



MÓDULO

AMAZÔNIAS E SUAS ORIGENS

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS



ITINERÁRIOS AMAZÔNICOS

REALIZAÇÃO:



UMA CONCERTAÇÃO PELA
AMAZÔNIA

PARCERIA:



FICHA TÉCNICA

REALIZAÇÃO

INSTITUTO IUNGO

Presidente

PAULO EMÍLIO DE CASTRO ANDRADE

Diretora de educação

ALCIELLE DOS SANTOS

Diretora de estratégia e implementação

JOANA RENNÓ

INSTITUTO REÚNA

Diretora-Executiva

KÁTIA STOCCO SMOLE

UMA CONCERTAÇÃO PELA AMAZÔNIA

Secretaria Executiva

FERNANDA RENNÓ

LÍVIA PAGOTTO

PARCERIA

BNDES

INSTITUTO ARAPYÁÚ

MOVIMENTO BEM MAIOR

PROGRAMA ITINERÁRIOS AMAZÔNICOS

IDEALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO

Idealização

FERNANDA RENNÓ (Uma Concertação pela Amazônia)

JOANA RENNÓ (Instituto iungo)

PAULO EMÍLIO DE CASTRO ANDRADE (Instituto iungo)

Coordenação geral

SAMUEL ANDRADE

Equipe pedagógica

CARLOS GOMES DE CASTRO

CAROLINA MIRANDA

CYNTHIA SANCHES (Coordenadora)

REGINA TUNES (Coordenadora)

Coordenação de produção

THAMARA STRELEC

Coordenação Instituto Reúna

DANIEL CORDEIRO

Apoio à coordenação

CAMILLY LIMA

STEFANNY LOPES

VANESSA COSTA TRINDADE

CONCEPÇÃO DO PROGRAMA

Equipe

ALCIELLE DOS SANTOS

ANTONIO CARLOS OSCAR JÚNIOR

CARLOS GOMES DE CASTRO

CAROLINA MIRANDA

CLÉA FERREIRA

CYNTHIA SANCHES

FABIANA CABRAL SILVA

FERNANDA RENNÓ

GRAZIELA SANTOS

IZADORA RIBEIRO PERKORKI

JEFFERSON SODRÉ MENESES

JOANA RENNÓ

JULIANA FRIZZONI CANDIAN

KÁTIA STOCCO SMOLE

LÉA CAMARGO

MARISA BALTHASAR

MICHELE BORGES

PAULO EMÍLIO DE CASTRO ANDRADE

REGINA TUNES

RENATA ALENCAR

RENATA MONACO

SAMUEL ANDRADE

THAMARA STRELEC

Gestores, técnicos e educadores de redes de ensino

ALDEVÂNIA BARRETO DE MATOS - SEED RORAIMA

ALISSON THIAGO PEREIRA - SEDUC AMAZONAS

ANTONIO FONSECA DA CUNHA - SEDUC PARÁ

CARMEM LÚCIA SOUZA - SEDUC AMAZONAS

CLEIBERTON SOUZA - SEED AMAPÁ

DARLETE SOUZA DO NASCIMENTO - SEED RORAIMA

EDILMA DA SILVA RIBEIRO - SEED RORAIMA

STELLA DAMAS - SEED RORAIMA

IRENE PEREIRA - SEED RORAIMA

LUCIA REGINA ANDRADE - SEDUC AMAZONAS

MELINA TONINI - SEDUC RONDÔNIA

MONALISA SANTOS SILVA - SEDUC MARANHÃO

REGINA PEREIRA - SEDUC MARANHÃO

RICARDO SANTA CRUZ - SEED RORAIMA

SALOMÃO SOUZA ALENCAR - SEDUC AMAZONAS

SIMONE BATISTA - SEED RORAIMA

Jovens amazônicos

BRUNA LIMA - RIO BRANCO | ACRE

INGRID MARIA AVIZ DE ARAÚJO - ANANINDEUA | PARÁ

KARINA PENHA - SÃO JOSÉ DE RIBAMAR | MARANHÃO

ODENILZE RAMOS - CARÃO, BAIXO RIO NEGRO | AMAZONAS

OREME IKPENG - XINGU | MATO GROSSO

PEDRO ALACE - AGROVILA ITAQUI, CASTANHAL | PARÁ

Especialistas em educação

ANA LUÍSA GONÇALVES

FERNANDA SAEME

NÁDIA CARDOSO

PAULO CUNHA

THIAGO HENRIQUE

Mobilização de jovens

RICARDO PENIDO

Mapeamento de tecnologias educacionais

PORVIR

**Convidados do seminário de
aprofundamento temático**

DILSON GOMES NASCIMENTO - SEDUC AMAZONAS

MAICKSON SERRÃO - SEDUC AMAZONAS

TATIANA SCHOR

COMUNICAÇÃO E DESIGN

Coordenadora de Comunicação

ANGELA MARIS DO NASCIMENTO

Produção de conteúdo - Comunicação

ANA CATARINA PARISI PINHEIRO
CAMILA SARAIVA GONÇALVES

Identidade visual e projeto gráfico

CLÁUDIO VALENTIN
DENIS LEROY
RENAN DA SILVA ARAÚJO

Assessoria para arquitetura da informação

PORVIR

Plataforma digital

PORVIR (Produção executiva)
SINTRÓPIKA (Design e desenvolvimento)

PRODUÇÃO DE CONTEÚDO

Coordenação

PAULO ROBERTO DA CUNHA

Concepção e redação

GILBERTO STAM
JEFFERSON SODRÉ MENESES
KÁTIA HENRIQUE

Leitura crítica

ANA LÚCIA RAMOS AURICCHIO
DAYANE OLIVEIRA RODRIGUES - SEED RORAIMA
ERONILDO CORNÉLIO DE CASTRO - SEED RORAIMA
MANOEL FEITOSA JEFFREYS - SEDUC AMAZONAS
VANESSA COSTA TRINDADE

Edição pedagógica

CAROLINA MIRANDA
VANESSA COSTA TRINDADE

Apoio à concepção - Jovens amazônicos

DAVI LIMA MELO
GUILHERME LIMA FREITAS

Apoio à concepção - Técnicos e educadores de redes de ensino

DORIELSON FRANÇA DA COSTA - SEED AMAPÁ
ROSIMAR MAGALHÃES SANTANA - SEED RORAIMA
VINICIUS FARIA DE OLIVEIRA - SEDUC AMAZONAS

Especialista temático

EDSON GRANDISOLI

Produção de infográfico

CAROLINA MIRANDA

Edição de texto e revisão ortográfica

ANA ELISA FARIA DO AMARAL
DIOGO DA COSTA RUFATTO
JAQUELINE COUTO KANASHIRO
LUCAS TADEU DE OLIVEIRA
MARCIA GLENADEL GNANNI
MARIANE GENARO

Diagramação

NATÁLIA XAVIER
RENAN DA SILVA ARAÚJO
VICTOR SOARES
WELLINGTON TADEU



SUMÁRIO

Módulo - Amazônias e suas origens

Ementa do módulo	6
Etapa 1: Origens da Amazônia	9
Etapa 2: Biodiversidade amazônica	17
Material do estudante	23
Texto de apoio	26
Referências	28



Amazônias e suas origens

EMENTA DO MÓDULO



Carga horária média sugerida

20 horas

Resumo

Neste módulo, os estudantes analisam a origem e a história natural das diferentes Amazônias, incluindo as formações geográficas e climáticas atuais, e a evolução e a distribuição das espécies. Para isso, tomam como base estudos que aliam a geologia, a genética e as técnicas de datação molecular para reconstituir a história das paisagens amazônicas – conhecendo, assim, a geogenômica. Além disso, os jovens analisam dados sobre a biodiversidade amazônica e discutem possíveis usos da tecnologia para conhecer essa biodiversidade, como mapeamento ambiental, sensoriamento remoto e imagens de satélites. Com esses estudos, espera-se que eles consigam desenvolver argumentos consistentes e baseados em evidências científicas para justificar a importância da biodiversidade amazônica para o ecossistema e a sociedade como um todo. Além das análises, os estudantes são mobilizados a produzir uma apresentação multimídia sobre a história do bioma e a desenvolver uma investigação e peças publicitárias para tornar mais conhecida uma espécie – preferencialmente da flora – de origem amazônica.

