

PARÂMETROS

para a Educação Básica do Estado de Pernambuco



Parâmetros na Sala de Aula

Ciências Naturais

Educação de Jovens e Adultos - Fases III e IV

Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco

Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco

Parâmetros na sala de aula
Ciências Naturais
Educação de Jovens e Adultos¹
II Segmento – 3^a e 4^a fases

¹ É importante pontuar que, para todos os fins, este documento considera a educação de idosos como parte integrante da EJA. Apenas não se agrega a palavra Idosos à Educação de Jovens e Adultos porque a legislação vigente ainda não contempla essa demanda que, no entanto, conta com o apoio dos educadores e estudantes de EJA.



Eduardo Campos
Governador do Estado

João Lyra Neto
Vice-Governador

Ricardo Dantas
Secretário de Educação

Ana Selva
Secretária Executiva de Desenvolvimento da Educação

Cecília Patriota
Secretária Executiva de Gestão de Rede

Lucio Genu
Secretário Executivo de Planejamento e Gestão (em exercício)

Paulo Dutra
Secretário Executivo de Educação Profissional



Undime | PE
Horácio Reis
Presidente Estadual

GERÊNCIAS DA SEDE

Shirley Malta

Gerente de Políticas Educacionais de Educação Infantil e Ensino Fundamental

Raquel Queiroz

Gerente de Políticas Educacionais do Ensino Médio

Cláudia Abreu

Gerente de Educação de Jovens e Adultos

Cláudia Gomes

Gerente de Correção de Fluxo Escolar

Marta Lima

Gerente de Políticas Educacionais em Direitos Humanos

Vicência Torres

Gerente de Normatização do Ensino

Albanize Cardoso

Gerente de Políticas Educacionais de Educação Especial

Epifânia Valença

Gerente de Avaliação e Monitoramento

GERÊNCIAS REGIONAIS DE EDUCAÇÃO

Antonio Fernando Santos Silva

Gestor GRE Agreste Centro Norte – Caruaru

Paulo Manoel Lins

Gestor GRE Agreste Meridional – Garanhuns

Sinésio Monteiro de Melo Filho

Gestor GRE Metropolitana Norte

Jucileide Alencar

Gestora GRE Sertão do Araripe – Araripina

Josefa Rita de Cássia Lima Serafim

Gestora da GRE Sertão do Alto Pajeú – Afogados da Ingazeira

Anete Ferraz de Lima Freire

Gestora GRE Sertão Médio São Francisco – Petrolina

Ana Maria Xavier de Melo Santos

Gestora GRE Mata Centro – Vitória de Santo Antão

Luciana Anacleto Silva

Gestora GRE Mata Norte – Nazaré da Mata

Sandra Valéria Cavalcanti

Gestora GRE Mata Sul

Gilvani Pilé

Gestora GRE Recife Norte

Marta Maria Lira

Gestora GRE Recife Sul

Patrícia Monteiro Câmara

Gestora GRE Metropolitana Sul

Elma dos Santos Rodrigues

Gestora GRE Sertão do Moxotó Ipanema – Arcoverde

Maria Dilma Marques Torres Novaes Goiana

Gestora GRE Sertão do Submédio São Francisco – Floresta

Edjane Ribeiro dos Santos

Gestora GRE Vale do Capibaribe – Limoeiro

Waldemar Alves da Silva Júnior

Gestor GRE Sertão Central – Salgueiro

Jorge de Lima Beltrão

Gestor GRE Litoral Sul – Barreiros

CONSULTORES EM CIÊNCIAS NATURAIS

Ana Rita Franco do Rêgo

Débora Campos Marinho de Góes Pires

Francimar Teixeira da Silva

Jacineide Gabriel Arcanjo

Judimar Teixeira da Silva

Lucielma Bernardino Coelho de Arruda

Patrícia Smith Cavalcante

Rosângela Estêvão Alves Falcão

Rosinete Salviano Feitosa

Sandra Vasconcelos Oliveira e Silva



Reitor da Universidade Federal de Juiz de Fora
Henrique Duque de Miranda Chaves Filho

Coordenação Geral do CAEd
Lina Kátia Mesquita Oliveira

Coordenação Técnica do Projeto
Manuel Fernando Palácios da Cunha Melo

Coordenação de Análises e Publicações
Wagner Silveira Rezende

Coordenação de Design da Comunicação
Juliana Dias Souza Damasceno

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Pedagógica Geral
Maria José Vieira Féres

