Como já estudamos anteriormente, a manutenção do equilíbrio do ecossistema é fundamental para que a vida e a biodiversidade sejam preservadas. Nesta situação de aprendizagem, vamos identificar os diferentes motivos de desmatamento (extração de madeira, mineração e monocultura), como também discutir quais medidas podem ser tomadas para que os danos ao ecossistema sejam minimizados de forma a garantir a qualidade de vida dos habitantes do planeta.

1.1 Como definir impacto ambiental?

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) determina que **impacto ambiental** é definido no artigo 1º da Resolução CONAMA-001 como: "[…] *qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam o* ***bem-estar*** *e a* ***saúde*** *da população; as* ***atividades socioeconômicas****; a* ***biota****; as* ***condições estéticas*** *e* ***sanitárias*** *do* ***meio ambiente****; e a qualidade dos* ***recursos ambientais.***"

Disponível em: **https://cutt.ly/**. Acesso em: 30 jun.2021.

Ao analisar a definição do CONAMA, liste, em seu caderno pessoal, pelo menos cinco formas/causas de impacto ambiental que ocorreram ou ocorrem na sua região.

Professor, espera-se que os estudantes listem formas/causas como: desmatamento, esgoto a céu aberto, queimadas, ausência de coleta de resíduos sólidos, corpos d´água poluído etc.

1.2 Como o desmatamento pode afetar o clima?

Para responder o questionamento, assista ao vídeo, liste os fatores que estão associados à contribuição da floresta para a temperatura do planeta e a manutenção do ciclo hidrológico. Disponível em: **https://youtu.be/n6lgUKycLso.** Acesso em: 17 ago. 2021.

Professor, esta atividade tem como finalidade trazer a problematização em torno do desmatamento progressivo na Floresta Amazônica. Discuta o papel da Amazônia na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas. Para isso, é importante que os estudantes relacionem os conceitos de ciclo da água, fotossíntese e respiração.

Para realizar a atividade, divida a turma em grupos, propomos o uso de **agrupamentos produtivos.** Para isso, sugerimos a leitura do artigo para orientar no processo. Disponível em: **https://cutt.ly/LWrNWhc**. Acesso em: 17 ago. 2021.

As questões podem ser trabalhadas a partir da metodologia **protocolo 3/2/1** que compreende: 3 minutos para um membro de cada grupo apresentar o texto síntese do conteúdo; 2 minutos para colegas fazerem qualquer complemento e/ou questionamento; 1 minuto para o professor dar *feedback* e fazer intervenções. Se julgar adequado, sugerimos utilizar ferramentas de murais virtuais, que permitem inserir questionamentos durante a exibição do vídeo. Sugestão de questionamentos: Como o ciclo da chuva e do carbono ocorrem? No vídeo, fala-se sobre nucleação, o que é? Qual o papel das raízes das árvores? Por que, no vídeo, Paulo Artaxo diz que conter o desmatamento contribui para a geração de empregos e do agronegócio?

1.3 O preço do desmatamento. É possível minimizar os impactos?

Estudante, nesses momentos vamos discutir estratégias para minimizar os impactos do desmatamento, como também avaliar quais as nossas responsabilidades enquanto cidadãos para realizar ações individuais e coletivas para reduzir a emissão de gás carbônico na atmosfera. Para isso, acesse o link e preencha com seus dados, para obter um quantitativo de emissão de CO_2 que realiza diariamente. Disponível em: **https://cutt.ly/qWr9hSn**. Acesso em: 17 ago.2021.

A partir desses dados, podem ser discutidas possíveis ações para a diminuição de emissão de poluentes, assim como o tratamento de conteúdos atitudinais, de forma a problematizar as práticas que permeiam o desenvolvimento sustentável, focando prioritariamente no “Reduzir”.

1.4 Relação entre queimadas e saúde humana

No vídeo assistido anteriormente, o Físico Paulo Artaxo cita, também, a problemática das queimadas, que também podem causar efeitos diretos na saúde humana. Alguns estudos buscam compreender como se dá essa relação entre a inalação de material particulado (queima de biomassa) e saúde humana. A seguir, vamos analisar alguns materiais, para compreender os métodos, objetivos e conclusões de diferentes estudos. Ao ler os textos, atente-se à apresentação dos dados, à consistência dos argumentos, à coerência das conclusões, para, posteriormente, estabelecer um comparativo.