Expectativas de aprendizagem

- Utilizar parâmetros taxonômicos e ambientais para caracterizar a biodiversidade amazônica.
- Analisar o potencial da relação entre os conhecimentos da genética e da geologia para reconstituir a história da vida, no contexto da formação da diversidade de ambientes da Amazônia.
- Construir narrativas sobre a biodiversidade e a história natural das paisagens amazônicas baseadas em evidências e em argumentos plausíveis e consistentes.
- Analisar narrativas sobre as origens da biodiversidade amazônica, com especial atenção à narrativa que a ciência foi capaz de produzir para explicar a origem dos ecossistemas amazônicos e a diversidade de ambientes.

Este módulo integra a unidade curricular “Biodiversidade amazônica: das origens à ocupação humana” do programa Itinerários Amazônicos. Para conhecer esta e as demais unidades curriculares, acesse www.itinerariosamazonicos.org.br.





Competências gerais da BNCC

CG 1, CG 2 e CG 7

EIXOS ESTRUTURANTES

Investigação científica

Processos criativos

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Estudo da biodiversidade; evolução biológica; biotecnologia e DNA; avanços e aplicações da genética molecular, geologia, ecologia e geogenômica; sensoriamento remoto e imagens de satélites.

HABILIDADES DA ÁREA DO CONHECIMENTO

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

HABILIDADES DOS EIXOS ESTRUTURANTES

(EMIFCG01) Identificar, selecionar, processar e analisar dados, fatos e evidências com curiosidade, atenção, criticidade e ética, inclusive utilizando o apoio de tecnologias digitais.

(EMIFCG03) Utilizar informações, conhecimentos e ideias resultantes de investigações científicas para criar ou propor soluções para problemas diversos.

(EMIFCNT04) Reconhecer produtos e/ou processos criativos por meio de fruição, vivências e reflexão crítica sobre a dinâmica dos fenômenos naturais e/ou de processos tecnológicos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

FOCO DAS ETAPAS

Etapa 1: Origens da Amazônia

Carga horária média sugerida: 10 horas

Nas atividades desta etapa, os estudantes:

- Analisam o conceito de geogenômica e o aplicam para conhecer a história da formação da Amazônia.
- Reconhecem de que forma o DNA pode fornecer informações sobre a origem e a evolução das espécies por meio de árvores filogenéticas.





- Estudam as principais mudanças geológicas da Amazônia, como a formação e a mudança no curso de rios, e a formação do ecossistema nos últimos seis milhões de anos e suas relações com a evolução das espécies.
- Desenvolvem um produto informativo (audiovisual, infográfico digital ou em cartaz etc.) sobre a história biológica e social da Amazônia.

Etapa 2: Biodiversidade amazônica

Carga horária média sugerida: 10 horas

Nas atividades desta etapa, os estudantes:

- Conhecem métodos para classificar e mensurar a biodiversidade da Amazônia e avaliam e analisam sua riqueza em termos de alimentos, produtos e remédios para a economia do futuro, além de serviços ecossistêmicos.
- Discutem por qual motivo a biodiversidade (de espécies e de paisagens) é um indicador da preservação ambiental e desenvolvem uma síntese (painel, mapa mental ou infográfico) sobre o tema.
- Identificam a diversidade de paisagens da Amazônia, como savanas, tepuis, mata de terra firme, mata de várzea, mata de igapó, manguezais, pradarias e lagos.
- Discutem os riscos do modelo predatório de agropecuária para a biodiversidade e outros riscos à biodiversidade, como as barragens e a mineração.
- Desenvolvem uma investigação e elaboram peças publicitárias para popularizar plantas nativas.

Estratégias de ensino e aprendizagem

- Rodas de conversa para levantamento de conhecimento prévio.
- Análise de vídeos e de textos sobre estudos genômicos envolvendo a diversidade de espécies amazônicas.
- Análise de gráficos sobre o papel dos rios na evolução das espécies.
- Leitura de mapas sobre as mudanças geológicas que ocorreram na região da Amazônia nos últimos seis milhões de anos.
- Pesquisas e levantamentos sobre a biodiversidade e sua importância na conservação dos ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos.
- Análise de árvores filogenéticas baseadas em técnicas de datação molecular.
- Desenvolvimento de material sobre a história biológica e social da Amazônia.
- Investigação e produção de peças publicitárias para tornar conhecidas plantas nativas.

Avaliação

O processo de avaliação ocorrerá de forma contínua, processual e formativa ao longo do percurso. O engajamento nas atividades, a organização das produções, a interação com os colegas, as produções individuais dos estudantes e os produtos finais previstos para cada etapa (material sobre a história da Amazônia e peça publicitária sobre plantas nativas) servirão como instrumentos de avaliação. Além disso, os estudantes devem analisar uma árvore filogenética e compreender suas implicações para o estudo da história da vida na Amazônia; analisar as narrativas de origem da biodiversidade amazônica, com especial atenção à narrativa que a ciência foi capaz de produzir para explicar a origem dos ecossistemas amazônicos e a diversidade de ambientes; e argumentar sobre a relevância da biodiversidade amazônica.



ETAPA 1: ORIGENS DA AMAZÔNIA

CARGA HORÁRIA MÉDIA SUGERIDA: 10H

ACONTECE NA ETAPA

- Roda de conversa sobre a formação do ecossistema e da paisagem amazônica.
- Discussão sobre a Geogenômica e o que ela diz sobre a origem e a evolução do ambiente e das espécies da Amazônia.
- Análise de uma figura das áreas de endemismo, reconhecendo o papel dos rios na origem de novas espécies da Amazônia.
- Elaboração de um produto informativo sobre a formação do ecossistema e da paisagem amazônica.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1

CARGA HORÁRIA MÉDIA SUGERIDA: 10 horas

Nesta situação de aprendizagem, os estudantes elaboram uma história sobre a origem profunda da Amazônia, ou seja, os eventos que, ao longo de milhões de anos, deram origem à geografia e à biodiversidade da região, com base em descobertas científicas recentes. A atividade se inicia com a leitura de textos indicados sobre a Geogenômica, a partir dos quais os estudantes discutem o que faz essa nova disciplina e quais suas descobertas iniciais sobre a origem da Amazônia. Em seguida, analisam uma árvore filogenética de um grupo de plantas da região e um mapa de distribuição de um grupo de árvores, verificando processos biológicos que ocorrem na formação de novas espécies. Para finalizar, desenvolvem um produto informativo sobre a história biológica e social da Amazônia.



PONTO DE PARTIDA

1. Apresente para a turma as aprendizagens e as problematizações centrais que estruturam o módulo. O infográfico do módulo pode apoiar esse momento de mediação. A seguir, faça uma roda de conversa com os estudantes sobre a formação do ambiente e das espécies da Amazônia ao longo do tempo. O objetivo é levantar ideias, hipóteses



e conhecimentos prévios que tenham base científica ou não. Comece com algumas perguntas norteadoras:

- Quanto tempo demorou para formar o ecossistema que conhecemos hoje: milhares ou milhões de anos?
- Qual a relação entre o clima úmido e quente e a biodiversidade?
- Como os rios podem ter contribuído para a formação de novas espécies?
- As espécies da Amazônia têm alguma relação com espécies de outros biomas?