Equipe de Organização
Maria Umbelina Caiafa Salgado (Coordenadora)
Ana Lúcia Amaral
Cristina Maria Bretas Nunes de Lima
Laís Silva Cisalpino

Assessoria Pedagógica
Maria Adélia Nunes Figueiredo

Assessoria de Logística
Susi de Campos Ewald

Diagramação
Luiza Sarrapio

Responsável pelo Projeto Gráfico
Rômulo Oliveira de Farias

Responsável pelo Projeto das Capas
Carolina Cerqueira Corrêa

Revisão
Lúcia Helena Furtado Moura
Sandra Maria Andrade del-Gaudio

Especialista em Ciências Naturais/EJA
Adriana Lenira Fornari de Souza
Gisele Brandão Machado de Oliveira
Maria de Fátima Lages Ferreira
Mônica Tanure Lourenço Ferreira
Zélia Granja Porto



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
INTRODUÇÃO	13
CONTEXTUALIZAÇÃO	15
2 ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS.....	17
3 EIXOS TEMÁTICOS	20
4 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM.....	30
5. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS PARA A 3ª FASE DO II SEGMENTO – EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	35
6. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS PARA A 4ª FASE DO II SEGMENTO – EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	140
7. REFERÊNCIAS	169

APRESENTAÇÃO

Em 2013, a Secretaria de Educação do Estado começou a disponibilizar os Parâmetros Curriculares da Educação Básica do Estado de Pernambuco. Esses parâmetros são fruto coletivo de debates, propostas e avaliações da comunidade acadêmica, de técnicos e especialistas da Secretaria de Educação, das secretarias municipais de educação e de professores das redes estadual e municipal.

Estabelecendo expectativas de aprendizagem dos estudantes em cada disciplina e em todas as etapas da educação básica, os novos parâmetros são um valioso instrumento de acompanhamento pedagógico e devem ser utilizados cotidianamente pelo professor.

Mas como colocar em prática esses parâmetros no espaço onde, por excelência, a educação acontece – a sala de aula? É com o objetivo de orientar o professor quanto ao exercício desses documentos que a Secretaria de Educação publica estes “Parâmetros na Sala de Aula”. Este documento traz orientações didático-metodológicas, sugestões de atividades e projetos, e propostas de como trabalhar determinados conteúdos em sala de aula. Em resumo: este material vem subsidiar o trabalho do professor, mostrando como é possível materializar os parâmetros curriculares no dia a dia escolar.

As páginas a seguir trazem, de forma didática, um universo de possibilidades para que sejam colocados em prática esses novos parâmetros. Este documento agora faz parte do material pedagógico de que vocês, professores, dispõem. Aproveitem!

Ricardo Dantas

Secretário de Educação de Pernambuco

INTRODUÇÃO

Após a publicação dos *Parâmetros Curriculares do Estado de Pernambuco*, elaborados em parceria com a Undime, a Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco apresenta os *Parâmetros Curriculares na Sala de Aula*.

Os *Parâmetros Curriculares na Sala de Aula* são documentos que se articulam com os Parâmetros Curriculares do Estado, possibilitando ao professor conhecer e analisar propostas de atividades que possam contribuir com sua prática docente no Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos.

Esses documentos trazem propostas didáticas para a sala de aula (projetos didáticos, sequências didáticas, jornadas pedagógicas etc.) que abordam temas referentes aos diferentes componentes curriculares. Assim, junto com outras iniciativas já desenvolvidas pela Secretaria Estadual de Educação, como o Concurso Professor-Autor, que constituiu um acervo de material de apoio para as aulas do Ensino Fundamental e Médio, elaborado por professores da rede estadual, os *Parâmetros Curriculares na Sala de Aula* contemplam todos os componentes curriculares, trazendo atividades que podem ser utilizadas em sala de aula ou transformadas de acordo com o planejamento de cada professor.

Além disso, evidenciamos que as sugestões didático-metodológicas que constam nos *Parâmetros Curriculares na Sala de Aula* se articulam com a temática de Educação em Direitos Humanos, eixo transversal do currículo da educação básica da rede estadual de Pernambuco.

