UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

PROPOSTAS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA ANALISAR PROBLEMAS AMBIENTAIS, APRENDER ECOLOGIA E CONTRIBUIR PARA A FORMAÇÃO CIDADÃ

JOSÉ CARLOS FÉLIX DE SOUSA

Orientadora: Profa. Dra. Margarete de Macedo Monteiro

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

Rio de Janeiro

2024

PROPOSTAS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA ANALISAR PROBLEMAS AMBIENTAIS, APRENDER ECOLOGIA E CONTRIBUIR PARA A FORMAÇÃO CIDADÃ

DESCRIÇÃO, OBJETIVOS e PÚBLICO-ALVO,

A seguir, apresentamos atividades elaboradas em três temas para trabalhar conteúdos escolares para ensino de Ecologia:

O primeiro tema "Água e Energia" inclui uma sequência didática com um questionário, um roteiro para a construção de um gerador elétrico-mecânico e um Júri simulado.

O segundo tema "Impactos antrópicos na água e nos seres vivos" apresenta um Estudo Dirigido e

O terceiro tema "Saúde ambiental, humana e dos outros organismos", apresenta uma proposta de trabalho um jogo didático.

Os objetivos gerais dessas atividades foram proporcionar a professores de Biologia e Ciências, uma abordagem mais participativa de ensinar conceitos de Ecologia e áreas afins de maneira contextualizada na realidade dos alunos a partir dos problemas ambientais enfrentados por estes e demais grupos familiares e sociais em regiões litorâneas, impactadas por problemas locais, que no caso específico, foi inspirado no entorno da região da Baía de Sepetiba, além de trabalhar questões problematizadoras a partir da abordagem do ensino investigativo de forma a aumentar o engajamento dos estudantes.

Os três grupos de atividades têm como público-alvo alunos das três séries do ensino médio.

Foram consideradas as habilidades e competências da Base Nacional Comum Curricular, apresentadas no **Quadro 1**. Sugerimos ao docentes a aplicação das propostas desse trabalho em projetos bimestrais da unidade escolar como por exemplo, na "Semana do Meio Ambiente", um dos projetos que já constam tradicionalmente no calendário de um Colégio do em Sepetiba e de outras escolas de ensino médio brasileiras.

Quadro 1 – Competências específicas relacionadas com o Ensino de Ecologia e Educação Ambiental no Ensino Médio segundo a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018).

(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.
(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.
(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, na indústria e na geração de energia elétrica.
(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.
(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
(EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/ benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.
(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.
(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

Para a elaboração das atividades a seguir, investigamos as principais queixas ambientais historicamente relatadas pela comunidade escolar (alunos, funcionários e familiares) tanto nas proximidades da escola quanto em bairros vizinhos. Esta estratégia pode ser utilizada por outros professores que desejarem aplicar as atividades propostas em sua prática docente, coletando essas informações por meio de entrevistas com os envolvidos, ou buscando esses problemas ambientais junto aos órgãos oficiais como em sites da prefeitura, associação de moradores, etc.

A seguir, apresentamos as propostas de atividades investigativas agrupadas em três temas: 1) Água e energia, 2) Impactos antrópicos na água e nos seres vivos, e 3) Saúde ambiental, humana e dos outros organismos, destinadas a professores de Biologia do Ensino Médio que forem trabalhar com as habilidades e competências relativas ao Ensino de Ecologia e à Educação Ambiental.

TEMA 1- ÁGUA E ENERGIA: RELAÇÕES, PROBLEMA E SOLUÇÕES.

- Título da atividade: "Rio, cidade que me seduz, de dia falta água, de noite falta luz"

- Habilidade da BNCC associada: (EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.

- Justificativa: A cidade do Rio de Janeiro desde o início do século XX enfrentou um cenário desafiador em relação ao abastecimento de energia elétrica e água potável para sua crescente população. Os rios da cidade (Carioca, Acari, Maracanã) eram de vazão reduzida além de

possuírem uma geografia inadequada para o aproveitamento na geração de energia elétrica. Nos períodos de seca, a situação piorava, apesar do bom humor e flexibilidade, típicos do carioca, como ilustra a marchinha de carnaval dos anos 1950 que intitula essa atividade. A solução definitiva para essa questão só começou a se desenhar a partir de projetos ousados de engenharia que foram empreendidos no interior do Estado do Rio de Janeiro. Um deles foi a transposição das águas do caudaloso rio Paraíba do Sul, desviando parte das suas águas para a construção de um reservatório (barragem de Santa Cecília), o que ampliou a capacidade de geração de energia hidrelétrica da cidade de forma significativa, além de alterar em definitivo o fluxo de água do pequeno afluente rio Guandu que passou a ser um dos rios mais importantes da região metropolitana do Rio de Janeiro, possibilitando inclusive o abastecimento de água para mais de 9 milhões de pessoas através da construção de uma usina de tratamento de água (COELHO e ANTUNES, 2011). A transformação do modesto afluente da bacia do Paraíba do Sul num importante curso d'água que atravessa uma área densamente povoada de uma das maiores cidades do país deu origem a grandes impactos na região da bacia de Sepetiba que passou a receber um aporte de sedimentos seis vezes maior. Essa nova configuração hídrica alterou permanentemente a circulação dos efluentes na região. Um dos problemas ambientais advindos desse novo cenário foi o crescente aumento de carga orgânica principalmente de origem doméstica, que chega aos rios da região. Além disso, a introdução de metais pesados originados das atividades antrópicas também contribui bastante para a queda da qualidade ambiental tanto da bacia de drenagem quanto da Baía de Sepetiba (FERREIRA, 2009).

É bastante comum no ideário popular uma ideia bastante favorável em relação à geração de energia hidrelétrica. Seu caráter renovável e “limpo” inclusive já foi louvado em discursos de representantes de várias esferas governamentais ao longo do tempo, apesar de recentemente ter sido alvo de controvérsias e debates por vários segmentos da sociedade civil. O objetivo dessa atividade é convocar os alunos a refletirem sobre as seguintes questões: “As usinas hidrelétricas são livres de impactos ambientais”? Como elas funcionam? Quais são suas vantagens e desvantagens? As atividades a seguir pretendem responder a esses questionamentos.

- Público-alvo: alunos das três séries do Ensino Médio.

- Conteúdos trabalhados na atividade: Humanidade e ambiente: Consequências do avanço tecnológico no ambiente, perturbações ambientais bem como suas causas e efeitos em sistemas

naturais, funcionamento de uma usina hidrelétrica, transformações energéticas e tipos de energias, relação impacto/benefício de uma usina hidrelétrica, impactos socioambientais de uma usina hidrelétrica, propostas de intervenção ambiental visando à qualidade de vida e medidas de conservação da biodiversidade.

- Problema central: A geração de energia é necessária, mas nossa matriz energética ainda é fortemente centrada na energia elétrica, que depende, principalmente, de hidrelétricas. A construção de hidrelétricas gera impactos diversos! Quais impactos a construção de uma hidrelétrica pode ter sobre o ambiente?

- Objetivos: Reconhecer impactos ambientais em ações antrópicas, entender o funcionamento de uma usina hidrelétrica, desde sua construção até seu funcionamento e avaliar suas vantagens e desvantagens para as populações humanas e o ambiente natural, analisar propostas de intervenção ambiental para minimizar suas consequências, identificar fenômenos de transformações energéticas e sua importância para o ser humano.

- Duração da atividade:

Para realizar os objetivos propostos nessa atividade estão previstos três encontros distribuídos em cinco aulas. No primeiro encontro (aula 1), após uma breve introdução referente ao tema "Água, energia e sociedade", os alunos, divididos em grupos, responderão a um questionário sobre a temática abordada nessa atividade. Suas respostas servirão para coletar suas concepções prévias relacionadas com a produção de energia em usinas hidrelétricas. No segundo encontro (aulas 2 e 3) os alunos construirão um modelo didático de gerador caseiro e a partir dessa construção, responderão a um estudo dirigido. No terceiro encontro (aulas 4 e 5) os alunos farão uma atividade conhecida como "Júri simulado" onde dois grupos trabalharão argumentos favoráveis e contrários à construção de uma usina hidrelétrica numa cidade hipotética.

Esquematicamente, apresentamos a atividade no quadro a seguir **(Quadro 2)**, realizada no formato de uma sequência didática investigativa nos moldes do ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015).

Quadro 2: Resumo esquemático das aulas e atividades que compõem a Sequência Didática do Tema 1, "Água e energia: relações, problemas e soluções"**.**

Encontros	Duração	Objetivos gerais	Conteúdo	Recursos didáticos
1- Orientação e contextualização	50 min	Apresentar e introduzir a atividade, recolhendo as concepções prévias dos alunos sobre energia.	Energia e sociedade Fontes de energia	Aula dialogada e questionário
2- Investigação	2 aulas de 50 min	Conhecer o funcionamento de um gerador e o processo de produção de energia hidrelétrica, comparando-o a outros processos.	Impactos ambientais Elementos de uma usina hidrelétrica	Roteiro Gerador elétrico. Estudo Dirigido e textos selecionados
3- Conclusão	2 aulas de 50 min	Avaliar criticamente o uso de energia hidrelétrica, considerando seus benefícios e impactos.	Vantagens e desvantagens da usina hidrelétrica	Júri simulado

- Detalhamento dos encontros

Encontro 1: Orientação e contextualização

A introdução à atividade será feita em sala de aula por meio de uma aula dialogada com os seguintes objetivos:

-Levantar as concepções prévias dos estudantes sobre o tema: "Energia";
-Conhecer o nível de compreensão dos estudantes sobre o Princípio da Conservação de Energia;
-Introduzir o tema: "Água e energia: relações, problemas e soluções.";
- Levantar as concepções prévias dos alunos em relação aos temas a serem trabalhados.

Ao final da aula, os alunos serão orientados a pesquisarem na internet, livro didático ou biblioteca da escola, sobre os seguintes temas: tipos de usinas geradoras de energia (hidrelétrica, nuclear, termelétrica), matriz energética brasileira.