Essa atividade visa a contemplar também as habilidades EM13CNT301 e EM13CNT303. Sugerimos que você, Professor, visite, neste volume, a SA3 momento 1 do componente de Química, que também contém informações sobre material particulado. Converse com os estudantes, e aponte para eles esse trabalho por área. Neste momento, sugerimos trabalhar com a leitura de artigos, que pode ser feita a partir da metodologia de **sala de aula invertida**. Entendemos que é um volume grande de informações, com isso, sugerimos que os

agrupamentos feitos no início deste momento, sejam mantidos aqui nesta atividade.
Sugira para que cada grupo leia um artigo e aponte as informações de maior impacto/relevância, para que apresente para a turma. Solicite que a turma faça registros de todas as apresentações, para que possam ser utilizados como parte do processo avaliativo.

Artigo 1: **O que são poluentes?** CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: **https://cutt.ly/WWr4Hmv**. Acesso em: 17 ago.2021.

Artigo 2: "**Impactos da Poluição das Queimadas à Saúde Humana: Internações por Doenças Respiratórias no Estado de Rondônia entre 2009 e 2018**". Disponível em: **https://cutt.ly/YWr7n1E**. Acesso em: 07 jul.2021.

Artigo 3: "**Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo**". Disponível em: **https://cutt.ly/kWr71jd**. Acesso em: 07 jul.2021.

Artigo 4: "**Partículas finas de poluição são as novas inimigas da nossa saúde**". Disponível em: **https://cutt.ly/4Wr5xAc**. Acesso: 07 jul.2021.

O ocorrido em 19 de agosto de 2019 na Cidade de São Paulo, quando o céu ficou escuro e o dia virou noite, pode ser trabalhado concomitantemente em Biologia e Química. Professor, se achar pertinente, e entender que cabe no planejamento, é possível propor uma atividade integradora de áreas entre você e o professor de Química, e ampliar a discussão sobre a movimentação das massas de ar (junto com rios voadores), além do problema do material particulado. Segue sugestão de material: **Entenda como foi e por que o dia virou noite em São Paulo na segunda (19).** Disponível em: **https://cutt.ly/TWtwf2W**. Acesso em: 25 ago.2021.

MOMENTO 2 - EXTRAÇÃO DE MADEIRA E MINÉRIO

Neste momento do material, será trabalhada a extração de madeira e minérios como uma das causas do desmatamento.

2.1 Estudante, observe atentamente as imagens abaixo. A partir dos seus conhecimentos sobre ciclos biogeoquímicos (estudados na 1ª série), relacione e registre os impactos causados no equilíbrio desses ciclos gerados na extração de madeira e minérios. Lembre-se, no momento 1 deste volume, seu olhar teve foco para o ciclo hidrológico (ciclo da água), agora é momento de mobilizar outros conhecimentos.



Imagem 1: Extração de madeira. Fonte: Pixabay



Imagem 2: Mineração a céu aberto. Fonte: Pixabay

Professor, esse é um momento de levantamento de conhecimentos prévios. É possível avaliar se existem dúvidas sobre os principais ciclos, e, se houver necessidade, solicitar atividades de recuperação.
A proposta é que os estudantes relacionem a extração de madeiras e minérios com impactos nos ciclos do carbono e oxigênio (processo fotossintético) e nitrogênio (absorção e fixação), principalmente, mas é possível, também, relacionar com o ciclo da água (umidade).

2.2 As imagens trabalhadas no momento 2.1 mostram a finalidade do desmatamento, seja para extração de madeira, quanto para extração de minérios. Pesquise, utilizando fontes confiáveis, e registre exemplos de madeiras e minérios que são extraídos em nosso país, e indique qual o uso deles.
Professor, neste momento, iremos levantar quais madeiras e minérios são os mais explorados, e quais são os reflexos nos ecossistemas globais. Cabe estimular a reflexão sobre a importância e necessidade da realização dessas atividades, seus impactos sobre a manutenção de vida no planeta, sempre fazendo o contraponto com a pergunta: Há uma alternativa mais sustentável?

Sugestões de materiais de apoio:
As principais madeiras brasileiras e possibilidades de uso. Disponível em: **https://cutt.ly/FWtkeAf**. Acesso em: 25 ago.2021.
Espécies de árvores potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia Oriental. Disponível em: **https://cutt.ly/KWtk4lG**. Acesso em: 17 ago.2021.
Os principais minérios do Brasil. Disponível em: **https://cutt.ly/yWtlhCU**. Acesso em: 17 ago.2021.