As propostas de atividades dos *Parâmetros Curriculares na Sala de Aula* visam envolver os estudantes no processo de ação e reflexão, favorecendo a construção e sistematização dos conhecimentos produzidos pela humanidade. Ao mesmo tempo, esperamos que este material dialogue com o professor, contribuindo para enriquecer a sua prática de sala de aula, subsidiando o mesmo na elaboração de novas propostas didáticas, fortalecendo o processo de ensino-aprendizagem.

Ana Selva

Secretária Executiva de Desenvolvimento da Educação
Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco

CONTEXTUALIZAÇÃO

Apresentamos neste documento propostas de Atividades Didáticas que visam apoiar o professor de Ciências da Educação de Jovens e Adultos do II Segmento no planejamento e desenvolvimento de suas atividades pedagógicas.

Estruturamos cinco propostas de atividades, assim distribuídas:

3ª fase

- 01 para contemplar o eixo temático Vida e Ambiente abordando o tema: Fluxo de Matéria e Energia nas Cadeias alimentares.
- 01 para contemplar o eixo temático Vida e Ambiente abordando o tema: Fluxo de Matéria e Energia nas Teias Alimentares.
- 01 para contemplar o eixo temático Vida e Ambiente e abordar o tema Biodiversidade– Níveis de organização dos seres vivos, conceitos básicos de ecologia e dinâmica dos diferentes ecossistemas brasileiros.
- 01 para contemplar o eixo temático Vida e Ambiente abordando o tema Organização e Metabolismo – Fotossíntese.

4ª fase

- 01 para contemplar o eixo temático Ser humano e Saúde abordando o tema Genética – Bases da Herança Genética e Biotecnologia.

ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS

Os materiais foram organizados utilizando os múltiplos recursos de linguagem e tendo como referência as expectativas de aprendizagem para cada tema, conforme está apresentado nos Parâmetros para Educação Básica do Estado de Pernambuco.

As propostas foram elaboradas visando a Alfabetização e o Letramento Científico e apresentam atividades para:

1. levantamento das concepções prévias dos estudantes acerca do tema em geral;
2. ampliações de conhecimento teórico acerca de conteúdos específicos relativos ao tema;
3. interpretação dos eventos contados pela história da ciência;

4. envolvimento e/ou interpretação de experimentos;
5. vivências em processos investigativos (trabalho de campo);
6. sistematização dos conhecimentos apreendidos e ampliados com o estudo do tema;
7. sugestões para o processo avaliativo;
8. textos de leitura complementar para o professor.



Balões de diálogo

Ao longo dos textos, dialogamos com o professor, trazendo dicas e sugestões dentro dos “balões de diálogos”, onde apresentamos mensagens de estímulo ao exercício da interdisciplinaridade, ao protagonismo e ao empoderamento dos estudantes, à valorização de saberes socioculturais já construídos, bem como ao envolvimento com diversas modalidades linguísticas existentes no mundo contemporâneo, o multiletramento.

A concepção de multiletramento trazida aqui é a apresentada por Guimarães e Dias (2002), que destacam a necessidade de o professor buscar, cada vez mais, percorrer

múltiplos caminhos e alternativas, distanciando-se do discurso monológico da resposta certa, da sequência linear de conteúdos, de estruturas rígidas dos saberes prontos, com compromissos renovados em relação à flexibilidade e à variedade, além da contextualização no mundo das relações sociais e de interesses dos envolvidos no processo de aprendizagem (GUIMARÃES; DIAS, 2002, p. 23).

Enfim, o que apresentamos aqui são apenas alguns exemplos dentro da infinidade de possibilidades existentes. Cabe ao professor adequá-las, ampliá-las, construir novas propostas, a partir das referências, e conduzi-las, da maneira que lhe for mais conveniente, levando em consideração o público-alvo, a realidade escolar, o contexto socioambiental e cultural da sua região, especialmente tendo em vista alcançar as expectativas de aprendizagem previstas para cada temática.

2 ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS¹

No ensino de Ciências, muitas têm sido as tendências observadas. Diante das críticas e discussões provocadas pelo dinamismo dessas tendências, inevitavelmente, surge a demanda de repensar o processo de efetivação das expectativas de aprendizagens a serem desenvolvidas durante a Educação Básica, principalmente, na Educação de Jovens e Adultos, na atual sociedade da informação.