Duração: 50 minutos

Descrição detalhada:

O início das atividades se dará por uma breve conversa, conduzida pelo professor, em que os estudantes serão motivados a responder um questionário sobre o tema Água e Energia. A aplicação do questionário tem por finalidade introduzir o assunto e levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática. Nesse momento os alunos serão orientados a responderem as questões livremente, sem se preocuparem em respostas certas ou erradas e que a atividade "não vale ponto".

Pontos para serem abordados pelo professor na conversa inicial: definições informais sobre energia, energia e sociedade, fontes de energia.

Questionário sobre Energia e Água
Parte 1 – Energia

1) O que você entende por energia?

_____
_____
_____

2) O que primeiramente vem na sua mente quando você escuta o termo "energia"?

_____
_____
_____

3) Observe atentamente a imagem abaixo. Ela mostra um esquema de um trecho de um brinquedo muito comum em parques de diversões, a montanha russa. Nessa representação o carrinho percorre os pontos A, B e C, partindo do repouso em A

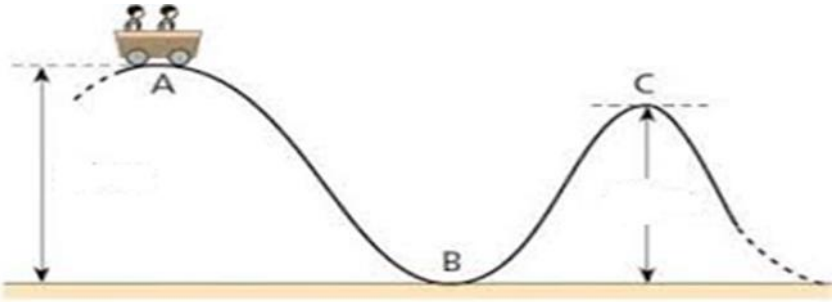


Figura 2 - Esquema de perfil de uma montanha-russa. (Fonte: https://i.ytimg.com/vi/jv2eM4iH7tA/maxresdefault.jpg modificada pelo autor)

Mesmo partindo do repouso e sem qualquer tipo de propulsão, ele passa com grande velocidade pelo ponto B.

a) Se o carrinho estava parado no ponto A, o que permite que o ele passe pelo ponto B em grande velocidade?

_____

_____

b) De onde vem a energia para que ele passe com grande velocidade pelo ponto B?

_____

_____

c) No universo, a energia não pode ser criada nem destruída, apenas pode ocorrer a transformação de um tipo de energia em outro. Nessa representação, qual tipo de transformação energética está ocorrendo?

_____

_____

3) Um ventilador não funciona sem energia. Que tipo de transformação energética acontece num ventilador para que ele funcione?

_____

_____

Parte 2 – Água

1) Na sua opinião, a água pode estar relacionada com a energia?

( ) Sim ( ) Não

2) Leia atentamente o texto a seguir:

CATÁSTROFE ÉPICA PELA CHUVA NA LÍBIA PODE TER MAIS DE 10 MIL MORTOS

Duas barragens se romperam após chuva gerada por ciclone que teve volume de um ano em horas em áreas desértica

Figura 3 - Recorte de notícia publicada online abordando a temática da atividade, (Fonte: https://metsul.com/catastrofe-epica-pela-chuva-na-libia-pode-ter-mais-de-10-mil-mortos/)

Em setembro de 2023, uma calamidade de proporções gigantescas atingiu a cidade de Derna na Líbia, norte da África. A passagem de um ciclone extratropical causou chuvas torrenciais na região. O excesso de chuvas ocasionou em seguida, o rompimento de dois reservatórios hídricos, enviando uma enorme onda de água que desceu pelas montanhas em direção à cidade costeira, matando milhares de pessoas enquanto bairros inteiros eram arrastados pelo mar. Prédios, casas e infraestruturas foram destruídos quando uma onda de 7 metros atingiu a cidade. Milhares de pessoas morreram no que ficou conhecido como o evento ambiental mais mortífero do ano por especialistas. A tragédia ocorrida neste país nos permite refletir sobre algumas questões:

Agora responda:

O que do cenário descrito anteriormente levou a água a causar tamanha destruição em Derna? Considere para a sua resposta os seguintes aspectos: se a água está em repouso ou não.

_____

_____

3) Reflita e responda: Será que é possível canalizar de forma controlada essa imensa quantidade de energia da água de forma que, no lugar de destruição e morte, ela possa ser utilizada de forma benéfica pelo homem?

_____

_____

4) Observe atentamente a imagem abaixo. Ela retrata um instrumento chamado roda d´água. Em épocas passadas (e até mesmo atualmente em alguns locais), ela era construída como um dispositivo circular montado sobre um eixo, contendo na sua periferia caixinhas ou aletas dispostas para moer grãos, cereais ou para outros usos.

Figura 4 - Foto de uma roda d´água.

(Fonte: https://www.montanhascapixabas.com.br/wp-content/uploads/2017/12/Campinho_ganha_Roda_Dagua_no_Portal_da_cidade.jpg)

Reflita e responda: Como você acha que funciona a roda d'água?

_____

_____

_____

4) Com a modernização da ciência, essa roda d'água foi sendo aprimorada e melhorada tanto em tamanho quanto em funcionalidade. Observe essa "roda d'água" moderna. Ela pesa 1200 toneladas e os engenheiros a chamam de rotor ou turbina.

_____

_____

_____

Figura 5. Rotor usado na usina hidrelétrica de Belo Monte - MG (Fonte: https://www.petronoticias.com.br/wp-content/uploads/2015/02/Rotor.jpg)

Nesse contexto, procure imaginar a quantidade de água que é necessária para mover essa estrutura. Que tipo de curso d'água seria necessário para isso?

_____

_____

5) As usinas hidrelétricas usam essas imensas rodas d'água para gerar energia para nossas cidades. Por meio delas, que importante transformação energética ocorre?

_____

_____

6) As fontes de energia podem ser renováveis ou não renováveis. Qual desses dois tipos a energia proveniente da água se enquadraria? Justifique.

_____

_____

Encontro 2: Investigação

Nesse encontro, os alunos desenvolverão a atividade prática de construção de dois modelos didáticos: um gerador elétrico-mecânico e um reservatório/barragem para análise de vazão. Ao final, responderão a algumas questões relativas à atividade.

Apresentamos a seguir, o guia de elaboração do modelo (**Apêndice 1**), elaborado pelo mestrando, baseando-se em modelos empregados tradicionalmente há bastante tempo em aulas práticas de Ciências/Biologia.

Essa atividade terá os seguintes objetivos:

- Construir um modelo de gerador elétrico a partir de material de sucata;
- Construir um modelo de reservatório de água;
- Relacionar cada componente dos modelos com sua contraparte na usina hidrelétrica (Apêndice 1)
- Compreender o processo de transformação de energia envolvido;
- Entender que a vazão do reservatório está associada com a geração de energia.

Depois da construção do modelo e das respostas às questões elaboradas, os estudantes, em grupos de até 5 integrantes, responderão um estudo dirigido, apresentado a seguir, com os seguintes objetivos:

-Compreender o sistema de geração e transmissão de energia hidrelétrica;
- Entender que a construção de uma usina hidrelétrica também apresenta impactos ambientais;
- Comparar as vantagens no emprego da energia hidrelétrica quando comparado com outras fontes de energia;
-Analisar o emprego do termo “energia limpa” no contexto popular e ecológico.

Estudo Dirigido

A partir do material que vocês pesquisaram, da construção do modelo e da consulta a outros materiais e discussão com colegas e professores, respondam as questões a seguir:

Questão 1 - De que forma é gerada a energia elétrica que chega até nossas residências?

_____

_____

Questão 2 – Para a construção de uma usina hidrelétrica, o rio e o relevo da região que vai receber esse tipo de fonte energética precisam atender a alguns requisitos. Quais são eles?

_____

_____

Questão 3 – Que vantagens a energia hidrelétrica possui em relação a outras fontes de energia?

_____

_____

Questão 4 – Que desvantagens a energia hidrelétrica possui em relação a outras fontes de energia?

_____

_____

Questão 5 – Você poderia afirmar que a energia hidrelétrica pode ser considerada uma fonte de energia "limpa"? Por quê?

_____

_____

Encontro 3: Conclusão

Como atividade para conclusão do tema, sugerimos a Atividade "júri simulado", apresentada a seguir, a ser desenvolvida em sala de aula com os seguintes objetivos:

- Desenvolver a reflexão crítica sobre o uso de energia hidrelétrica;
-Aprimorar a capacidade argumentativa dos alunos;
-Estimular o trabalho grupal, organizar ideias e resolver problemas;
-Promover a habilidade de expressão verbal.

Atividade Júri simulado - Construção de uma usina hidrelétrica

Situação-problema: A prefeitura de uma cidade hipotética brasileira recebeu da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) uma proposta para a construção de uma usina hidrelétrica em um dos rios da bacia hidrográfica localizada nos limites do município em questão. A câmara municipal, como entidade representante da vontade popular, criou uma comissão para avaliar a viabilidade, vantagens e desvantagens da construção da referida usina e encaminhar ao poder executivo, um indicativo, favorável ou contrário, à sua construção.

Nessa atividade, a turma fará o papel dos integrantes dessa comissão que irá avaliar a situação no formato de um júri simulado, cuja descrição foi modificada a partir de referência (Vieira)

Cronograma: Para essa atividade, recomendamos o uso de duas aulas de 50 minutos

Preparação:

Na aula anterior à atividade o professor deve orientar os alunos a pesquisar, ler e levar reportagens e endereços de sites da internet com conteúdo mostrando os benefícios e também os impactos da construção de uma usina hidrelétrica. Entretanto, sugerimos que o professor também leve material para embasar as discussões e garantir que os grupos tenham material suficiente para construir seus argumentos.