2. Escolha previamente uma obra que coloque em questão a cosmovisão indígena sobre a origem de elemento(s) da biodiversidade amazônica e promova a apreciação dela. Sugerimos a tela [Yube Inu, Yube Shanu | Movimento dos Artistas Huni Kuin \(Makhu\) | Select](#)¹, que narra com imagens o mito do surgimento do nixi pae (o cipó da medicina ayahuasca). Em seguida, promova a leitura do trecho de *Terrapreta*, romance de Rita Carelli (2021, p. 108-109), destacando a forma como a narrativa literária retoma a prática de contação de histórias na tradição dos povos indígenas e a incorpora no diálogo/encontro das personagens:

Mandioca brava

[...]

De minha rede vejo Padjá espremer incansavelmente com a esteira a massa branca e não consigo deixar de me perguntar como foi que eles descobriram como eliminar o veneno da planta, qual a primeira pessoa que resolveu isso. Fico imaginando o penoso processo de tentativa e erro, mas chego à conclusão de que o método não combina com eles, as respostas por aqui costumam ter outra natureza. Provavelmente um passarinho lhes contou, literalmente. Mas o que a gente chama de mito, as narrativas que explicam o como e o porquê de casa coisa, eles chamam de histórias verdadeiras. Lenda é palavra que não suportam, já entenderam que para os brancos é uma forma de dizer coisa inventada, história da carochinha, conversa pra boi dormir, enquanto os mitos são exatamente o oposto disso: são a origem da vida e de tudo o que nela existe, define quem eles são.

- Padjá - peço -, me conta a história da mandioca?

- Ah, mandioca era menina! - diz sem alterar o ritmo das mãos. - Uma vez uma mulher engravidou e teve menina muito branca. Era diferente e a mãe foi morar com ela numa maloca fora da aldeia. Deu pra menina o nome de Maní. A mãe penteava o cabelo da menina, amarelo, igual palha de milho, contava histórias para ela. Um dia a menina e a mãe foram procurar fruta e raiz para comer; era difícil... viviam só as duas, não tinha marido pra pescar, a comida era pouca. Andando no mato encontraram uma clareira limpa, bonita e a menina parou para fazer xixi. Mas da tamá dela saiu pó branco, então ela pediu: "Mãe, me enterra aqui". A mulher riu, mas quando virou viu a menina séria. Então ficou triste, mas enterrou, deixou só cabeça de fora. A mãe chorou, chorou, as lágrimas foram regando a filha - Padjá espreme a esteira, o caldo claro da massa escorrendo pela trama de palha -, "Pronto, mãe,

¹ Todos os links indicados neste material foram acessados em março de 2023.



agora pode ir embora, e não olha pra trás pra não ver as flautas, não vira quando ouvir meus gritos”.

Padjá abre a esteira e separa a massa seca, enche de novo com mais papa molhada e recomeça:

- Quando a mãe voltou, encontrou roça já grande, bonita. O cabelo da menina tinha brotado. A mãe ficou curiosa e foi cavar. Debaixo da terra encontrou raiz do tamanho da coxa, descascou e viu que por dentro era branca. A menina, cantando, ensinou a mãe a tratar mandioca, lavar, ralar, secar, fazer farinha, fazer beiju e mingau. - “Pronto”, a menina falou, “agora você nunca mais vai ter fome, minha mãe”.

Diálogos Amazônicos

O nome do romance é uma referência à terra preta de índio, como é conhecida na Amazônia. O trabalho de arqueólogos como Eduardo Góes Neves vem demonstrando que essa terra, extremamente fértil, é resultado dos modos de viver de povos indígenas milenares e de suas relações com as outras espécies de vida, descortinando a interpretação arqueológica do papel que os povos originários tiveram na formação da paisagem amazônica. No romance de Rita Carelli, a protagonista Ana narra a experiência de uma adolescente branca, paulistana, que se (re)descobre no contato com a cultura de povos indígenas do Alto Xingu, acompanhando o pai arqueólogo.

3. Convide a turma para se reunir em grupos de trabalho com o desafio de relembrar mitos originários que eles conheçam, especialmente de etnias do território em que estão e que narrem a origem de animais, plantas e outros seres do ecossistema amazônico. Caso a turma não tenha esse repertório, você poderá fazer essa curadoria, consultando páginas de coletivos indígenas ou dedicados à difusão de suas cosmovisões e culturas. Eles deverão escolher um mito e uma forma criativa de recontá-lo em uma nova narrativa, escolhendo e usando recursos de diferentes linguagens (ficção literária, em forma de contos, minicontos, histórias em quadrinhos; colagens; desenhos; pintura etc.). A história pode misturar ciência e mitologia, passado e presente, personagens de diferentes culturas, sendo importante que seja uma criação própria do grupo. Promova trocas, de modo que todos conheçam os mitos escolhidos e sua recriação em novas histórias, bem como a discussão: “Que importância esses mitos têm para compreendermos o modo como povos originários atribuem significado à paisagem amazônica?”.



DESENVOLVIMENTO

4. Depois do levantamento de conhecimentos prévios e hipóteses e da contação de histórias, com a reflexão sobre a maneira como os povos originários se vinculam culturalmente à paisagem amazônica também por meio de seus mitos, pergunte aos estudantes de que forma eles imaginam que a ciência pode apoiar a reconstituição



CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

MÓDULO - AMAZÔNIAS E SUAS ORIGENS

da história da origem da Amazônia. Aproveite a oportunidade para verificar o que os estudantes sabem sobre metodologia científica. Sugerimos algumas perguntas que podem ajudar você neste momento, mas você pode adaptá-las e criar outras conforme o contexto: “Qual é a diferença entre as histórias da mitologia ou essas criadas por vocês e uma história sobre a origem da Amazônia baseada na ciência? Por que ainda pode demorar muito para conhecermos a história da origem da Amazônia?”.

Saiba mais

O texto [O que é ciência? | Silvio Seno Chibeni | edisciplinas USP](#) faz um resumo das principais concepções de ciência defendidas por filósofos da ciência desde o século XVII. Já no texto [Sobre o ensino do método científico | Marco Antonio Moreira e Fernanda Ostermann | UFRGS](#), os autores argumentam que o método científico não é uma sequência rígida que começa com a observação e culmina em uma conclusão/descoberta.

5. Converse com os estudantes sobre quais disciplinas científicas são importantes para contar a história da origem da Amazônia (Geologia, Paleontologia e Biologia) e por quê. Explique que eles vão conhecer a Geogenômica, que está fazendo novas descobertas sobre essa história. Ressalte que essa é uma disciplina nova, criada em 2014, e que a história natural da Amazônia ainda está sendo escrita. Para um primeiro contato com a Geogenômica, se possível, apresente o vídeo [Geogenômica | Canal Pesquisa Fapesp | YouTube](#) e peça a eles que respondam às perguntas a seguir e a outras que você achar importante:

- O que significa Geogenômica?
- De que maneira essa nova disciplina pode contribuir para contar a história da origem da Amazônia?
- O que são barreiras geográficas e quais seus possíveis efeitos nas populações de seres vivos?
- O que é a teoria dos refúgios?

Caso não seja possível apresentar o vídeo on-line ou baixá-lo para mostrar em sala, assista a ele você mesmo e, com base nele, faça uma rápida explicação sobre o que é a Geogenômica.

Saiba mais

A Geogenômica surgiu em 2014, com o interesse de biólogos e de geólogos brasileiros e estadunidenses (entre outras nacionalidades) em unir esforços para contar a história natural de biomas como a Amazônia e a Mata Atlântica. Leia um resumo da origem da disciplina em [Como nasce uma disciplina | Neldson Marcolin | Pesquisa Fapesp](#). Mais detalhes na matéria [Para entender a origem da floresta | Maria Guimarães | Revista Pesquisa Fapesp](#).