2.3 É sabido que somos dependentes desse patrimônio natural, porém, a extração sem avaliação de riscos e consequências só aumenta os impactos no equilíbrio do ecossistema. A partir dessas premissas, pesquise possibilidades mais sustentáveis para a utilização do Patrimônio Natural (chamado também de recursos naturais).
Professor, o objetivo é que os estudantes tragam propostas aplicáveis, uma delas é a silvicultura, que desenvolve o aproveitamento, exploração e manutenção racional das florestas, além de criação e desenvolvimento de povoação florestal com intuito comercial, podendo-se criar uma floresta ou determinadas espécies de plantas, com o interesse ecológico, científico, econômico e social. Sugestões de leitura disponível em:
Silvicultura: Descubra a sua importância! Disponível em: **https://cutt.ly/sWNQ591**. Acesso em: 25 ago.2021.
Silvicultura. Disponível em: **https://cutt.ly/CWNWuiG.** Acesso em: 17 ago.2021.
Professor, no material de Química da 1º serie - 1ºbimestre - Situação de aprendizagem 4 - momento 1, foi discutido sobre os impactos oriundas da atividade extrativista no que se refere aos benefícios e problemas em âmbito socioambiental. Segue, também, uma sugestão de leitura. Disponível em: **https://cutt.ly/KWNWdOG**. Acesso em: 17 ago.2021.
Proposta para uma nova estratégia para o controle florestal brasileiro e o combate ao desmatamento. Disponível em: **https://cutt.ly/YWNWjxO**. Acesso em: 10 ago.2021.

2.4 Retome as imagens do início do momento 2 e, com os conhecimentos obtidos até aqui, elabore um pequeno texto, mostrando a relação entre os impactos da extração de minérios com abertura de grandes clareiras (ou crateras). Atrele, também, à diminuição da cobertura vegetal.

Professor, a intencionalidade dessa associação é proporcionar que os estudantes compreendam que a extração de minérios requer, em sua maioria, a retirada da cobertura vegetal (desmatamento), impactando na diminuição da biodiversidade local, na mudança dos ciclos biogeoquímicos, nas cadeias alimentares e, consequentemente, no clima e qualidade do ar.

MOMENTO 3 - MONOCULTURAS

Conceito e histórico:

Consiste no cultivo de uma única espécie vegetal ou animal, em determinada área. No Brasil, essa prática é realizada em latifúndios, desde o Brasil Colônia, quando visavam à exportação de açúcar. Posteriormente ao ciclo econômico da cana-de-açúcar, estabeleceu-se no país a monocultura do café (séculos XIX e XX), cuja finalidade continuava sendo o abastecimento dos países europeus.
Texto elaborado para o material.


Imagem 3: Monocultura do Milho. Fonte: Pixabay

3.1 Anote em seu caderno quais outros tipos de monoculturas você conhece. Esse não é um momento de pesquisa, é um momento de levantar conhecimentos prévios e entender suas vivências.
Professor, atualmente, as monoculturas praticadas pelo agronegócio no Brasil estão mais diversificadas, além da cana-de-açúcar e café, temos produção em larga escala de soja, milho, arroz, laranja, algodão, trigo e eucalipto como alguns exemplos de monocultura vegetais. Aliado a isso, existem ainda a monocultura de animais, tais como: bovinos, bubalinos, ovinos, caprinos, aves.
Após os estudantes terem feito o levantamento de conhecimentos prévios, é possível solicitar uma **pesquisa** sobre os exemplos das monoculturas mais praticadas atualmente no Brasil, e os impactos ambientais, sociais e suas consequências.
Posteriormente, realize uma **roda de conversa** para socializar a pesquisa, e registrem nos seus cadernos para, posteriormente, em grupo, construírem um quadro com os dados pesquisados.

3.2 Realize uma pesquisa sobre quais monoculturas são atualmente praticadas no Brasil, seus impactos ambientais, sociais e as consequências causadas por esses impactos. Anote tudo em seu caderno.

3.3 Em uma roda de conversa, que será proposta pelo professor, compartilhem as informações da pesquisa. Após o compartilhamento, reúnam-se em grupos, para que possam construir um quadro para visualizar melhor os dados pesquisados, o grupo deve utilizar como exemplo o quadro abaixo:

Monocultura	Impacto Ambiental	Consequências ambientais	Impactos sociais
Milho	Perda da biodiversidade	Problemas na relação predador X presa.	Positivo: fonte nutricional. Negativo: limitação de mercado para os produtos da agricultura familiar.

Professor, para dar continuidade ao tema das monoculturas, sugerimos provocar o estudante com a seguinte reflexão: as safras de grãos colhidas a partir da monocultura, no Brasil, matam a fome?

3.3 Dando continuidade ao tema, propomos a seguinte reflexão: as safras de grãos colhidas a partir da monocultura, no Brasil, matam a fome? Para subsidiar a resposta a essa questão, seguem sugestões de leituras:

"Duplo impacto da soja para o clima". Disponível em: **https://cutt.ly/KWtZlPe**. Acesso em 06 jul.2021.

"O crescimento da soja. Impactos e soluções". Ver capítulo 2, "Soja e seus usos". Disponível em: **https://cutt.ly/8WtZVXX**. Acesso em: 06 jul. 2021.