No início da atividade, o professor dará 15 minutos para que os alunos, em trios, listem os benefícios e prejuízos da construção da usina hidrelétrica. Depois disso, o professor irá explicar a questão-problema, deixando claro que o objetivo é que os alunos cheguem a um indicativo de

voto favorável ou contrário à construção de uma usina hidrelétrica nos limites dessa cidade hipotética. Apesar de não emitir juízo de causa, o docente deve acompanhar todo o processo de construção das etapas da argumentação e intervir, caso necessário, de forma a organizar e estruturar o andamento dos argumentos e se interpor em situações que possam exceder os moldes de um debate civilizado. Sob essa perspectiva, o professor pode ter que defender e oferecer justificativas para argumentos com os quais ele não necessariamente concorda, em prol do desenvolvimento da argumentação e do aumento da complexidade dos argumentos apresentados (VIEIRA, 2011 e VIEIRA et al. 2012)

No segundo momento, a turma será separada em grupos de cinco alunos. Cada grupo irá pesquisar sobre os benefícios e também os problemas associados à construção de uma usina hidrelétrica. A partir do dilema advindo da questão inicial, procede-se a reorganização da turma e da sala conforme mostra a figura 6.

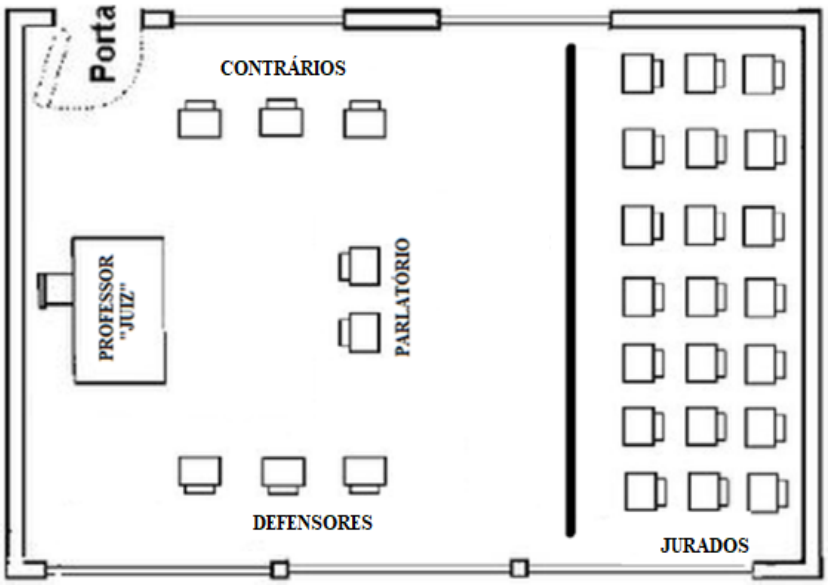


Figura 6 – Esquema com sugestão de organização da sala de aula para o júri simulado. (Fonte: https://br.pinterest.com/pin/596445544413381087/). Modificado pelo autor

Seguindo a atividade, a turma será dividida em três grupos: defensores, contrários e jurados. Um grupo de até 5 alunos será definido como defensores, entretanto apenas o relator deverá se dirigir aos jurados. Outro grupo, também composto de até 5 alunos, sendo um o relator será definido como contrários à construção da hidrelétrica. Ao centro da sala serão posicionadas duas mesas que serão usadas como parlatório, onde os relatores irão se dirigir aos jurados para expor sua argumentação. Os jurados serão todos os outros alunos da turma e irão se posicionar no fundo da sala de aula. O professor representará o juiz e atuará como mediador da atividade.

A definição do papel de cada aluno nessa atividade será feita de maneira a deixá-los confortáveis em sua atuação.

Regras:

Inicialmente, depois dos grupos formados, o professor dará 10 minutos para que cada grupo organize seus argumentos para que os relatores apresentem.

Os relatores se posicionarão no centro da sala e o juiz realizará um sorteio para determinar qual grupo dará início à exposição dos argumentos.

Cada relator terá até 10 minutos para expor, alternadamente, sua posição, sempre se baseando nos argumentos discutidos.

Durante a fala de cada grupo, poderão ocorrer objeções do oponente, e caso aconteçam, devem ser sinalizadas com a mão direita levantada. O tempo de fala será pausado e o grupo cuja objeção foi dirigida terá 1 minuto e meio para responder à objeção. São consideradas possíveis objeções: argumentos pontuais polêmicos pertinentes, colocações desprovidas de dados que a suportem, alegações de caráter injurioso, deselegante ou infundado, etc.

Ao final de cada exposição e eventuais objeções, cada grupo poderá direcionar ao oponente, duas perguntas. O grupo perguntado terá 2 minutos para responder. O grupo que fez a pergunta terá 1 minuto para réplica e o oponente 1 minuto para tréplica.

O tempo pré-estabelecido para as defesas, objeções, perguntas, bem como réplicas e tréplicas deve ser rigorosamente observado.

Ao final da fase de perguntas, os jurados devem registrar seus pareceres sobre a questão inicial, escrevendo numa folha de papel o seu voto (contrário ou favorável à construção da usina hidrelétrica). Os papéis com os votos serão dobrados e levados por um dos jurados até a mesa do juiz, que os lerá em voz alta e totalizará para a determinação do parecer final, que será obtido por maioria simples de votos (a metade mais um).

Após a finalização da atividade, serão propostas para a turma toda, três questões para reflexão:

1) Aponte a decisão final dos jurados, citando os principais argumentos dos defensores e dos contrários à construção da usina hidrelétrica.

Decisão final: _____

_____

Argumentos dos defensores:

_____

_____

_____

Argumentos dos contrários:

_____

_____

_____

2) Você concorda com a decisão dos jurados?

( ) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

_____

_____

_____

3) Você acha que os defensores apresentaram bons argumentos na sua exposição? Incluiria mais alguns?

_____

_____

_____

4) Você acha que os contrários apresentaram bons argumentos na sua exposição? Incluiria mais alguns?

_____

_____

_____

TEMA 2 – IMPACTOS ANTRÓPICOS NA ÁGUA E NOS SERES VIVOS.

- Título da atividade: "Como podemos perceber a poluição hídrica?"

- Habilidade da BNCC associada: (EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

.- **Justificativa**: A poluição hídrica de origem antrópica é um dos problemas ambientais mais danosos aos ecossistemas, pois possui efeitos prejudiciais não somente para a coluna d'água, mas também para a fauna e flora locais. A desembocadura de rios próximos a grandes ocupações urbanas costuma trazer poluentes para regiões de baía, lagos, mares ou oceanos. Os efeitos no ambiente decorrentes da deposição dessas substâncias alteram consideravelmente o equilíbrio ambiental dessas regiões, prejudicando atividades importantes para a economia das comunidades locais como a pesca, turismo e a oferta de água potável. Diante desse cenário, é fundamental que no ambiente escolar, essa temática seja trabalhada em sala de aula uma vez que a origem dessa problemática é advinda da ação antrópica e conhecer os elementos geradores desses efeitos danosos da poluição hídrica constituem o primeiro passo para buscar soluções. É farta a produção acadêmica que retrata os efeitos da poluição hídrica sob seus mais variados aspectos e sua utilização por professores em atividades adaptadas, pode proporcionar uma oportunidade apropriada para trabalhar com os alunos a interpretação de dados, gráficos, tabelas e outros elementos comuns ao trabalho científico formal. Aproximar o *modus operandi* da universidade com o saber escolar é uma das estratégias dessa proposta.

Nessa atividade propomos uma abordagem em que os conhecimentos prévios dos alunos sejam o ponto de partida e, a partir deles, sejam apresentadas informações provenientes de medidas de uma série de dados, tabelas e imagens que possam corroborar ou refutar esses conhecimentos de forma que eles entendam o processo de construção do conhecimento científico e com isso, sintam a necessidade de aprender sobre o conteúdo investigado nessa abordagem. Além disso, propomos uma inversão na abordagem tradicional dos conteúdos escolares onde no lugar de uma aula expositiva que prioriza a memorização de conceitos e processos, partimos da apresentação de uma situação problema que gera uma série de informações que estão relacionadas com os conteúdos escolares a serem aprendidos. Por meio de uma série de perguntas orientadas, esses conceitos vão sendo trabalhados em sequência e ao final o professor, em conjunto com a turma, usa as informações coletadas para compreender os efeitos das ações

antrópicas em ambientes aquáticos e propor alternativas para mitigar as consequências advindas dessa ação.

- Público-alvo: alunos das três séries do Ensino Médio.

- Conteúdos trabalhados na atividade: poluição hídrica, efeito da temperatura sobre a solubilidade de oxigênio na água, dispersão de poluentes em ambientes hídricos, cadeias tróficas e bioacumulação.

- Problema central: Os seres vivos aquáticos cujo habitat se localizam distante dos grandes centros urbanos estão livres dos efeitos da poluição hídrica?

- Objetivos: Reconhecer os componentes antrópicos da poluição hídrica, construir corretamente uma cadeia alimentar, relacionar corretamente os efeitos da biomagnificação ao longo da cadeia trófica.

- Duração da atividade: duas aulas de 50 minutos.

- Descrição da atividade

Quadro 3: Resumo esquemático das aulas e atividades que compõem a Sequência Didática do Tema 2, "Estudo dos impactos antrópicos na água e nos seres vivos"**.**

Encontros	Dur ação	Objetivos gerais	Conteúdo	Recursos didáticos
Introdução e Investigação	50 min	Coletar as concepções prévias dos alunos sobre poluição hídrica. Analisar os efeitos da poluição hídrica e relacioná-los com pontos de monitoramento na Baía de Sepetiba. Construir uma sequência trófica a partir de dados de uma tabela. Relacionar corretamente a relação entre oxigênio dissolvido e temperatura.	Poluição hídrica Temperatura x Oxigênio dissolvido Dispersão de poluentes Sequência trófica e concentração de poluentes.	Estudo Dirigido

Discussão Conclusão	50 min	Verificar o avanço conceitual. Reconhecer que a cadeia trófica apontada se conecta com os conceitos de cadeia alimentar. Associar os conceitos aprendidos com a interpretação dos dados da tabela e do mapa com a biomagnificação. Discutir sobre alternativas para mitigar a poluição hídrica	Cadeia alimentar Biomagnificação Lei de Henry. Poluição hídrica e sociedade. O que fazer?	Aula dialogada

- Detalhamento dos encontros

Encontro 1: Introdução e Investigação

O primeiro encontro terá início com uma breve conversa introdutória onde serão abordados alguns aspectos gerais sobre a poluição hídrica. Nesse momento o professor deve estar atento e aberto às concepções prévias dos alunos sobre a temática. Em seguida, deve ser feita à turma a pergunta problematizadora: "Como a poluição hídrica afeta o ambiente e os seres vivos?". Em seguida a turma será dividida em grupos de cinco alunos e então uma cópia impressa do estudo dirigido a seguir será entregue para cada grupo.