6. Em seguida, por meio de duas reportagens e de um vídeo, os estudantes vão conhecer as primeiras descobertas da Geogenômica acerca da história natural da Amazônia. Divida a turma em grupos, de modo que cada grupo entre em contato com um dos materiais a seguir (apenas os trechos indicados no Material do Estudante). Se desejar, explique que as matérias e o vídeo abordam trabalhos científicos novos e pesquisas em andamento; então, nem sempre haverá respostas para todas as perguntas. Veja o box De olho nas estratégias para uma sugestão de como trabalhar os textos. Note que as descobertas sobre as origens da Amazônia são recentes e envoltas em polêmicas – portanto, não se espera que os estudantes formem uma visão completa de como ela aconteceu, mas que identifiquem padrões e processos relevantes.

- Matéria [Outra origem das espécies | Gilberto Stam | Pesquisa Fapesp](#) (trechos: “A floresta-mãe” e “Evolução dos biomas”).
- Matéria [Animais gigantes viviam em megapantanal na Amazônia | Peter Moon | Agência Fapesp](#).
- Depoimento em vídeo [André Sawakuchi: a origem da Amazônia | Nexo Jornal | YouTube](#).

De olho nas estratégias

Para orientar os estudantes nesta atividade, use as técnicas de leitura a seguir e proponha algumas questões para discussão que visam ajudá-los a entender as ideias centrais do texto.

- Hipóteses iniciais:

O que os integrantes do grupo sabem e pensam sobre o tema principal da matéria? (Geogenômica e história natural da Amazônia).

- Pré-leitura:

Após a leitura do título, do subtítulo e dos intertítulos e da observação das fotos e de outros elementos gráficos e suas legendas, o que os integrantes do grupo podem prever sobre o conteúdo do texto? Por que o texto mostra fotos de plantas, animais, fósseis, sedimentos e estalactites? Qual a função dos rios de acordo com uma das legendas? Qual aspecto da paisagem é enfatizado pelos intertítulos? Qual é uma das principais características da ciência? (a colaboração)

- Primeira leitura:

Oriente os estudantes a fazer uma primeira leitura mais rápida do texto para responder às perguntas: “Quais são os ganhos e as contribuições ao se unir a Geologia e a Biologia em uma nova disciplina, a Geogenômica? Que tipo de informações cada uma delas pode oferecer?”. Neste momento, eles não devem fazer uma leitura cuidadosa, mas devem sublinhar palavras-chave. Verifique as respostas e, com base nas palavras-chave, peça para que expandam mais o conteúdo do texto.

- Segunda leitura:

Os estudantes fazem uma leitura mais detalhada e sublinham as novas descobertas acerca da história natural da Amazônia.



CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

MÓDULO - AMAZÔNIAS E SUAS ORIGENS

- **Compartilhamento:**

Ao final, os estudantes compartilham as informações obtidas na leitura e comentam o que aprenderam.

7. Se julgar pertinente, faça uma revisão sobre os tipos de especiação e quais delas são mencionadas nos textos. Veja o boxe Saiba mais para conhecer alguns jogos e algumas atividades interativas sobre o tema. Você também pode explorar o conceito na matéria [O fôlego de uma teoria | Eduardo Geraque | Pesquisa Fapesp](#). O conceito de especiação também é abordado nas seguintes reportagens: [Barreira dos rios influenciou, mas não foi decisiva para criar a alta biodiversidade vegetal amazônica | José Tadeu Arantes | Agência Fapesp](#) e [Diversificação das aves amazônicas dependeu de rios e clima | Maria Guimarães | Pesquisa Fapesp](#); e no vídeo [Como rios e várzeas influenciam a formação de espécies na Amazônia? | Pesquisa Fapesp | YouTube](#).

Saiba mais

A página [A especiação | e-disciplinas USP](#) faz uma explicação sucinta dos diferentes tipos de especiação. Para uma atividade sobre evolução, veja o artigo [Simulando a seleção natural em sala de aula | Charbel El-Hani | Darwinianas](#).

8. Com base nos conhecimentos construídos com as reportagens sobre Geogenômica e o material do boxe Saiba mais, comece uma conversa com os estudantes sobre as informações evolutivas dos seres vivos que podem estar contidas no DNA. Indague: “Como o material genético carrega esse tipo de informação?”. Você pode partir de uma árvore genealógica – sua ou de um estudante – para indicar que pessoas mais aparentadas apresentam mais semelhanças no DNA. Do mesmo modo, espécies mais próximas têm DNA mais parecido, o que permite reconstituir a árvore filogenética dos seres vivos. Verifique o que os estudantes sabem sobre árvores filogenéticas e use um dos principais grupos de animais ou dos primatas, que pode ser desenhada na lousa, para rever os conceitos fundamentais. Sugerimos que você faça perguntas para instigar a reflexão, tais como: “Quais grupos são mais aparentados, e quais são menos? Quais são os ancestrais comuns de cada grupo? Considerando os ancestrais comuns de diferentes grupos, quais são mais antigos?”.

Saiba mais

Diversos sites na internet explicam os conceitos principais relacionados às árvores filogenéticas. Por exemplo: [Árvores filogenéticas | Khan Academy](#).



Eixos estruturantes em ação

As habilidades do eixo de Investigação científica são mobilizadas em diferentes momentos desta atividade, especialmente a habilidade EMIFCG01. Os estudantes podem, por exemplo, identificar e selecionar dados sobre a origem da Amazônia e a evolução das espécies que vivem nesse ecossistema. Além disso, a habilidade do eixo de Processos criativos EMIFCNT04 é mobilizada na contação de histórias sobre as origens da Amazônia.

9. Baseados nas discussões feitas até aqui, os estudantes analisam, em pequenos grupos, o mapa da página 37 do artigo científico [Padrões de distribuição da biodiversidade amazônica: um ponto de vista evolutivo | Kirstern Lica Follmann Haseyama e Claudio José Barros de Carvalho | Revista da Biologia](#), que mostra áreas de endemismo da Amazônia. Áreas de endemismo são regiões em que se concentram determinadas espécies, o que significa que as espécies que vivem em uma área de endemismo não aparecem nas demais. Elas foram estabelecidas com o estudo de aves, primatas, anfíbios, répteis e borboletas, entre outros. Para saber mais sobre áreas de endemismo, acesse o artigo [Áreas de endemismo: as espécies vivem em qualquer lugar, onde podem ou onde historicamente evoluíram? | Márcio Bernardino da Silva | Revista da Biologia](#)). Peça que, com base na leitura do mapa, os estudantes respondam às seguintes questões: “O que explica a distribuição das espécies da Amazônia em áreas de endemismo, conforme mostra a figura? Explique como se dá o processo que dá origem a novas espécies nesse caso.

A imagem mostra dois fenômenos evolutivos diferentes que deram origem à biodiversidade da Amazônia. Nesse sentido, há inúmeros fenômenos a serem estudados, entre eles a ocupação humana, o ambiente geológico e geográfico heterogêneo da região, a história de formação da Bacia Amazônica, o papel dos rios como barreiras geográficas no processo evolutivo etc.

Saiba mais

Para aprofundar conhecimentos sobre os princípios dessa área do conhecimento no contexto do Ensino Médio, sugerimos que realize a Trilha de Aprendizagem do componente [Ciências da Natureza e suas Tecnologias | Programa Nosso Ensino Médio](#).