Anote os pontos que você achar mais importante para fundamentar suas opiniões em um debate com seus colegas, que será mediada pelo seu professor.

Durante o debate, anote os pontos importantes da discussão, para produzir um texto dissertativo com o seguinte tema: A monocultura e a agricultura familiar. Procure fazer um contraponto entre essas duas práticas agrícolas e a fome.

O intuito é que os estudantes compreendam que os grãos produzidos nas monoculturas latifundiárias no Brasil são destinados à exportação, produção de ração animal, e uma menor parte à produção de alimentos ultraprocessados.

Após a leitura dos textos, o compartilhamento das informações pode ser trabalhado em grupos, a partir da metodologia **protocolo 3/2/1** que compreende:

3 minutos para um membro de cada grupo apresentar o texto síntese do conteúdo de um dos dois textos; 2 minutos para os colegas fazerem qualquer complemento e/ou questionamento; 1 minuto para o professor dar *feedback* e fazer intervenções.

Oriente os estudantes que realizem anotações dos principais pontos discutidos.

Sugestão de atividade: Professor, se houver disponibilidade em seu planejamento, na sequência, oportunize que a turma assista ao vídeo: A agricultura familiar. Disponível em: **https://youtu.be/kq7-mPkmaWs.** Acesso em: 07 jul. 2021. Depois, anotem os pontos importantes para a produção de um texto dissertativo sobre o tema: **A fome, a monocultura e agricultura familiar.**

PARA SABER MAIS

Por que a agricultura está com problemas (e como resolver)? Disponível em: **https://youtu.be/-YI1BcRjo9Q**. Acesso em: 06 jul. 2021.

MOMENTO 4 - CRISES: HÍDRICA E ELÉTRICA

Professor, parta da questão disparadora: **Há relação direta entre a crise hídrica e a produção de energia elétrica?**

Para tanto, sugerimos uma reflexão sobre a distribuição da água doce no planeta e nas regiões geográficas brasileiras, por meio da dinâmica denominada ***World Café***, ou seja, um processo

criativo que visa a gerar e fomentar diálogos entre os indivíduos participantes, criando uma rede viva de diálogo colaborativo que acessa e aproveita a inteligência coletiva para responder questões de grande relevância para o grupo. Como professor, procure estimular a contribuição de todos, respeitando seus posicionamentos e suas individualidades.
Para organizar o *World Café,* sugerimos a leitura do texto disponível em: **https://cutt.ly/RQV3JuJ.** Acesso em: 17 ago. 2021.

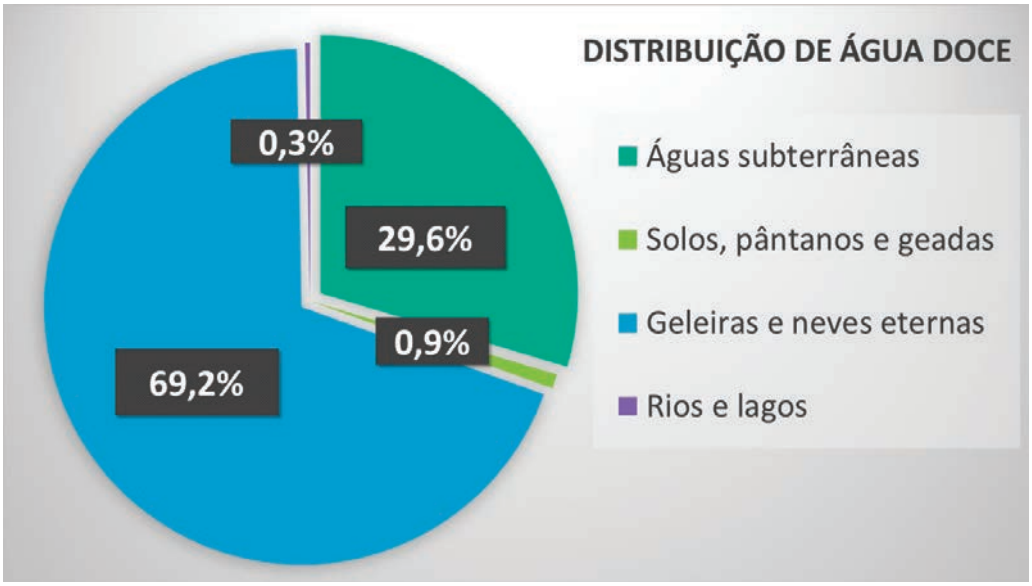


Imagem 4: Exemplo de gráfico da distribuição da água doce no planeta (produzida para o material)

Professor, para essa atividade sugerimos uma pesquisa utilizando a internet ou livros didáticos sobre a distribuição de água doce nas regiões do território nacional. Posteriormente, você pode propor a elaboração de um mapa do território brasileiro, indicando os dados da pesquisa. Para finalizar essa atividade, propomos a realização de uma roda de diálogo, para que os estudantes reflitam sobre os dados da pesquisa. Caso ache necessário, traga questionamentos para mediar o diálogo.