Estudo Dirigido:

Para analisar o grau de degradação da região da Baía de Sepetiba, um estudo (FERREIRA, 2010) escolheu alguns pontos (P1 a P7) de monitoramento para coletar os dados de alguns parâmetros de qualidade da água. A imagem abaixo mostra a localização desses pontos.

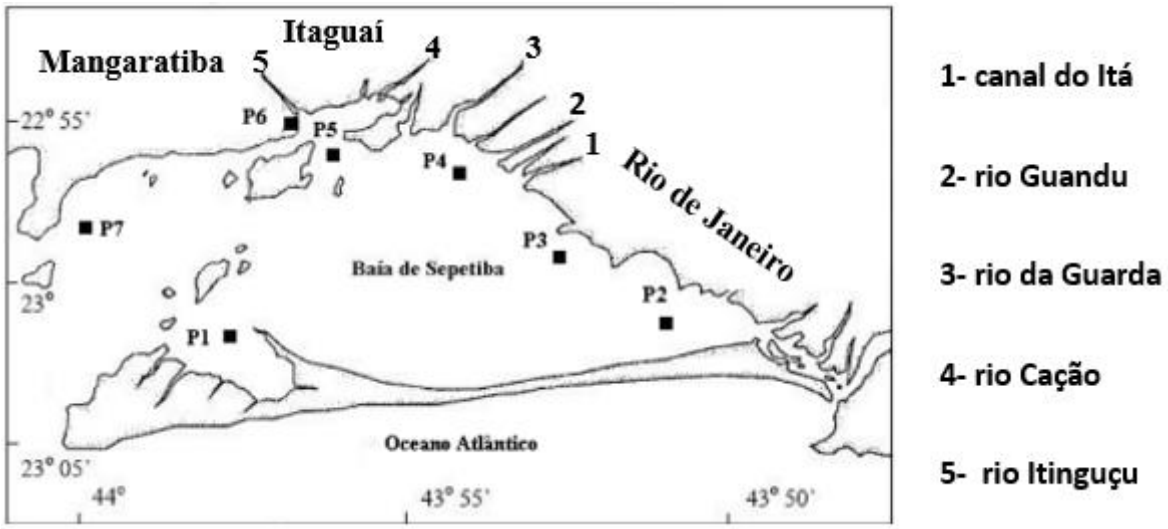


Figura 7 - Mapa da Baía de Sepetiba mostrando alguns rios, as cidades próximas e os pontos de coleta. Fonte: (FERREIRA, 2010), modificado pelo autor.

A Tabela 1, a seguir, apresenta alguns parâmetros físico-químicos associados com a qualidade de corpos hídricos como temperatura da água (ºC), oxigênio dissolvido-OD (mg/ml) e concentração de chumbo-Pb (µg/l) em relação aos pontos onde ocorreu a coleta.

Ponto de coleta	Temperatura (ºC)	OD (mg/ml)	[Pb] µg/l
P1	25,5	10,6	6,7
P2	26,5	7,8	5,6
P3	27	5,7	9,6
P4	27	5,0	12,3
P5	26,5	4,5	16,1
P6	26,5	5,9	6,5
P7	25,5	8,1	7,7

1) Por que você acha que foram obtidos valores diferentes para a temperatura da água nos diferentes pontos de monitoramento?

_____

2) Qual a sua explicação para que a quantidade de oxigênio (OD) varie em relação aos pontos de monitoramento?

_____

_____

3) E em relação à concentração de chumbo [Pb]?

_____

_____

4) Analisando a localização geográfica desses pontos de coleta, a desembocadura dos rios e a localização dos grandes centros urbanos, quais pontos vocês esperariam que apresentassem parâmetros de qualidade de água com menor grau de degradação ambiental? Justifique.

_____

_____

5) Partindo da mesma situação, quais pontos apresentariam a água com maior nível de poluentes?

_____

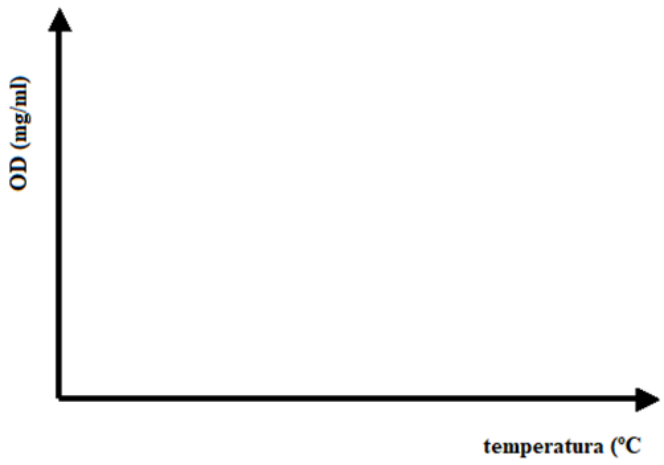
_____

6) Por que a localização geográfica dos pontos de coleta afeta a qualidade de água?

_____

_____

7) Considere os pontos P1, P2 e P3. Plote no gráfico a seguir os valores da temperatura da água (eixo das abscissas) e os valores da taxa de oxigênio dissolvido (eixo das ordenadas).



Existe alguma relação de relação entre essas grandezas? Se sim, descreva.

_____

_____

8) Que medidas poderiam ser tomadas pelo homem para diminuir a degradação ambiental resultante da poluição hídrica retratada neste estudo?

_____

_____

Além da água, a contaminação por metais pesados e outros poluentes orgânicos em rios, lagos e regiões oceânicas próximas a grandes centros urbanos populosos, também afeta a fauna e flora locais que absorvem esses elementos por meio de processos físicos ou biológicos. O DDT, por exemplo, foi um pesticida agrícola usado até o ano de 2009 no Brasil. Em muitos casos, após exercer sua ação nas diversas lavouras, ele chega até os rios, lagos e regiões litorâneas. Observe atentamente a imagem a seguir. A concentração de DDT em cada nível trófico é medida em partes por milhão (ppm).

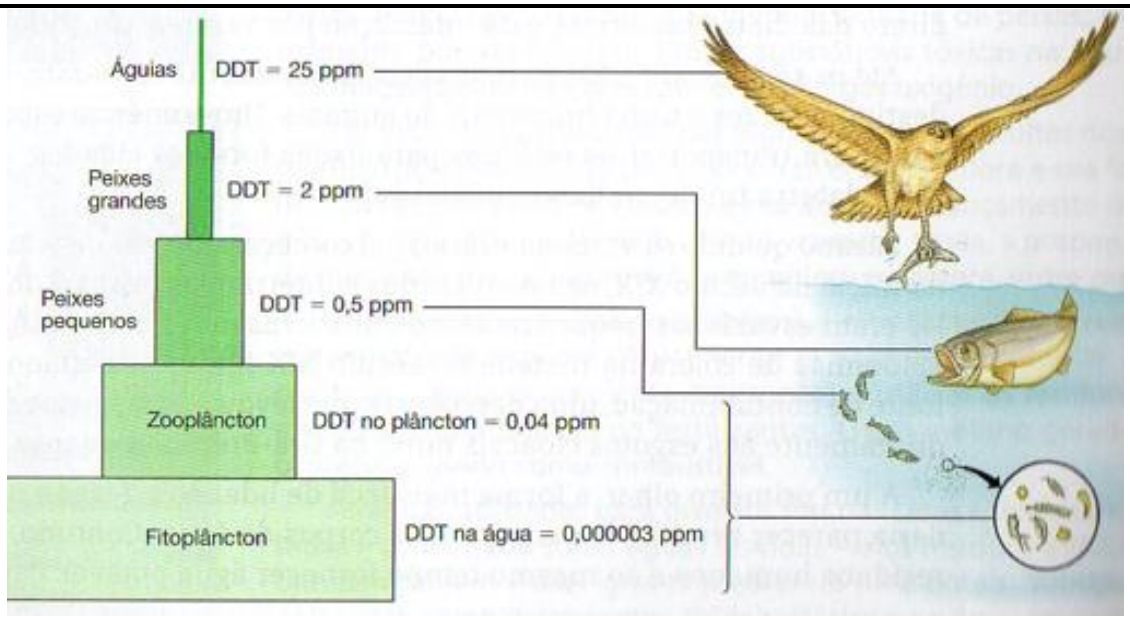


Figura 8 – Variação na concentração de DDT ao longo dos níveis tróficos (Fonte: AMABIS, J.M; MARTHO, G.R. Biologia das populações. Vol.3. São Paulo. Moderna. 2016. p. 274)

KEHRIG *et al.* (2009) verificaram a concentração de mercúrio [Hg] nos tecidos musculares de organismos (µg/g) que povoavam a região da Baía de Sepetiba. Os valores obtidos estão mostrados na tabela 2 abaixo:

Espécie	Nome comum	[Hg] µg/g
Pellona harroweri	Sardinha-piaba	0,25
Paralonchurus brasiliensis	Maria-luisa	0,26
Sotalia guianensis	Boto-cinza	3,28
Anchoa filifera	Manjubinha	0,25
Trichiurus lepturus	Peixe espada	1,07

9) Considerando o fenômeno observado na Figura 8, proponha uma possível cadeia alimentar com pelo menos 3 níveis tróficos usando os seres aquáticos listados na tabela anterior.