SISTEMATIZAÇÃO

- 10 Em grupos, os estudantes devem desenvolver um produto informativo (audiovisual, infográfico digital ou em cartaz e painel físico) sobre algumas das descobertas recentes a respeito da origem da Amazônia, comentando sobre o que aprenderam e o que mais lhes chamou a atenção. Eles podem falar sobre suas hipóteses iniciais em relação à origem da Amazônia, o que aprenderam e como essas hipóteses iniciais foram corroboradas ou não, no caso de algum estudante perceber que elas não respondiam



CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

MÓDULO - AMAZÔNIAS E SUAS ORIGENS

de forma satisfatória e alinhada aos conhecimentos científicos. Nesta atividade, tão importante quanto as informações trazidas é a relação afetiva e a curiosidade que eles estabelecem com descobertas que revelam uma história fascinante, encorajam uma valorização da Amazônia e até mesmo um sentimento de pertencimento a esse ambiente. Também é importante que eles mencionem alguns dos processos geológicos e biológicos envolvidos na formação do bioma, bem como externem dúvidas que venham a ter ou hipóteses próprias sobre o que pode ter acontecido. O produto pode ser apresentado a outros grupos e a outras turmas da escola ou compartilhado em redes sociais; se possível, carregado no YouTube para atingir um público que extrapola a rede de contatos local.

Avaliação em processo

Durante o percurso, alterne entre um olhar global e mais personalizado para a turma, observando o engajamento na contação de histórias. Nas leituras, fique atento à capacidade de compreensão e de síntese, bem como à motivação de compartilhar o que você achou mais interessante. Ao término de cada momento, retome as expectativas de aprendizagem e as habilidades dos eixos estruturantes. Durante a análise da figura sobre as regiões de endemismo da Amazônia, avalie a compreensão dos estudantes, por exemplo, em relação ao papel dos rios como barreiras que promovem a origem de novas espécies. Para ampliar seus conhecimentos e seu repertório sobre práticas avaliativas, recomendamos a realização da Trilha de Aprendizagem do componente [O lugar da avaliação | Programa Nosso Ensino Médio](#).



ETAPA 2: BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA

CARGA HORÁRIA MÉDIA SUGERIDA: 10H

ACONTECE NA ETAPA

- Análise do surgimento, da importância e do papel dos dispositivos legais e normativos que versam sobre a conservação da biodiversidade no contexto regional e global.
- Criação de soluções coletivas para preservação e conservação da biodiversidade.
- Produção de um manifesto sobre conservação e políticas ambientais.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1

CARGA HORÁRIA MÉDIA SUGERIDA: 7 horas

Esta situação de aprendizagem convida os estudantes a conhecer a biodiversidade amazônica e a reconhecer seu papel ecológico e potencial econômico. Eles analisam dados sobre a biodiversidade amazônica e discutem possíveis usos da tecnologia para mapeá-la – como mapeamento ambiental, sensoriamento remoto e imagens de satélites. Com isso, constroem argumentos consistentes e baseados em evidências científicas de modo a justificar a importância da biodiversidade para o ecossistema e a sociedade como um todo. Como atividade final, desenvolvem um projeto para popularizar (tornar mais conhecida) uma espécie (preferencialmente planta) de origem amazônica.



PONTO DE PARTIDA

1. Após apresentar a proposta da etapa 2 e as expectativas de aprendizagem, levante os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a importância ecológica e econômica da biodiversidade. Depois, pergunte a eles se consideram que a ciência conhece bem a biodiversidade da Amazônia. Dialogue com eles de modo que percebam que a Amazônia é grande e os recursos para pesquisa (sejam eles financeiros ou de pessoal) são restritos. Use dados da reportagem [Amazônia é megabiodiversa. O quanto? Ninguém sabe | João Paulo Vicente | National Geographic](#) para ajudar os estudantes a chegar a essa conclusão. Depois, pergunte a eles o que isso significa em termos das possíveis riquezas da bioeconomia e de conhecimento da história da vida. É importante que os jovens percebam que a biodiversidade da Amazônia representa uma riqueza desconhecida e que, quando espécies são perdidas, perdemos alimentos, produtos e remédios em potencial que podem ser fundamentais para a economia do futuro, além



CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

MÓDULO - AMAZÔNIAS E SUAS ORIGENS

de serviços ecológicos essenciais e possibilidades de conhecimento sobre a evolução dos seres vivos. Pergunte também se eles acreditam que existem motivos éticos para preservar as espécies: “Elas têm direito à vida independentemente de serem úteis ou não? Por quê?”.

Diálogos Amazônicos

Outro ponto a ser ressaltado é que a biodiversidade está sempre mudando, como mostra a matéria [Nova espécie de roedor é descoberta na Amazônia | Thaís Pimenta | G1](#). A cartilha [A importância da floresta em pé na Amazônia | IPAM](#) faz um resumo dos principais serviços ecológicos e de provimento de produtos da floresta.



DESENVOLVIMENTO

2. Em uma exposição dialogada, apresente que a biodiversidade não pode ser definida apenas como o número de espécies e peça aos estudantes que, ainda em grupos, façam uma pesquisa para encontrar possíveis definições para biodiversidade (veja sugestões de como fazer pesquisa na [Caixa de Metodologias e Estratégias](#)). Ressalte que um dos níveis da biodiversidade é o de ambientes e peça para que, na pesquisa, os jovens descubram quantos ambientes diferentes existem na Amazônia (cerrado, tepuis, mata de terra firme, mata de várzea, mata de igapó, manguezais, pradarias e lagos). Ao final da pesquisa, os estudantes compartilham os resultados e, com a sua mediação, chegam a uma definição conjunta de biodiversidade, inclusive considerando a megadiversidade que caracteriza a região amazônica. Aproveite para rever ou aprofundar conceitos relacionados ao tema, como a classificação taxonômica dos seres vivos, a variabilidade genética, os ecossistemas e os estratos florestais etc. (ver boxe Saiba mais). Aprofunde o assunto distribuindo um texto para cada grupo sobre aspectos específicos da diversidade (ver sugestões de textos no boxe Saiba mais a seguir e retome as dicas de como trabalhar a leitura de um texto no boxe De olho nas estratégias no item 6 da etapa 1 desta situação de aprendizagem).

Saiba mais

- Taxonomia: classificação dos seres vivos a partir de características visíveis ou genéticas.
- Variabilidade genética: variação na composição genética entre indivíduos da mesma espécie.
- Bioma: área que apresenta um conjunto de seres vivos, características geológicas e climáticas características. Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica são biomas.
- Ecossistema: conjunto de organismos de diversas espécies e suas populações, bem como fatores abióticos, como água, sol, vento etc., estabelecendo inter-relações entre si. O ecossistema pode ser micro (por exemplo, uma árvore e os insetos que vivem nela) ou macro (uma floresta inteira).
- Estratos florestais: as diferentes partes de uma floresta, como serrapilheira, sub-bosque, bosque.



Indicamos a seguir alguns textos que podem apoiar o trabalho de pesquisa.

- Textos sobre os estratos florestais: [Floresta tropical | Lana Magalhães | Toda Matéria](#) e [A incrível \(e desconhecida\) diversidade de insetos que vivem na copa das árvores da Amazônia | Suzana Camargo | Mongabay](#); matéria sobre biodiversidade e mudanças climáticas: [Carlos Alfredo Joly: É tempo de biodiversidade | Marcos Pivetta | Pesquisa Fapesp](#); matéria sobre [A importância fundamental da biodiversidade da Amazônia para o mundo: uma entrevista com Thomas Lovejoy | The World Bank](#); matérias sobre variabilidade genética: [Pesquisadores coletam amostras de golfinhos de Noronha; 'diversidade genética tem diminuído', diz bióloga | Ana Clara Marinho | G1](#) e [Variabilidade genética de abelhas jataí é afetada pela degradação da Mata Atlântica | Brenda Marchiori | Jornal da USP](#).