4.1 Realize uma pesquisa sobre a distribuição desse recurso nas regiões brasileiras: **Região Norte; Região Centro-Oeste; Região Sul; Região Sudeste; Região Nordeste.**

A partir dessa pesquisa, elabore um mapa do território brasileiro com os dados levantados.

Para refletir coletivamente sobre os dados levantados, realize uma conversação, utilizando uma metodologia conhecida com *World Café* e, ao passar pelas estações, responda às seguintes perguntas:

a) O que se pode concluir a partir dos dados levantados nessa pesquisa?
Espera-se que os estudantes observem que não há uma distribuição uniforme em todo o território nacional, e essa observação se torna mais explícita ao analisar, principalmente, a região Nordeste, em comparação com a região Norte.

b) Como um país pode gerar riqueza a partir da disponibilidade de água?
Espera-se que os estudantes apontem atividade pesqueira, agricultura, pecuária, e até hidrelétricas.

c) Como devemos atuar coletiva e individualmente na preservação dos corpos d'água?

Professor, durante a realização do *World Café*, podem surgir dúvidas entre os estudantes sobre alguns dos tópicos destinados a reflexão (principalmente no item **c**), caso seja necessário, oriente que uma possibilidade de sanar as dúvidas é discutindo entre os pares. É importante que eles circulem em todos os grupos de conversa e realizem o maior número de contribuições possíveis. Para finalizar, promova uma plenária, para que os participantes possam alinhar suas ideias, além de promover a desconstrução de ideias do senso comum.

4.2 Assista ao vídeo e leia os artigos, fazendo anotações de pontos que considerar importantes e de possíveis dúvidas.

Vídeo: Falta d'água e Rios Voadores. Disponível em: **https://youtu.be/TRqvPD9v2e4**. Acesso em: 25 de ago. 2021.

Artigo 1: Dança da chuva. Disponível em: **https://cutt.ly/mWMksYE**. Acesso em: 12 set.2021.

Artigo 2: Mudanças climáticas já afetam todas as regiões do planeta, afirma IPCC. Disponível em: **https://cutt.ly/KWMkAwX**. Acesso em: 12 set. 2021.

Professor, é possível, também, pedir para que o estudante retome o vídeo do Momento 1 ("Como a Amazônia regula o clima do planeta").

Sistematize os pontos que considerou importante, e, em grupo, responda os seguintes tópicos:

Professor, neste tópico abordaremos a crise hídrica e sua relação com a crise energética, para tanto, sugerimos que os estudantes realizem uma pesquisa sobre o tema, assistam ao vídeo indicado e leiam os artigos, e, como produto final, produzam um podcast, relacionando a falta de chuvas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste com o desmatamento na Amazônia.

- Como se caracteriza a crise hídrica?
- Quais as possíveis causas da crise no Brasil?
- Quais os efeitos da crise hídrica?
- Qual a relação entre a crise hídrica e a geração de energia?
- Quais medidas podemos adotar em nosso cotidiano para reverter a situação da crise hídrica?

Tendo em mãos as anotações, produza um *podcast* relacionando a falta de chuvas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste com o desmatamento na Amazônia.

SAIBA MAIS

O Uso Racional da Água. Disponível em: **https://youtu.be/JtshF-n-mis**. Acesso em: 18 ago. 2021.

Por que falta água no Brasil? Disponível em: **https://youtu.be/DxvHMilNM_Q**. Acesso em: 18 ago. 2021.

Superfície de água no Brasil reduz 15% desde os anos 90. Disponível em: **https://cutt.ly/ZTVvA1n**. Acesso em: 24 ago. 2021.

Comitê de Bacia Hidrográfica Disponível em: **https://youtu.be/uRzt9tv0EJU**. Acesso em: 24 ago. 2021.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4

EFEITOS DAS INTERVENÇÕES HUMANAS NO AMBIENTE - PARTE 2

Competências gerais:

1. **Conhecimento:** Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. **Pensamento científico, crítico e criativo:** Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
7. **Argumentação:** Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Competências específicas da área:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Unidade temática: Matéria e Energia; Tecnologia e linguagem científica.

Objetos de conhecimento: Impactos da intervenção humana (desmatamento, agropecuária, mineração) e seus efeitos nos ecossistemas e na saúde dos seres vivos.