_____

_____

10) De todos os seres capturados na lista acima, o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é aquele cujo ponto de captura encontra-se mais afastado da linha litorânea e dos grandes centros agricultores. Apesar disso, foi o que apresentou o mais elevado valor de mercúrio em seus tecidos. Por que você acha que isso ocorre?

_____

_____

Figura 9. - Manchete de uma notícia publicada online sobre o tema da atividade e resumida a seguir. (Fonte: https://www.uerj.br/noticia/especialistas-em-meio-ambiente-da-uerj-criticam-instalacao-de-termeletricas-flutuantes-na-baia-de-sepetiba/)

Recentemente, a região da Baía de Sepetiba foi escolhida para a instalação de usinas termelétricas flutuantes que gerariam 560 MW de energia. A empresa de capital turco Karpowership Brasil (KPS) que venceu a licitação enfrenta protestos de setores da sociedade

civil e embargos na justiça. Especialistas afirmam que os impactos ambientais não foram considerados. Segundo eles, o funcionamento para o resfriamento das caldeiras da usina utiliza água da baía e uma vez usada, retorna ao ambiente com uma temperatura de 14 a 15ºC acima da temperatura normal do local.

8) Considerando os dados obtidos na tabela 1 e a notícia sobre a usina flutuante, que problemas ambientais o funcionamento dessas estruturas ocasionaria?

_____

_____

Encontro 2: Discussão e Conclusão

O segundo encontro começará com a entrega, ao professor, da atividade proposta na aula 1. Cada grupo, a partir de um relator, fará a apresentação das respostas das questões propostas. A partir daí, o professor fará os comentários referentes às questões abordadas, associando-os aos conteúdos formais e objetivos de aprendizagem pertinentes a essa atividade. Nesse momento, a turma terá a oportunidade de rever seus conceitos iniciais e compará-los com as conclusões obtidas ao final do processo.

Ao final da aula, o professor poderá solicitar aos alunos que entreguem uma produção textual por grupo, apontando o que consideraram adições a suas respostas depois de terem tomado conhecimento das respostas dos outros grupos. É desejável que o professor, nesse momento, possa iniciar com os alunos uma discussão sobre os impactos da poluição hídrica na qualidade de vida humana, na saúde e alimentação.

TEMA 3: SAÚDE AMBIENTAL, HUMANA E DOS OUTROS ORGANISMOS.

- Título da atividade: "Desafio do pescado sustentável"

- Habilidade da BNCC associada: (EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e

reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

- Justificativa: Uma das principais dificuldades enfrentadas pelos professores de Biologia nas escolas de Ensino Médio é a falta de interesse dos alunos em relação às atividades propostas em classe. A falta de motivação é algo que impossibilita o aluno de pensar, agir, conseguir traçar metas e planos que lhes sejam satisfatórios no quesito aprendizagem (SANTOS, 2022). A longa lista de termos da nomenclatura biológica, bem como fenômenos específicos que envolvem o ensino de Ecologia, são elementos que distanciam os conteúdos escolares dos alunos. Além disso, a reduzida carga horária, o conteúdo extenso e outros elementos alheios ao processo pedagógico fazem com que a tarefa dos docentes seja ainda mais desafiadora. Diante desse cenário, buscar alternativas para as atividades tradicionais que possam trazer mais interesse e motivação por parte dos alunos, pode trazer benefícios e maior engajamento em sala de aula. O uso de abordagens inovadoras e não convencionais para promover o interesse no ensino de Biologia pode ajudar a enriquecer o currículo formal, pois os alunos estarão expostos a uma série de modos criativos de aprendizagem que vão ajudar aumentar o interesse a participação destes durante as aulas.

A proposta de atividade a seguir tem como objetivo apresentar uma atividade lúdica, um jogo didático, para que o professor possa atingir maior interação entre os alunos e destes com os conteúdos para que os objetivos pedagógicos sejam alcançados. Nesse sentido, concordamos com Orso (1999) de que o jovem precisa ser alguém que joga, para que mais tarde, saiba ser alguém que age, convivendo sadiamente com as regras do jogo da vida. Antes de qualquer coisa, o jogo é uma atividade voluntária, tem uma finalidade autônoma e se realiza tendo em vista uma satisfação que consiste nessa própria realização (HUIZINGA, 2023). Além disso, o jogo didático permite que os alunos atuem ativamente no desenvolvimento da atividade, abandonando a postura passiva que muitas vezes é observada durante metodologias tradicionais que envolvem os estudantes da Educação Básica. No Ensino Médio, durante o aprendizado de competências que estejam relacionadas com o ensino de Ecologia ou Educação Ambiental, essa perspectiva é particularmente útil e desejável já que se almeja a formação de indivíduos críticos e atuantes em suas realidades e contextos. O jogo de tabuleiro proposto nessa atividade simula um dos aspectos que os alunos poderão viver e, nessa dinâmica são estimulados a tomar decisões, resolver problemas e reagir aos resultados de suas próprias decisões (FRANKLIN *et al.* 2003).

O jogo “Desafio do pescado sustentável” baseia-se nos impactos ambientais em uma região de forte tradição de consumo de peixe, como os moradores da região do entorno da Baía de Sepetiba. Os impactos ambientais tais como contaminação por mercúrio, pesca predatória, eutrofização, contaminação por coliformes fecais em rios da região, dentre outros, afetaram de diferentes maneiras a atividade pesqueira, tanto no aspecto ambiental quanto na saúde das pessoas. A compreensão sobre esses impactos e sobre como lidar com eles para continuar a consumir essa importante fonte de proteína animal de forma sustentável e saudável é a meta dessa atividade.

Por se tratar de um item alimentar que se inclui na dieta de várias outras regiões no Brasil, professores de outras regiões, cidades e estados podem encontrar nessa atividade, um recurso valioso para trabalhar em suas escolas esse tema de grande relevância para a temática ambiental. A proposta é que esses impactos sejam utilizados como ferramenta de ensino, de forma a abordar os conteúdos referentes ao ensino de Ecologia durante a aplicação do jogo. Além disso, essa abordagem pretende trazer para sala de aula a visão de que um ambiente insalubre pode acarretar consequências à saúde das pessoas, uma vez que humanos, animais e os ecossistemas estão intrinsicamente conectados pelos fluxos de energia e matéria.

O jogo Desafio do pescado sustentável

Peças: O jogo é composto por um tabuleiro, 5 peões de plástico de cores diferentes (branco, amarelo, azul, verde e vermelho), um dado e 10 fichas com questões.

Participantes: O jogo foi desenvolvido para ser jogado com até 5 grupos de alunos, cada grupo representado por um dos peões coloridos. Dependendo da quantidade de alunos por turma, o professor pode adaptar o número de peões envolvidos no jogo ou a quantidade de alunos por grupo participante. Da mesma forma, a critério do professor, podem ser incluídas fichas adicionais com questões que possam retratar situações ou impactos ambientais próprios de suas localidades ou até mesmo adaptar as questões-problemas descritas nessa atividade de acordo com a faixa etária ou conhecimento dos alunos.

- Público-alvo: alunos das três séries do Ensino Médio.

- Como jogar: O professor distribuirá para cada grupo um dos peões coloridos. E **c**ada grupo de alunos escolherá um aluno representante. Esse integrante realizará o lançamento dos dados,

retirará a ficha com as perguntas, fará a leitura e moverá os peões pelo tabuleiro. Apesar disso, nada impede que essa função seja desempenhada por mais de um aluno do mesmo grupo, de forma alternada, preferencialmente.

Em seguida, cada aluno representante lançará uma vez o dado e aquele que obtiver o maior número será o primeiro grupo a jogar. Os demais grupos seguirão a ordem sequencial dos respectivos números obtidos no lançamento do dado em ordem decrescente. Em caso de empate, novos lançamentos serão realizados até a obtenção da sequência final de jogadores que se manterá durante toda a partida. Depois disso, os representantes posicionarão seus respectivos peões no campo "início". Cada grupo participante fará apenas um movimento por lançamento de dados e ao final deste passará a vez para o próximo grupo participante.

O tabuleiro contém um percurso onde constam 52 casas, sendo elas 8 especiais (marcadas em cinza) e 44 comuns (de cor branca). Algumas casas especiais estão marcadas com o sinal "pare" e são paradas obrigatórias. Nesse caso, o peão deverá estacionar nelas mesmo que o lançamento de dados obtenha um valor que permita o avanço através dessas casas.

O primeiro grupo a jogar lançará o dado e avançará o peão sobre o tabuleiro o número de casas obtidas no lançamento. Caso o peão chegue a uma casa cinza, será retirada uma ficha contendo uma questão que será lida pelo representante do grupo. Em seguida, o grupo terá um tempo de até 3 minutos para refletir coletivamente e elaborar uma resposta. Em caso de acerto o peão avançará para a casa seguinte e em caso de erro, voltará duas casas. Vencerá o jogo o grupo cujo peão atingir a casa final "chegada" ou estiver com o mesmo na posição mais avançada no tabuleiro caso o tempo para a atividade se esgote antes do final da partida. As regras do jogo para os grupos de alunos estão localizadas no verso do tabuleiro.

- Problema central: Como consumir pescado de forma saudável e sustentável?

- Objetivos: Compreender o termo sustentabilidade e as inter-relações entre a saúde ambiental, a saúde humana e a dos outros organismos.

- Duração da atividade: 1 ou2 aulas de 50 minutos, dependendo da disponibilidade do professor e do tamanho da turma.

- Descrição da atividade

Os alunos serão apresentados ao jogo didático “Desafio do pescado sustentável”. O objetivo é chegar até o final do percurso através das respostas corretas que permitirão ao grupo vencedor avançar e assim atingir a meta final representado por um personagem que conseguiu saborear um peixe de forma saudável e sustentável. Nessa atividade é muito importante que seja incentivado o debate em grupo toda vez que a questão problema for apresentada, quando o peão cair na casa de cor cinza. O debate e a solução colaborativa do problema da casa especial é um dos elementos mais importantes nesse jogo. O professor deverá estar pronto a intervir, atuando como mediador para sanar eventuais dúvidas referentes às respostas das questões e do consequente progresso dos jogadores envolvidos na atividade.