3. Pergunte aos estudantes se eles acham que é possível medir a biodiversidade de forma visual; se a resposta for negativa, indague como seria possível medi-la. Conte que uma forma é medir a riqueza de espécies, um dos elementos da biodiversidade (chamada na Biologia de diversidade alfa). Então, proponha uma atividade denominada quadrante e transecto para medir a biodiversidade de uma área específica. Nela, os seres vivos não são identificados pelo nome científico, mas pelas diferenças entre si. Um exemplo são os tipos de plantas. Para isso, os estudantes podem, por exemplo, comparar as folhas de diferentes plantas. Se desejar, leve alguns tipos diversos de folhas para a sala de aula e faça uma demonstração. Se sua escola estiver em uma área urbana, você pode fazer essa atividade em uma praça, em uma área verde mais preservada (em um parque ou reserva florestal) ou no jardim da própria escola. Se estiver em áreas rurais, você terá mais opções: uma floresta, uma região campestre ou coberta com arbustos, uma região desmatada ou em recuperação. Para esta atividade de campo, divida os estudantes em grupos e peça que façam o planejamento do experimento (ver o box De olho nas estratégias) em seu próprio planejamento, estabeleça um momento para a coleta dos espécimes e outro para a contagem do número de tipos diferentes de seres vivos.

Quer adaptar a proposta?

Caso não seja possível fazer a atividade do quadrante e transecto, você pode aprofundar o estudo da biodiversidade com o texto “Biodiversidade como índice de preservação”, o texto de apoio deste módulo. Explore junto com os estudantes o significado da palavra “índice” e peça a eles que levantem hipóteses sobre o que a biodiversidade pode indicar. Ao final da leitura, pergunte de que formas a biodiversidade pode ser usada como índice de preservação.



De olho nas estratégias

- Planejamento:

Para a atividade de quadrante e transecto, explique aos estudantes que eles vão medir o número de plantas em uma área de 1 a 5 metros quadrados (escolha medidas maiores se tiver mais tempo para a atividade) e desenhar o perfil da vegetação ao longo de uma linha de 1 a 5 metros. Que materiais eles precisam para delimitar a área de coleta? Como será feita a coleta de dados?

- Execução:

Com a área delimitada, os estudantes executam a tarefa em três partes:

- I. Ideias e hipóteses iniciais: O que é possível medir no quadrado? (O número de indivíduos por tipos e o número de indivíduos total por área). E na linha? (A linha mostra se as plantas estão crescendo, o que pode indicar recuperação de áreas degradadas).
- II. Análise dos dados: Os estudantes devem preparar um relatório com os números calculados para o quadrante e os desenhos.
- III. Compartilhamento: Os grupos apresentam seus relatórios aos outros grupos e comparam a biodiversidade e o perfil das populações. Eles comparam os resultados com o grau de degradação que observaram no ambiente.

4. Com base na atividade anterior, oriente-os a verificar que o desmatamento diminui a biodiversidade. Após essa constatação, levante os conhecimentos prévios dos estudantes sobre sensoriamento remoto com perguntas tais como:

- De que forma é possível verificar se ocorre desmatamento em uma região tão vasta quanto a da Amazônia?
- Quais dados vocês conhecem sobre desmatamento da Amazônia?
- Como esses dados foram obtidos?
- Quais as diferentes tecnologias usadas?
- De que modo elas podem ajudar a fazer o monitoramento ambiental da Amazônia?
- Vocês já viram imagens de satélite de desmatamento?

Explique que sensoriamento remoto é o uso de sensores para captar radiação eletromagnética e assim obter imagens e dados da superfície terrestre. Esses sensores podem ser instalados em satélites, aviões e drones. Mostre algumas imagens e gráficos produzidos por imagens de satélite, como os apresentados na matéria [Desmatamento da Amazônia dispara de novo em 2020 | Herton Escobar | Jornal USP](#). Com base nessas imagens, discuta como as imagens de satélite mostram o desmatamento e a destruição da biodiversidade e quais atividades humanas representam maior risco à biodiversidade e podem ser monitoradas pelo sensoriamento remoto (agropecuária, barragens, mineração).



CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

MÓDULO - AMAZÔNIAS E SUAS ORIGENS

Saiba mais

Você pode aprofundar seus próprios conhecimentos para preparar-se para as aulas com os seguintes textos:

- [Introdução ao sensoriamento remoto | Carlos Alberto Steffen | Ipen;](#)
- [O importante papel do sensoriamento remoto para conservação dos ecossistemas | Juliana M. F. S. Diniz | Bocaina;](#)
- [Prodes e Deter: conheça os sistemas estratégicos de combate do desmatamento na Amazônia | InfoAmazônia;](#)
- [Uso de drones auxilia no monitoramento de áreas remotas da Amazônia | WWF;](#)
- [Novos satélites monitoram garimpo ilegal e outros crimes na Amazônia | FolhaWeb | FolhaBV;](#)
- [Laser mapeia clareiras e auxilia estudos sobre morte de árvores na Amazônia | Luciana Constantino | Galileu.](#)

Eixos estruturantes em ação

As habilidades do eixo de Investigação científica são mobilizadas em diferentes momentos desta atividade, especialmente a habilidade EMIFCNT03. Os estudantes podem selecionar e processar, com base em estudo de campo sobre biodiversidade, dados sobre a dinâmica da biodiversidade na natureza e apresentar suas conclusões com o uso de diferentes mídias. Além disso, investigam fenômenos naturais e sociais por meio da tecnologia, o que permite trabalhar a habilidade EMIFCNT01, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias.

SISTEMATIZAÇÃO

5. Para finalizar a etapa, em grupos, os estudantes desenvolvem peças publicitárias sobre a biodiversidade da Amazônia, em forma de cartazes ou postagens para redes sociais. A ideia é promover a biodiversidade da Amazônia de forma criativa e usando informações científicas, com base nos conteúdos estudados até aqui. Estimule os estudantes a usar a criatividade, falando dos aspectos estéticos das plantas e dos animais, da questão ética da preservação, da riqueza biológica, dos serviços ecológicos que a biodiversidade presta aos seres vivos e aos seres humanos e de seu potencial econômico. Os estudantes devem abordar os aspectos da biodiversidade que mais chamaram a atenção deles, sem a necessidade de cobrir todo o conteúdo. Além disso, sugerimos que cada grupo também foque em uma planta específica, com informações como: se ela cresce em áreas preservadas ou degradadas, por que isso acontece e se poderia ser uma espécie invasora ou uma espécie que cresce em áreas em recuperação.



Avaliação em processo

Durante o percurso, alterne entre um olhar global e outro mais personalizado em relação aos estudantes, observando a compreensão deles sobre o conceito de biodiversidade e o engajamento na atividade do quadrante e transecto, desde o planejamento até a execução e a discussão dos resultados, verificando o quanto avançaram em seu letramento científico. Ao término de cada momento, retome as expectativas de aprendizagem e as habilidades dos eixos estruturantes. Nos momentos em grupo em que os estudantes desenvolvem a peça publicitária sobre uma planta da Amazônia, observe se eles conseguem utilizar argumentos para apresentar sua importância e os motivos pelos quais a escolheram.



MATERIAL DO ESTUDANTE

ETAPA 1 - Situação de aprendizagem 1

RESUMOS DE TRECHOS SELECIONADOS

1) OUTRA ORIGEM DAS ESPÉCIES

A floresta-mãe

Ao longo da evolução, novas espécies surgiram na Amazônia e migraram para outros Biomas da América Central e América do Sul. Um estudo analisou a evolução de 4.450 espécies e sugeriu que 2.855 saíram da Amazônia para outros biomas e 494 migraram para lá. A Amazônia foi o bioma que mais exportou espécies; por isso, os biomas brasileiros seriam menos ricos em biodiversidade sem ela.