Orientações gerais: professor, o tema desta situação de aprendizagem foi pensado na área (Biologia, Física e Química), visto que a habilidade é comum para os três componentes, que neste caso, será a habilidade EM13CNT203. No momento 1, Relação entre as ações do desmatamento e saúde humana, após levantamento de conhecimentos prévios, serão abordadas as principais zoonoses. No momento 2, o enfoque será nas relações entre desmatamento e perda de habitat, analisando notícias sobre aparecimento de animais silvestres em áreas urbanas. Já no momento 3, o último deste volume, a proposta é trazer a Educação Ambiental como foco, trabalhando análise de uma região, finalizando com propostas de intervenção. É possível, por meio de uma autoavaliação, retomar as habilidades trabalhadas neste bimestre e diagnosticar se foram desenvolvidas. Essa autoavaliação pode ser feita também por você, professor.

MOMENTO 1 - RELAÇÃO ENTRE AS AÇÕES DO DESMATAMENTO E SAÚDE HUMANA

1.1 Os impactos do desmatamento podem perpassar por diferentes segmentos, neste momento, buscamos analisar as consequências diretas para a saúde humana.
O desmatamento impacta diretamente na fauna e na flora, visto que muitos animais perdem seu habitat e migram para outros locais. O aparecimento de doenças causadas por vírus, protozoários e fungos também pode ocorrer de forma mais acentuada. Neste momento, vamos analisar algumas situações em que tais fenômenos ocorrem:
Professor, o objetivo desta atividade é proporcionar aos estudantes momentos em que seja possível compreender como a degradação ambiental possui relação direta com a saúde humana. Sugerimos que, após a leitura compartilhada dos materiais, seja organizada uma nuvem de palavras com as principais doenças que podem aparecer em decorrência do desmatamento. Após a construção da nuvem, comente cada item listado. Essa atividade pode ser realizada diretamente na lousa ou, se for possível, utilize um aplicativo para a construção da nuvem de palavras e projete na tela.

As doenças do desmatamento. Disponível em: **https://cutt.ly/HWXk0Wx**. Acesso em: 18 ago. 2021.

Desmatamento pode levar ao aumento de doenças infecciosas em humanos. Disponível em: **https://cutt.ly/WWXk6L7**. Acesso em: 18 ago. 2021.

Como o desmatamento da Amazônia interfere na saúde da população? Disponível em: **https://cutt.ly/jWXlsz8**. Acesso em: 18 ago. 2021.

Para cada material, é possível elaborar um **mapa mental,** associando as doenças aos fatores relacionados ao seu surgimento/aumento.

1.2 Existe relação entre a degradação ambiental e o aparecimento de novas pandemias?

Após a realização dessa atividade, sugerimos contextualizar a pandemia que se iniciou em 2020 com a possibilidade de aparecimento de novas pandemias.

No ano de 2020, o mundo iniciou um grande desafio que foi (e ainda é) o processo de enfrentamento a uma pandemia de COVID-19, que, além das lastimáveis vítimas e respectivas complicações, trouxe diversos impactos no mundo. Diante disso, as preocupações com o aparecimento de novas pandemias são importantes para refletir sobre as ações sobre o desmatamento como impacto direto na saúde humana.

Assista ao vídeo: **O que desmatamento tem a ver com novas pandemias?** Disponível em: **https://youtu.be/nodoQt9DsHI**. Acesso em: 29 ago. 2021.

Leia o texto: **Da floresta para as cidades**. Disponível em: **https://cutt.ly/cWXzyT4**. Acesso em: 24 ago. 2021.

Após a leitura dialogada do texto, responda em seu caderno pessoal, ou aguarde os comandos do seu professor:

Professor, se julgar pertinente, pode criar uma atividade com alguns aspectos de gamificação, que pode ser realizada de forma desplugada ou, se preferir, pode utilizar algumas ferramentas digitais para esse fim. Segue uma **sugestão de atividade**, mas, se preferir, pode personalizar de acordo com a realidade dos seus estudantes. Disponível em: **https://cutt.ly/RW133WV.** Acesso em: 13 set.2021. Para os elementos de gamificação, sugerimos a leitura: "**Dicas e exemplos para levar a gamificação para a sala de aula**". Disponível em: **https://cutt.ly/2W18rjN.** Acesso em: 24 ago. 2021.

a) As principais doenças que podem aparecer em decorrência do desmatamento são:
b) Os fatores que contribuem para facilitar o contágio de seres humanos com agentes patógenos são:
c) De acordo com a pesquisa da FAPESP, quais doenças são originárias da quebra do ciclo zoonótico:
d) Em alguns casos, o aparecimento de roedores transmissores de doenças se deve a:

MOMENTO 2 - RELAÇÃO ENTRE DESMATAMENTO E PERDA DE HABITAT

Professor, a proposta para este momento é relacionar as intervenções antrópicas com a perda de habitat de outros seres vivos. Para que isso ocorra, sugerimos a utilização de notícias.