A seguir, a lista das questões do jogo:

1. O mercúrio (Hg) é um metal pesado usado no extrativismo mineral. Ele pode chegar ao ambiente aquático por meio do descarte em rios. O atum (*Thunnus* sp) é pescado em todo o litoral brasileiro, envolvendo pescadores artesanais e industriais. É uma das principais pautas de exportação do pescado nacional. Apesar da pesca ocorrer em alto mar, os barcos pesqueiros esperam o período da lua cheia, que é quando os peixes sobem para a superfície atrás de alimentos. Podemos afirmar então que pessoas que consomem atum estão livres da contaminação por mercúrio? Explique.
2. O salmão (*Salmo sp*) é uma espécie de peixe que para se reproduzir, sai do seu habitat natural, o mar e pode migrar até mil quilômetros para atingir a cabeceira dos rios, onde ocorre a desova. Explique de que maneira a construção de uma usina hidrelétrica nesses rios citados poderia afetar a população dessa espécie.
3. Duas cooperativas de pescadores A e B chegam até uma região litorânea da cidade. A cooperativa A, em sua atividade, pesca uma determinada espécie de peixe, mas retorna ao mar os indivíduos juvenis e fêmeas ovadas. Já a cooperativa B realiza a pesca da mesma espécie mas não retorna ao mar nenhum indivíduo pescado. Explique qual das duas cooperativas tem maior chance de se estabelecer em definitivo na região e por quê?
4. Numa vila, os pescadores de sardinha (Cetengraulis sp) identificaram que o peixe-cavala (Scomberomorus sp) estava se alimentando de sardinhas e prejudicando a atividade pesqueira. Resolveram então eliminar o peixe-cavala através de armadilhas e pesca extensiva. Inicialmente a população de sardinhas aumentou porém após um tempo, passou a cair a um número menor do que antes da eliminação do peixe-cavala, ficando até mesmo ameaçada de extinção. Explique o que aconteceu.

5. Num determinado bairro, as casas passaram a fazer o lançamento do esgoto doméstico em um rio que passava atrás das moradias. Depois de algumas semanas a população de peixes daquele rio diminuiu muito. O que deve ter acontecido?
6. Um dos fatores abióticos mais importantes para o equilíbrio dos ambientes aquáticos é a temperatura da água. Como esse fator pode influenciar na quantidade de peixes num ecossistema aquático (rio ou lago)?
7. O baiacu (Sphoeroides sp) é um peixe muito comum na costa brasileira. Apesar disso, ele possui em seu corpo uma potente neurotoxina que pode causar paralisia e parada cardiorrespiratória em humanos. Sobre o consumo de baiacu por humanos, pode-se afirmar que:

a) Deve ser totalmente evitado por conta do risco para a saúde humana
b) Pode ser consumido se for processado corretamente retirando as vísceras onde se acumula a toxina.
c) Pode ser consumido desde que seja cozido em água fervente por pelo menos 15 min.
d) Pode ser consumido se for removida a cabeça e as nadadeiras peitorais que contém espinhos com a toxina.

8. A pesca por arrasto é uma das práticas da pesca mais prejudiciais ao meio ambiente. Por quê?

a) Captura além da espécie-alvo, outras espécies de nenhum valor comercial.
b) Ao revolver o fundo do mar, prejudica espécies bentônicas como corais e outros invertebrados no sedimento.
c) Carrega sólidos suspensos, aumentando a turbidez da água e alterando seus parâmetros.
d) Todas as alternativas estão corretas.

9. O sururu é uma espécie de mexilhão muito comum no litoral brasileiro e seu consumo é muito apreciado em várias cidades. Um estudo (PALMEIRA *et al*. 2018) mostrou que foi detectado nessa espécie uma grande quantidade de coliformes fecais. Que tipo de problema ambiental pode ter motivado esse fato?

a) A contaminação do ambiente aquático por esgotos domésticos
b) A falta de higiene na manipulação do mexilhão pelos pescadores.
c) O hábito filtrador dessa espécie bioacumula patógenos presentes na água
d) Todas as alternativas estão corretas.

10. Problemas relacionados ao ambientes aquáticos podem estar relacionados com a piscicultura que é o cultivo de espécies que não ocorrem na região em grandes tanques. Assinale a alternativa que pode estar associada a essa atividade

a) A contaminação do ambiente aquático por efluentes cianogênicos

b) O aumento da emissão de gases poluentes do efeito estufa
c) O eventual escape de espécies exóticas que podem desequilibrar a fauna dos cursos d'água atingidos
d) Todas as alternativas estão corretas

A seguir, as respostas para cada uma das perguntas:

1. Não, o atum é um peixe que está situado numa das últimas posições da cadeira trófica em ambientes aquáticos e dessa forma pode concentrar poluentes em seus corpos através dos peixes menores que ele consome e que podem ter o habitat próximo a regiões onde ocorra a poluição por mercúrio em rios.
2. O funcionamento de usina hidrelétrica requer a construção de uma barragem no curso do rio e isso impede a passagem dos peixes que possam estar migrando no sentido da nascente desses rio, impossibilitando a desova.
3. A cooperativa A, pois ao retornar ao mar os indivíduos juvenis e fêmeas ovadas, estão garantido a renovação da população de peixes para futuras pescas deles mesmos e também para futuras gerações de pescadores.
4. Inicialmente, a população de sardinhas aumenta devido à ausência do seu predador natural, entretanto com o passar do tempo, ela passa a aumentar em demasia, o que vai produzir competição intraespecífica pelas fontes de alimentos de uma população maior e, sendo assim, com o tempo irá diminuir de tamanho podendo até mesmo se extinguir.
5. A eutrofização ocorre quando um corpo de água recebe uma grande quantidade de efluentes de esgotos, por exemplo, com matéria orgânica enriquecida com nutrientes que induzem o crescimento excessivo de organismo aeróbicos que ao se reproduzirem, diminuem a quantidade de oxigênio dissolvido na água, podendo ocasionar a mortandade de peixes.
6. A temperatura da água está associada á quantidade de oxigênio dissolvido. Quanto maior a temperatura, menor a quantidade de oxigênio disponível para a respiração dos seres aquáticos.
7. Alternativa “B”. A neurotoxina é encontrada principalmente na vesícula biliar e no fígado do peixe. Se essas vísceras forem removidas com cuidado (evitando o rompimento), o peixe pode ser consumido sem problemas.
8. A temperatura da água está associada à quantidade de oxigênio dissolvido. Quanto maior a temperatura, menor a quantidade de oxigênio disponível a respiração dos seres aquáticos.
9. Alternativa “d”. Todas as alternativas estão corretas.

10. Alternativa “c”. Escape de espécies exóticas pode provocar competição com as espécies locais e causar desequilíbrio ambiental.

O jogo pode ser uma atividade de introdução ao assunto ou pode servir para melhor compreensão do tema, que pode ter sido introduzido em aula expositiva anterior. Os temas a serem trabalhados em cada atividade/ aula, anterior ou posterior ao jogo, podem incluir os seguintes conteúdos: pesca predatória, peixes venenosos, elementos de piscicultura, poluição hídrica e contaminação por metais pesados, ciclos reprodutivos de peixes, poluição hídrica e ocupação urbana, pesca predatória x pesca sustentável. Importante relacionar os problemas ambientais com a saúde humana e de outros organismos, chegando ao conceito de saúde única. A sustentabilidade é outro conceito importante nesse contexto. Não menos importante é exemplificar como os impactos ambientais podem afetar classes sociais em graus e formas diferenciadas. Bons textos para leitura são: Objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS) nº14 das Nações Unidas, Manual de Educação para o consumo sustentável do Ministério da Educação (MEC), a cartilha “Pesca e aquicultura “do INCAPER-ES e os livretos “Racismo ambiental” do Instituto de Energia e Ambiente da USP e “Saúde ambiental- caderno temático da saúde na escola” elaborado em parceria pelo MEC e pelo Ministério da Saúde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propostas aqui apresentadas priorizam o uso de recursos simples para o desenvolvimento de atividades em que os alunos sejam estimulados a pensar criticamente, experimentar e serem protagonistas de seu próprio aprendizado. Todos os itens elencados são de baixo custo e de fácil obtenção. As atividades descritas foram elaboradas a partir de questões problematizadas na realidade ambiental dos alunos. O foco de cada aula é a análise dos problemas ambientais que alteraram ou podem vir a alterar a realidade ambiental dos estudantes.

Destacamos que uma análise mais adequada da problemática ambiental contextualizada presente nas atividades não pode prescindir de uma abordagem interdisciplinar. As respostas para as questões propostas não se fecham unicamente nos conteúdos escolares da disciplina Biologia, vão além dela. Como trabalhar os impactos ambientais de uma usina hidrelétrica sem tratar da matriz energética brasileira? Como falar de poluição nos rios sem entender as origens

sociais e históricas dessa questão? Entendemos que o intercâmbio de saberes de outras disciplinas é fundamental para atingir esse fim.

Em suma, concluímos que para elaborar questões investigativas na realidades dos estudantes de forma integrada com outras áreas do saber, a Educação Ambiental, em particular a sua vertente crítica, é uma abordagem adequada para atingir a esses objetivos. Essa visão convida não só a escola, mas também a sociedade a fazer um debate mais amplo para entender a problemática ambiental. Entendemos que esse tipo de abordagem pode proporcionar aos estudantes não somente o conhecimento de temas associados a Ecologia e meio ambiente mas também perspectivas para provocar mudanças de comportamento essenciais para lidar com questões sobre a natureza na atualidade e também em tempos vindouros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E SUGESTÕES DE LEITURA

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

COELHO, F. M. e ANTUNES, J. C. O. **Balanço hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu com a expansão prevista do abastecimento público da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** XIX Simpósio Brasileiro de recursos hídricos. Anais. Maceió, UFAL, 2011.