Evolução dos biomas

A partir de cerca de 65 milhões de anos, quando os dinossauros desapareceram, uma floresta tropical densa e altamente diversa cobria a superfície do continente sul-americano, então muito mais plano que hoje. Trinta e cinco milhões de anos depois, o clima se tornou mais quente e frio. Nessa época, os Andes e as serras do Atlântico começaram a se formar, diminuindo a chuva no continente. Com isso, formou-se uma floresta mais seca e menos densa que a original.

A partir daí, os biomas brasileiros foram se constituindo. Há 23 milhões, formaram-se grandes pântanos, que dominavam a porção oeste da Amazônia e se estendiam até regiões mais centrais da América do Sul. Parte desses pântanos deram origem ao Pantanal. Depois, por volta de 10 milhões de anos, uma vegetação rasteira e baixa começou a se expandir no Brasil Central, dando origem ao Cerrado. Por fim, há cerca de 7 milhões de anos, iniciou-se a formação do ambiente semiárido do Nordeste brasileiro, a Caatinga. A floresta original foi dividida em duas partes, dando origem à Amazônia e à Mata Atlântica.

Embora as linhagens de plantas e animais amazônicos sejam muito antigas, com origem que remonta há cerca de 23 milhões de anos atrás, muitas das espécies de plantas e grande parte das espécies de aves, mamíferos e insetos atuais são muito mais recentes, tendo surgido nos últimos 2,5 milhões de anos. Isso indica que esses grupos se diversificaram em período mais recente.



Os cientistas ainda estão juntando as peças da biologia e da geologia para formar uma narrativa de origem da biodiversidade brasileira, desde a formação dos biomas até a diversificação de espécies da Amazônia, que é uma das regiões com maior biodiversidade no planeta.

Fonte: [Outra origem das espécies | Gilberto Stam | Pesquisa Fapesp](#)

2) ANIMAIS GIGANTES VIVIAM EM MEGAPANTANAL DA AMAZÔNIA

Durante o Oligoceno (de 34 a 23 milhões de anos atrás), o rio Amazonas corria no sentido oposto ao do curso atual. Na época, havia uma cadeia de montanhas a Oeste, onde hoje fica a foz do rio e, ao Leste, as montanhas dos Andes eram mais baixas e não bloqueavam o curso do rio, que desembocavam no oceano Pacífico.

Há cerca de 23 milhões de anos, no entanto, no início do Mioceno (23 milhões a 5,3 milhões de anos atrás), com o soerguimento dos Andes, a água começou a se represar e formou um megapântano, chamado lago Pebas. Lá viviam jacarés com 10 metros (m) de comprimento, tartarugas com 3,5 m de diâmetro e roedores do tamanho dos búfalos de hoje. As datações indicam que o lago surgiu 23 milhões de anos atrás e desapareceu há 8,5 milhões de anos, levando os grandes animais a desaparecer.

A altura dos Andes continuou aumentando e, em torno de 10 milhões de anos atrás, o fluxo do rio Amazonas se reverteu. Há 8,5 milhões de anos o rio já corria no sentido atual. Com isso, a água do lago Pebas escoou até que ele desaparecesse.

Fonte: [Animais gigantes viviam em megapantanal na Amazônia | Peter Moon | Agência Fapesp](#)

3) QUAL É A ORIGEM DA AMAZÔNIA

Nós ainda sabemos muito pouco sobre a história da Amazônia. As florestas, os rios e o clima da Amazônia evoluíram durante o período Cenozoico, que se iniciou há 65 milhões de anos, quando os dinossauros desapareceram, período da formação dos Andes, do Planalto Central brasileiro e do Planalto das Guianas. Também ocorreram mudanças no oceano Atlântico que mudaram o clima. Porém, estudos genéticos indicam que a maioria das espécies atuais de plantas e animais da Amazônia surgiram nos últimos cinco milhões de anos. Portanto, a biodiversidade atual é mais jovem do que o ambiente físico da Amazônia.

A teoria que ganhou mais popularidade para explicar a origem da biodiversidade da Amazônia foi a teoria dos refúgios, da década de 1960. Ela propõe que as novas espécies surgem quando a floresta se fragmenta por causa de climas mais secos, fazendo com que as populações de plantas e animais fiquem isolados e evoluam de forma independente, dando origem a novas espécies. Depois, em períodos mais úmidos, a floresta se expande e se reaglutina, ficando mais biodiversa.



CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

MÓDULO - AMAZÔNIAS E SUAS ORIGENS

Porém, temos poucas evidências sobre a história da Amazônia durante o período Cenozoico. O período acerca do qual temos mais dados são os últimos 200 mil anos. E entender a origem da Amazônia significa entender a origem da região que abriga a maior biodiversidade do planeta. Essa é uma das grandes questões da ciência contemporânea, importante para entender o funcionamento do planeta Terra e, por extensão, a nossa origem. Além disso, a Amazônia também fornece grande parte dos recursos hídricos e da energia elétrica usada na região mais populosa da América do Sul.

A origem da Amazônia está impressa nos sedimentos transportados pelos rios do passado e acumulados em camadas chamadas bacias sedimentares. Então precisamos realizar perfurações de até dois mil metros de profundidade para coletar amostras de sedimentos. Depois de dez anos de planejamento, vamos iniciar as perfurações no ano de 2023 nas bacias do Acre e do Marajó. Com isso, esperamos reconstituir de forma inédita a história das florestas, do clima e dos rios da Amazônia e, assim, dar um salto no conhecimento sobre a origem e a evolução da Amazônia.

Fonte: [André Sawakuchi: a origem da Amazônia | Nexo Jornal | YouTube](#).



TEXTO DE APOIO

BIODIVERSIDADE COMO ÍNDICE DE PRESERVAÇÃO

Há pelo menos duas décadas, há um consenso entre os ecólogos de que a biodiversidade é um dos fatores fundamentais que permitem a manutenção dos serviços ecossistêmicos, assim como o clima e a disponibilidade de recursos. De acordo com artigo publicado na revista *Ecological Monographs*, esses são alguns dos pontos fundamentais demonstrados pelas pesquisas:

1. A biodiversidade não pode ser resumida à presença de diferentes espécies e abundância de populações, mas depende também das características funcionais dos seres vivos, como espécies-chave, espécies dominantes, engenheiros ecológicos e interações entre espécies (competição, mutualismo, doença e predação). A abundância da espécie não é necessariamente um indicador de sua relevância para o ecossistema. Predadores-chave, por exemplo, podem ter grande influência nos fluxos de energia.
2. Alterações na biota de um ecossistema por meio de invasão e de extinção causados pela atividade humana alteram os serviços de provimento de bens e ecológicos de diversas formas. Muitas dessas mudanças são difíceis, dispendiosas ou impossíveis de reverter ou de consertar com soluções tecnológicas.
3. De início, algumas funções ecossistêmicas não mudam com a perda de espécies porque o ecossistema pode ter múltiplas espécies que cumprem as mesmas funções, a contribuição de determinadas espécies para as funções ecossistêmicas pode ser relativamente pequena ou as propriedades podem ser controladas principalmente por condições ambientais abióticas.
4. As áreas em recuperação precisam de uma quantidade de espécies que aumenta conforme a área para garantir um provimento estável de bens e serviços ambientais.

INDICADORES DE PRESERVAÇÃO

O fator-chave para o bom funcionamento ecológico dos lagos é sua biodiversidade, concluiu um estudo realizado em 72 lagos brasileiros publicado na revista *Nature Ecology & Evolution*. O estudo verificou que a riqueza de espécies determina funções ecológicas que mantêm a produtividade do ecossistema, como a regulação da abundância de seres vivos, das cadeias alimentares e do ciclo de nutrientes.

Os pesquisadores usaram diversos indicadores, como as quantidades de biomassa, de oxigênio e de nutrientes, por exemplo, nitrogênio e fósforo, para medir a diversidade de funções ecológicas do lago. Todos esses fatores são mais abundantes em lagos preservados e os pesquisadores verificaram uma queda em todos os indicadores conforme o número de espécies do lago diminuía. Por outro lado, quanto maior a interferência humana, menor era a biodiversidade e, conseqüentemente, menor o número de funções ecológicas no lago.