2.1 O aparecimento de animais silvestres dentro dos perímetros urbanos vem sendo recorrente em algumas regiões do Brasil. Como registrado na reportagem a seguir:

Onça parda é capturada dentro de uma casa em Piracicaba. Disponível em: **https://cutt.ly/TW0rY82**. Acesso em: 13 set. 2021.

Corpo de Bombeiros resgata jaguatirica presa em árvore em Piracicaba. Disponível em: **https://cutt.ly/rW0rH9s**. Acesso em: 13 set. 2021.

Animais silvestres passam a ser vistos pelas ruas - Jornal da Clube, 2ª Edição, 12 abr. 2018. Disponível em: **https://youtu.be/5N6bCjTCR5Y**. Acesso em: 13 set. 2021.

Sugestão: pesquise quais são os órgãos responsáveis pelo manejo de animais silvestres na sua região e torne público os contatos.

a) Após análise dos materiais acima, reflita, discuta e registre em seu caderno sobre os seguintes tópicos:

- As influências dos tipos de desmatamentos (extração ou queimadas) na perda do habitat natural;
- Relação Predador x Presa;
- Desequilíbrio ecológico.

Professor, o objetivo é discutir sobre os impactos da ação do ser humano na cadeia/nicho ecológico, salientando a perda de habitat natural, diminuição de alimentos, perda de predador natural e a possível inserção em um novo habitat.

b) Hora da ação! A partir da discussão sobre o impacto antrópico nos habitats e nicho ecológico, levante e registre ações que devem ser feitas para minimizar esses impactos.

Professor, é possível que seja discutido sobre pontes verdes ou passagem de fauna, sinalização adequadas nas vias de circulação, comunicação com a comunidade local sobre manejo de animais silvestres, respeitar as áreas de preservação permanentes (APP) próximas às construções etc.

SAIBA MAIS

Corredores ecológicos. Disponível em: **https://cutt.ly/HW0fOVG**. Acesso em: 13 set. 2021.

O que é uma Área de Preservação Permanente. Disponível em: **https://cutt.ly/0W0fNbJ**. Acesso em: 13 set. 2021.

Professor, reforce com os estudantes que no componente de Química foi abordado como o rompimento de barragem de rejeitos impacta o ambiente. O foco em Química é poluição e contaminação, porém, aqui em Biologia, é possível relacionar também a perda de habitat, atrelando todos os tópicos discutidos no **momento 2**.

MOMENTO 3 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Atualmente, existe uma tendência do uso de tecnologias para aquisição de dados por meio de sensoriamento remoto que podem ser operados para o imageamento da superfície do planeta Terra de uma forma jamais vista.

Professor, para esta atividade de educação ambiental, a ideia é que os estudantes utilizem ferramentas de georreferenciamento, disponíveis em sites ou aplicativos, para o monitoramento de áreas de sua região.

3.1 É hora da ação!

Em grupos, assistam ao vídeo: Áreas Verdes Urbanas: o que são e para que servem? Disponível em: **https://youtu.be/rDK5D7PPCIs.** Acesso em: 25 ago. 2021.

Elaborem um projeto, que terá como proposta a utilização de uma ferramenta de georreferenciamento.

Ações:

- Localize uma área pública degradada a partir de uma vista aérea;
- Essa área pública deve ser passível de revitalização;
- Elenque esses dados da área em seu caderno;
- Lembre-se de anotar a localização.

a) Levantem dados referentes à área, aos aspectos ecológicos e às potencialidades, a suas condições de degradação, ao possível agente da degradação; se existe poluição, lixo depositado inadequadamente, mata remanescente, corpos d'água, arborização, arbustos, jardins, dentre outros aspectos que o grupo elencar.

b) A partir dos dados levantados, elabore, com seu grupo, um projeto de revitalização da área degradada. Esse projeto deve ser apresentado como um produto educomunicativo, apresentando a solução encontrada pelo grupo para reverter o processo de degradação da área escolhida e divulgado na sua comunidade.

Desafio:

Com ajuda de um programa de design de jardins gratuito, disponível na internet, crie uma maquete 3D, ou uma maquete física (com materiais sustentáveis, priorizando a reutilização de materiais), apresentando o projeto de revitalização da área escolhida, e divulgue na sua comunidade.