FERREIRA, A.P. **Evidências de vulnerabilidade socioambiental na Baía de Sepetiba: uma análise das situações de risco.** Revista Brasileira em Promoção da Saúde, v. 22, n. 4, p. 209-216, 2009.

FERREIRA, A. P. *et al*.**Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de Nycticorax nycticorax (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil.** Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management, v. 10, n. 2, p. 229-241, 2010.

FRANKLIN *et al*. **A. Non-tradicional interventions to stimulate on: the use of games and puzzles**. J. Biological Educ., 37 (2): 79-84. 2003

HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. 9ª. Ed. São Paulo: Perspectiva. 2019

KEHRIG, H. A. et al. T**ransferência trófica de mercúrio e selênio na costa norte do Rio de Janeiro.** Química Nova, v. 32, p. 1822-1828, 2009.

ORSO, D. **Brincando, Brincando Se Aprende**. Novo Hamburgo: Feevale, 1999.

PALMEIRA, K. R. et al. **Qualidade microbiológica do sururu (*Mytella charruana*) comercializado por catadoras da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 25, n. 3/4, 2018.

PEDASTE, A.E *et al*. **Learning Progressions and Science Practices: Tensions in Prioritizing Content, Epistemic Practices, and Social Dimensions of Learning**. Science and Education, v.28, n.8, p.833-84, 2015. https://doi.org/10.1007/s11191-019-00070-0

SANTOS, R. L**. Motivação discente no aprendizado da biologia: uma revisão de literatura.** 2022

VIEIRA, R. D. **Discurso em salas de aula de ciências: Uma estrutura de análise baseada na teoria da atividade, sociolinguística e linguística textual.** Orientadora: Silvania Sousa do Nascimento. 2011. 139 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

VIEIRA, R. D, et al. **An activity theory-based analytic framework for the study of discourse in science classrooms.**Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Online), v.14(2), p.13-46. 2012.

APÊNDICE A –-ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO GERADOR CASEIRO

“Guia para a construção de um gerador elétrico mecânico com sucata”

Biologia Prof. José Carlos

Nomes dos estudantes:

Na aula de hoje iremos construir um gerador elétrico mecânico com peças de sucata que irá produzir energia suficiente para acender uma pequena lâmpada de LED (parte 1) e verificar também como a quantidade de água em um reservatório está associada com o volume que sai por uma abertura em um determinado tempo (vazão), que mediremos de forma indireta (parte 2).

Parte 1: Construção do Gerador e entendimento sobre seu funcionamento

Material utilizado: 1 pequeno motor retirados de sucatas de DVD players, impressoras ou brinquedos; 2 CDs ou DVDs; 1 compasso; 1 folha de papelão de aproximadamente 20 x 20 cm; uma tesoura pequena; 2 elásticos; 1 tábua de madeira de 2 cm de espessura, 20 cm de comprimento e 10 cm de largura; 3 pregos de 3 cm e 2 pequenos, de 2 cm; 2 parafusos de 2 cm; 1 chave de fenda; 1 martelo; 1 lâmpada diodo LED de 20 mA; 1 frasco de cola instantânea; 1 tampa de refrigerante com rosca; 1 rolo de fita isolante; 2 m de fios condutores de 2 mm.

Observação: é importante que o professor considere ele mesmo levar chave de fenda e martelo por questões de segurança e outros materiais que ele considere de difícil aquisição pelos estudantes.

Montagem do gerador:

1) Separe 2 fios de cerca de 40 cm de comprimento. Em uma das extremidades fixe-os aos terminais livres do motor usando fita isolante (Figura A1, nº 1). Na outra extremidade, fixe-os aos terminais da lâmpada LED (Figura A1, nº 2).

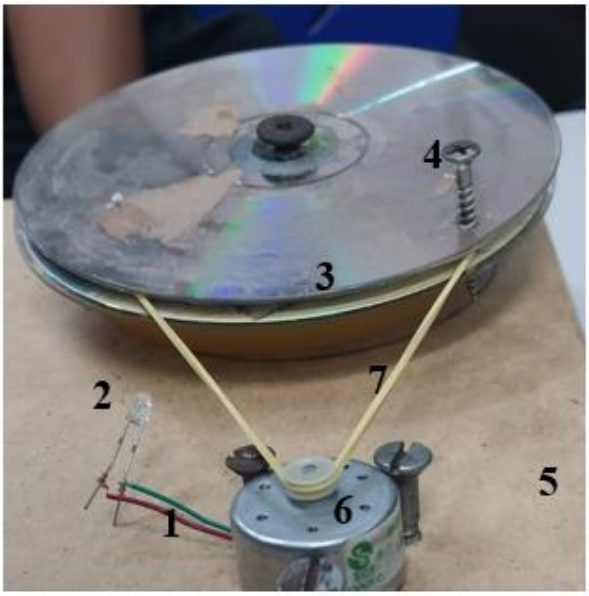
2) Usando um compasso, faça um círculo de cerca de 5,5 cm de raio na folha de papelão e corte com a tesoura o círculo obtido. Cole um CD em cada lado do círculo de papelão, tomando cuidado para que o centro de cada um coincida antes da colagem e que as margens de cada CD sobressaiam alguns milímetros na peça colada formando um sulco, por onde passará o elástico (Figura A1, nº 3).

3) Faça um furo a aproximadamente 5 cm do centro da peça e fixe um parafuso pequeno, que servirá como alavanca para que você faça ela girar (Figura. A1, nº 4).

4) No centro da tábua de madeira (Figura A1 nº 5), fixe a tampa de refrigerante (virada para baixo) com um prego grande. Coloque a peça de CDs e papelão passando pelo centro onde está o prego grande (Figura A1 nº 3).

5) A cerca de 10 cm de distância do prego grande, que foi pregado na tampa de refrigerante, fixe, na tábua, outros dois outros pregos grandes que servirão de apoio para a fixação do motor pequeno (Figura A1 nº 6). O centro do motor deve estar alinhado ao centro do CD.

6) Finalmente, usando o elástico una a peça de CDs e papelão com o eixo do motor. Segurando firmemente a alavanca da peça de CD, faça primeiramente movimentos lentos e, em seguida, rápidos em torno do eixo central dela. Atenção para que o elástico não se solte durante o movimento.



1- fios condutores

2 - lâmpada LED

3 - peças de CD + papelão

4 - parafuso (manivela)

5 - tábua de madeira (base)

6 - motor pequeno

7 - elástico

Figura A1- Imagem mostrando os elementos constituintes do gerador elétrico de sucata

Agora responda as questões a seguir:

a) O que aconteceu com sua lâmpada?

_____

_____

b) De onde veio a energia para o acendimento da lâmpada?

_____

_____

c) Vocês conhecem algum dispositivo com esse mesmo tipo de funcionamento?

_____

_____

d) O acendimento da lâmpada está vinculado com a velocidade de rotação? Justifique.

_____

_____

e) O funcionamento de uma de uma usina hidrelétrica envolve a transformação de vários tipos de energia.

1-Que tipos de energia estão envolvidos no processo?

_____

_____

2- Comparando o funcionamento da usina com o do gerador que vocês montaram, a peça de CD no gerador de sucata faz o papel de qual componente da usina?

_____

_____

3- E o motor pequeno, a qual componente da usina ele é equivalente?

_____

_____

Parte 2: Análise da relação entre o nível de um reservatório e vazão da água

***Material utilizado*:** Nesse modelo vocês irão precisar apenas de um pote de sorvete usado, uma tesoura de ponta fina, uma régua de 30 cm, uma fita adesiva (durex, isolante, crepe), um tabuleiro para receber a água do pote durante o experimento e água.

Montagem do reservatório e medição da vazão: Façam um furo no pote a 1,5 cm do fundo e o cubram com fita adesiva. Encham o pote de sorvete com água até cerca de 4 cm do fundo. Abram o furo inferior para a saída da água e, com a régua, meçam a distância que o jato d'água atinge em relação ao pote. Fechem o furo com fita adesiva, encham o pote até próximo a sua

borda superior (cuidado para não entornar) e abram novamente o furo. De novo, meçam a distância que o jato d'água atinge em relação ao pote, cheio desta vez.

Continue respondendo as perguntas a seguir:

a) Que elemento da usina hidrelétrica o pote de sorvete poderia estar representando?

_____

_____

b) No experimento, a distância da água em relação ao pote, representa a quantidade de água num determinado tempo, que é a vazão. Você obteve a mesma vazão para as duas situações? Explique.

_____

_____

c) Na maior parte do Brasil, predomina o clima tropical, cuja principal característica é uma época do ano com poucas chuvas (normalmente no inverno) e outra, com chuvas abundantes (normalmente no verão).

c1) Que época do ano representaria o pote cheio? E o quase vazio?

_____

_____

c2) Você acha que existe uma associação entre o nível dos reservatórios e a estação do ano?

_____

_____

c3) De que forma esse fato afeta a geração de energia elétrica?