A biodiversidade de grupos específicos de animais pode ser um indicador do estado de preservação. Segundo Beltrão (2013, [n. p.]):

[...] os animais estão entre as primeiras vítimas de ambientes ocupados por gente. Eles fogem e, dependendo do espaço onde se encontram, não têm refúgio. Por isso mesmo, a pesquisa científica se ocupa de verificar a ocorrência de animais como forma de medir índices de conservação. Mamíferos de médio e grande porte como a anta ou tapir e a onça-pintada são excelentes indicadores de preservação da natureza.

Dessa forma, os indicadores de biodiversidade são importantes para avaliar o estado de conservação dos ecossistemas. Além disso, eles podem ajudar a identificar áreas com maior degradação humana e que sejam prioritárias para recuperação ou preservação, ajudando na elaboração de estratégias de conservação em áreas com grande influência humana.

Fontes: [Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge | D. U. Hooper et al. | Ecological Monographs](#)

[Lagos da Amazônia são mais eficazes do que a floresta na captura de carbono | Gilberto Stam | Pesquisa Fapesp](#)

[Mamíferos são indicadores de grau de preservação | Jimena Felipe | Museu Goeldi](#)



REFERÊNCIAS

ARANTES, José Tadeu. Barreira dos rios influenciou, mas não foi decisiva para criar a alta biodiversidade vegetal amazônica. **Agência Fapesp**, [s. l.], 2 ago. 2021. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/barreira-dos-rios-influenciou-mas-nao-foi-decisiva-para-criar-a-alta-biodiversidade-vegetal-amazonica/36471/>. Acesso em: 11 jan. 2023.

BELTRÃO, Jimena F. Mamíferos são indicadores de grau de preservação. **Agência Museu Goeldi**, [s. l.], 26 set. 2013. Disponível em: <https://www.museu-goeldi.br/noticias/mamiferos-sao-indicadores-de-grau-de-preservacao>. Acesso em: 11 jan. 2023.

CAMARGO, Suzana. A incrível (e desconhecida) diversidade de insetos que vivem na copa das árvores da Amazônia. **Mongabay**, [s. l.], 22 mar. 2022. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2022/03/a-incrivel-e-desconhecida-diversidade-de-insetos-que-vivem-na-copa-das-arvores-da-amazonia/>. Acesso em: 11 jan. 2023.

CARELLI, Rita. **Terrapreta**. São Paulo: Editora 34, 2021.

DA SILVA, Bernardino. Áreas de endemismo: as espécies vivem em qualquer lugar, onde podem ou onde historicamente evoluíram? **Revista da Biologia**, [s. l.], v. especial Biogeografia, p. 12-17, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revbiologia/article/view/108650/106982> Acesso em: 28 mar. 2023.

ESCOBAR, Herton. Desmatamento da Amazônia dispara de novo em 2020. **Jornal da USP**, [s. l.], 7 ago. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/desmatamento-da-amazonia-dispara-de-novo-em-2020/> Acesso em: 11 jan. 2023.

GEOGENÔMICA. [S. l.: s. n.], 16 jun. 2016. 1 vídeo (8 min). Publicado pelo canal Pesquisa Fapesp. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/geogenomica/>. Acesso em: 7 mar. 2023.

GERAQUE, Eduardo. O fôlego de uma teoria. **Pesquisa Fapesp**, [s. l.], Ed. Fapesp 50 anos, maio 2012. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-f%C3%B4lego-de-uma-teoria/>. Acesso em: 11 jan. 2023.



GUIMARÃES, Maria. Diversificação das aves amazônicas dependeu de rios e clima. **Pesquisa Fapesp**, [s. l.], 4 jul. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/diversificacao-das-aves-amazonicas-dependeu-dos-rios-e-do-clima/>. Acesso em: 11 jan. 2023.

HASEYAMA, Kirstern L. F.; CARVALHO, Claudio José B. de. Padrões de distribuição da biodiversidade amazônica: um ponto de vista evolutivo. **Revista da Biologia**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 35-40, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revbiologia/article/view/108654/106986>. Acesso: 26 jan. 2023.

HOOPER, D. U. *et al.* Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. **Ecological Monographs**, [s. l.], v. 75, n. 1, 1 fev. 2005. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/04-0922#:~:text=https%3A//doi.org/10.1890/04%2D0922>. Acesso em: 11 jan. 2023.

LOVEJOY, Thomas. A importância fundamental da biodiversidade da Amazônia para o mundo: uma entrevista com Thomas Lovejoy. **Mongabay**, [s. l.], 22 maio 2019. Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/news/feature/2019/05/22/why-the-amazons-biodiversity-is-critical-for-the-globe>. Acesso em: 11 jan. 2023.

MAGALHÃES, Lana. Floresta tropical. **Toda Matéria**, [s. l., 201?] Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/floresta-tropical/>. Acesso em: 26 jan. 2023.

MARCHIORI, Brenda. Variabilidade genética de abelhas jataí é afetada pela degradação da Mata Atlântica. **Jornal da USP**, [s. l.], 7 nov. 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/campus-ribeirao-preto/variabilidade-genetica-de-abelhas-jatai-e-afetada-pela-degradacao-da-mata-atlantica/>. Acesso em: 11 jan. 2023.

MARINHO, Ana Clara. Pesquisadores coletam amostras de golfinhos de Noronha; 'diversidade genética tem diminuído', diz bióloga. **G1**, Pernambuco, 24 out. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/blog/viver-noronha/post/2022/10/24/pesquisadores-coletam-amostras-de-golfinhos-de-noronha-diversidade-genetica-tem-diminuido-diz-coordenadora-de-estudo.ghtml>. Acesso em: 11 jan. 2023.

MOON, Peter. Animais gigantes viviam em megapantanal na Amazônia. **Agência Fapesp**, [s. l.], 30 jan. 2019. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/animais-gigantes-viviam-em-megapantanal-na-amazonia/29655/>. Acesso em: 11 jan. 2023.



CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

MÓDULO - AMAZÔNIAS E SUAS ORIGENS

PIVETTA, Marcos. Carlos Alfredo Joly: É tempo de biodiversidade. **Pesquisa Fapesp**, [s. /], ed. 308., out. 2021 Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/carlos-alfredo-joly-e-tempo-de-biodiversidade/>. Acesso em: 11 jan. 2023.

SAWAKUCHI, André. André Sawakuchi: a origem da Amazônia. **Nexo**, [s. /], 29 nov. 2022. Disponível em: <https://pp.nexojornal.com.br/pergunta-a-um-pesquisador/2022/11/29/André-Sawakuchi-a-origem-da-Amazônia>. Acesso em: 11 jan. 2023.

STAM, Gilberto. Lagos da Amazônia são mais eficazes do que a floresta na captura de carbono. **Pesquisa Fapesp**, [s. /], 6 set. 2022. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/lagos-da-amazonia-sao-mais-eficazes-do-que-a-floresta-na-captura-de-carbono/>. Acesso em: 11 jan. 2023.

STAM, Gilberto. Outra origem das espécies. **Pesquisa Fapesp**, [s. /], 24 jun. 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/outra-origem-das-especies/>. Acesso em: 11 jan. 2023.

VICENTE, João Paulo. Amazônia é megabiodiversa. O quanto? Ninguém sabe. **National Geographic**, [s. /, 201?]. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/natgeo-ilustra/amazonia#:~:text=Teriam%20sido%20descritos%20por%20ali,est%C3%A3o%20longe%20de%20ser%20precisos>. Acesso em: 7 mar. 2023.





itinerariosamazonicos.org.br