A atividade possibilita que identifiquem os "espaços verdes" que estejam degradados na comunidade e no seu entorno, a fim de catalogá-los para, posteriormente, fomentar uma pesquisa sobre os aspectos ecológicos, além disso, propor ações de revitalização desses espaços, como, por exemplo, plantio de árvores, revitalização de nascentes, espelhos d'água, melhora do paisagismo entre outros aspectos possíveis, com o intuito de incentivar a integração da sociedade nesses espaços, proporcionando ambiente para lazer e cultura e resgatando a conexão das pessoas com a natureza.

Para saber mais sobre monitoramento ambiental, sugerimos o vídeo: **Monitoramento Ambiental**. Disponível em: **https://youtu.be/F8aD_YhLX74.** Acesso em: 24 ago. 2021.

SAIBA MAIS

Modos de visualização no Google Maps. Disponível em: **https://cutt.ly/cW0fyzN**. Acesso: 13 set. 2021.

Aprenda como plantar uma muda de árvore no solo. Disponível em: **https://youtu.be/AcMHePatcf0**. Acesso em: 18 ago. 2021.

ANOTAÇÕES

ANOTAÇÕES

ANOTAÇÕES

ANOTAÇÕES

ANOTAÇÕES

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

COORDENADORIA PEDAGÓGICA – COPED

Coordenadora
Viviane Pedroso Domingues Cardoso

Diretora do Departamento de Desenvolvimento Curricular e de Gestão Pedagógica – DECEGEP
Valéria Tarantello de Georgel

Diretora do Centro de Ensino Médio – CEM
Ana Joaquina Simões Sallares de Mattos Carvalho

Diretora do Centro de Projetos e Articulação de Iniciativas com Pais e Alunos – CEART
Deisy Christine Boscaratto

Coordenadora de Etapa do Ensino Médio
Helena Cláudia Soares Achilles

Assessor Técnico de Gabinete para Ensino Médio – SEDUC/SP
Maria Adriana Pagan

Equipe Técnica e Logística
Aline Navarro, Cassia Vassi Beluche, Eleneide Gonçalves dos Santos, Felipe Oliveira Santos, Isabel Gomes Ferreira, Isaque Mitsuo Kobayashi, Priscila Gomes de Siqueira Salvático, Silvana Aparecida de Oliveira Navia, Simone Vasques

ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
Coordenação de área: Alexandra Fraga Vazquez – Equipe Curricular de Química - COPED
Organização e redação: Alexandra Fraga Vazquez – Equipe Curricular de Química - COPED; Beatriz Felice; Marcelo Peres Vio – Equipe Curricular de Física – COPED; Rodrigo Fernandes De Lima – Equipe Curricular de Química – COPED; Silvana Souza Lima – Equipe Curricular de Física – COPED; Tatiana Rossi Alvarez – Equipe Curricular de Biologia – COPED; Ana Claudia Cossini Martins – PCNP D.E. José Bonifácio/Física; Cristiane Marani Coppini – PCNP D.E. São Roque/Química; Jefferson Heleno Tsuchiya – PCNP da D.E. Sul 1/Física; Deysielle Ines Draeger – PCNP da D. E. Bauru/Biologia; José Rubens Antoniazzi Silva – PCNP D.E. Tupã/Física; Laura Camargo de Andrade Xavier – PCNP D.E. Registro/Química; Marcelo da Silva Alcantara Duarte – PCNP da D.E. de São Vicente/Biologia; Roxane Lopes de Mello Dias – PCNP da D.E. Taubaté /Química, Jefferson Heleno Tsuchiya - PCNP da D.E. Sul 1/Física; Samia Saidah Hassem - PCNP da D.E. Rio Preto/Biologia.
Leitura crítica: Ana Joaquina Simões Sallares de Mattos Carvalho, Débora Regina Vogt.
Revisão Conceitual: Alan Nicoliche da Silva; Pollyanna Marques de Aguilar.

Projeto Gráfico: IMESP
Diagramação: TIKINET

O material Currículo em Ação é resultado do trabalho conjunto entre técnicos curriculares da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, PCNP atuantes em Núcleos Pedagógicos e professores da rede estadual de São Paulo.

Amparado pelo Currículo Paulista, este caderno apresenta uma pluralidade de concepções pedagógicas, teóricas e metodológicas, de modo a contemplar diversas perspectivas educacionais baseadas em evidências, obtidas a partir do acúmulo de conhecimentos legítimos compartilhados pelos educadores que integram a rede paulista.

Embora o aperfeiçoamento dos nossos cadernos seja permanente, há de se considerar que em toda relação pedagógica erros podem ocorrer. Portanto, correções e sugestões são bem-vindas e podem ser encaminhadas através do formulário https://forms.gle/1iz984r4aim1gsAL7.

ATENÇÃO! Este formulário deve ser acessado com e-mail institucional SEDUC-SP.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Secretaria da Educação