_____

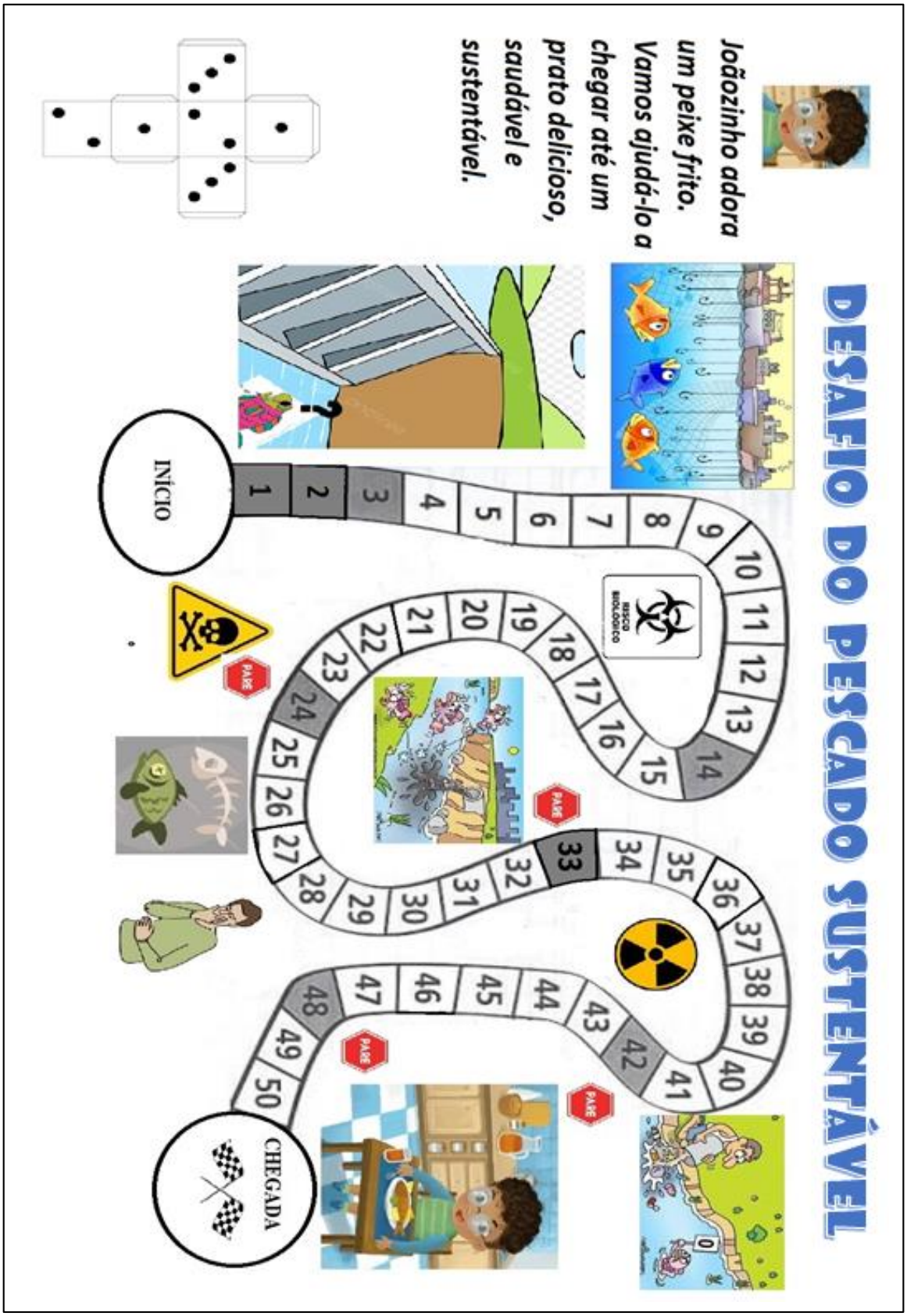
_____

d) Durante a aula, vimos que para a construção da usina é necessário construir uma barragem ou represa, alterando o curso e o leito do rio, de forma a criar um reservatório. Que tipo de problemas ou impactos sofreria um ambiente nesse processo?

_____

_____

APÊNDICE B - JOGO DIDÁTICO- DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL.



Fonte:https://br.pinterest.com/pin/223983781446865904/(modificado pelo autor)

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Questão 1

O mercúrio (Hg) é um metal pesado usado no extrativismo mineral. Ele pode chegar ao ambiente aquático por meio do descarte em rios. O atum (Thunnus sp) é pescado em todo o litoral brasileiro, envolvendo pescadores artesanais e industriais. É uma das principais pautas de exportação do pescado nacional. Apesar da pesca ocorrer em alto mar, os barcos pesqueiros esperam o período da lua cheia, que é quando os peixes sobem para a superfície atrás de alimentos. Podemos afirmar então que pessoas que consomem atum estão livres da contaminação por mercúrio? Explique.

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Questão 2

O salmão (*Salmo sp*) é uma espécie de peixe que para se reproduzir, sai do seu habitat natural, o mar e pode migrar até mil quilômetros para atingir a cabeceira dos rios, onde ocorre a desova. Explique de que maneira a construção de uma usina hidrelétrica nesses rios citados poderia afetar a população dessa espécie.

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Questão 3

Duas cooperativas de pescadores A e B chegam até uma região litorânea da cidade. A cooperativa A, em sua atividade, pesca uma determinada espécie de peixe, mas retorna ao mar os indivíduos juvenis e fêmeas ovadas. Já a cooperativa B realiza a pesca da mesma espécie mas não retorna ao mar nenhum indivíduo pescado. Explique qual das duas cooperativas tem maior chance de se estabelecer em definitivo na região e por quê?

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Questão 4

Numa vila, os pescadores de sardinha (Cetengraulis sp) identificaram que o peixe-cavala (Scomberomorus sp) estava se alimentando de sardinhas e prejudicando a atividade pesqueira. Resolveram então eliminar o peixe-cavala através de armadilhas e pesca extensiva. Inicialmente a população de sardinhas aumentou porém após um tempo, passou a cair a um número menor do que antes da eliminação do peixe-cavala, ficando até mesmo ameaçada de extinção. Explique o que aconteceu.

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Questão 5

Num determinado bairro, as casas passaram a fazer o lançamento do esgoto doméstico em um rio que passava atrás das moradias. Depois de algumas semanas a população de peixes daquele rio diminuiu muito. O que deve ter acontecido?

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Questão 6

Um dos fatores abióticos mais importantes para o equilíbrio dos ambientes aquáticos é a temperatura da água. Como esse fator pode influenciar na quantidade de peixes num ecossistema

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Questão 7

O baiacu (Sphoeroides sp) é um peixe muito comum na costa brasileira. Apesar disso, ele possui em seu corpo uma potente neurotoxina que pode causar paralisia e parada cardiorrespiratória em humanos. Sobre o consumo de baiacu por humanos, pode-se afirmar que:

a) Deve ser totalmente evitado por conta do risco para a saúde humana.

b) Pode ser consumido se for processado corretamente retirando as vísceras onde se acumula a toxina.

c) Pode ser consumido desde que seja cozido em água fervente por pelo menos 15 min.

d) Pode ser consumido se for removida a cabeça e as nadadeiras peitorais que contém espinhos com a toxina.

Questão 8

A pesca por arrasto é uma das práticas da pesca mais prejudiciais ao meio ambiente. Por quê ?

a) Captura além da espécie-alvo, outras espécies de nenhum valor comercial.
b) Ao revolver o fundo do mar, prejudica espécies bentônicas como corais e outros invertebrados no sedimento.
c) Carrega sólidos suspensos, aumentando a turbidez da água e alterando seus parâmetros.
d) Todas as alternativas estão corretas.

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Questão 9

O sururu é uma espécie de mexilhão muito comum no litoral brasileiro e seu consumo é muito apreciado em várias cidades. Um estudo (Palmeira *et al*, 2018) mostrou que foi detectado nessa espécie uma grande quantidade de coliformes fecais. Que tipo de problema ambiental pode ter motivado esse fato?

a) A contaminação do ambiente aquático por esgotos domésticos
b) A falta de higiene na manipulação do mexilhão pelos pescadores.

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Questão 10

Problemas relacionados ao ambientes aquáticos podem estar relacionados com a piscicultura que é o cultivo de espécies que não ocorrem na região em grandes tanques. Assinale a alternativa que pode estar associada a essa atividade

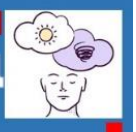
a) A contaminação do ambiente aquático por efluentes cianogênicos
b) O aumento da emissão de gases poluentes do efeito estufa
c) O eventual escape de espécies exóticas que podem desequilibrar a fauna dos cursos d'água atingidos
d) Todas as alternativas estão corretas

Gabarito

1 – Não, o atum é um peixe que está situado numa das últimas posições da cadeira trófica em ambientes aquáticos e dessa forma pode concentrar poluentes em seus corpos através dos peixes menores que ele consome e que podem ter o habitat próximo a regiões onde ocorra a poluição por mercúrio em rios

2 – O funcionamento de usina hidrelétrica requer a construção de uma barragem no curso do rio e isso impede a passagem dos peixes que possam estar migrando no sentido da nascente desses rio, impossibilitando a desova

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL



Gabarito

3 – A cooperativa A, pois ao retornar ao mar os indivíduos juvenis e fêmeas ovadas Eles estão garantido que a renovação da população de peixes para futuras pescas deles mesmos e também para as futuras gerações de pescadores

4 – Inicialmente, a população de sardinhas aumenta devido á ausência do seu predador natural, entretanto com o passar do tempo, ela passa a aumentar em demasia, o que vai produzir competição intraespecífica pelas fontes de alimentos

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Gabarito

5 – A eutrofização ocorre quando um corpo de água recebe uma grande quantidade de efluentes de esgotos, por exemplo, com matéria orgânica enriquecida com nutrientes que induzem o crescimento excessivo de organismo aeróbicos que ao se reproduzirem diminuem a quantidade de oxigênio dissolvido na água, podendo ocasionar a mortandade de peixes.

6 – A temperatura da água está associada á quantidade de oxigênio dissolvido. Quanto maior a temperatura, menor a quantidade de oxigênio disponível para os seres aquáticos

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Gabarito

7 – Alternativa "B". A neurotoxina é encontrada principalmente na vesícula biliar e no fígado do peixe. Se essas vísceras forem removidas com cuidado (evitando o rompimento), o peixe pode ser consumido sem problemas.

8 – A temperatura da água está associada á quantidade de oxigênio dissolvido. Quanto maior a temperatura, menor a quantidade de oxigênio disponível para os seres aquáticos

DESAFIO DO PESCADO SUSTENTÁVEL

Gabarito

9 – **Alternativa "d". Todas as alternativas estão corretas.**

10 – **Alternativa "c". Escape de espécies exóticas pode provocar competição com as espécies locais e causar desequilíbrio ambiental.**