Como se não bastassem, pesquisas indicam que muitos professores de Ciências atêm-se, rigidamente, ao livro didático (LAJOLO, 1996; CARNEIRO et al., 2005; SANTOS e CARNEIRO, 2006; ROMANATTO, 2009) e têm receio em utilizar textos paradidáticos, inclusive as obras complementares, em sala de aula, em razão da discussão que eles podem causar e do fato de fugirem ao planejamento da proposta curricular.

Diante desse contexto, questiona-se: por que ensinar Ciências para a Educação de Jovens e Adultos? E, principalmente, como garantir o ensino e a aprendizagem de um currículo básico para os Jovens e Adultos?

O mundo atual apresenta um rápido e dinâmico processo evolutivo. Assim, é indispensável que os estudantes desenvolvam habilidades para analisar fatos, ordenar informações, fazer inferências, entre outras, e competências para a apropriação da linguagem e dos processos científicos e tecnológicos, de forma a poderem atuar de maneira crítica, consciente, ética e autônoma na sociedade (SASSERON; CARVALHO, 2008). O ensino de Ciências contribui para que os estudantes se tornem capazes de exercer a cidadania, de forma crítica, em uma sociedade altamente científica e tecnológica, em que novos conteúdos são gerados e atualizados a todo o momento.

Desse modo, por que alfabetizar no contexto do letramento científico tecnológico para o exercício da cidadania? O ensino de Ciências deve possibilitar a reorganização do conjunto de saberes, articulando reflexões e ações interdisciplinares que permitam uma visão integradora para a tomada de decisões, buscando e propondo soluções, além de propiciar o desenvolvimento da autonomia intelectual. Para isso, recomenda-se a reestruturação dos currículos básicos, eliminando conteúdos desnecessários e incluindo conteúdos de

¹ Texto extraído dos Parâmetros para Educação Básica do Estado de Pernambuco (de "Orientações metodológicas até animações, simulações e jogos", inclusive).

relevância social, que contribuam para a formação integral dos estudantes, capazes de pensar criticamente.

Atender às demandas atuais exige uma reflexão profunda sobre os conteúdos abordados, as expectativas de aprendizagem e os encaminhamentos metodológicos propostos nas situações criadas para o ensino de Ciências, de modo que proporcione aos estudantes a compreensão da ciência e da tecnologia como construções inseridas em um contexto sociocultural, e não como produto dele. Por que tudo isso? Porque os estudantes terão oportunidades de desenvolver a compreensão da Ciência como construção, ou seja, o processo que conduziu à construção das ideias, dos papéis desempenhados por diferentes cientistas e da interação das evidências com a teoria, ao longo do tempo. Poderão, ainda, perceber a influência da sociedade no desenvolvimento da Ciência e vice-versa.

Nessa perspectiva, o professor de Ciências deve estimular a curiosidade dos estudantes jovens e adultos com problemas adequados à sua maturidade cognitiva, propiciando a mobilização e o desenvolvimento de múltiplas aprendizagens. Estudos apontam que, ao propor a resolução de problemas cotidianos aos estudantes, eles atribuem um novo sentido ao que já sabem, amplificando a capacidade cognitiva e potencializando as oportunidades de aprendizagem (POZO, 1998). Indicam, também, que, com a utilização de experiências do cotidiano dos estudantes, os professores acabam motivando-os a estabelecerem relações, potencializando as possibilidades de aprendizagem e tornando as aulas mais interessantes. No entanto, se o cotidiano for utilizado apenas como possibilidade explicativa para os conceitos e processos científicos, sem a devida discussão e integração com outros contextos, de nada adiantará utilizá-lo. A resolução de problemas cotidianos está intimamente associada ao ensino por meio de atividades investigativas, estratégia amplamente pesquisada e discutida, atualmente, para o ensino de Ciências. Desse modo, o ensino por meio de atividades investigativas busca estratégias reflexivas para a resolução de situações-problema, ou seja, fazer ciência de forma contextualizada e valendo-se dos múltiplos códigos utilizados por ela.

Documentos legais (BRASIL, 1998; PERNAMBUCO, 2012a; PERNAMBUCO, 2012b) apontam o valor de níveis de construções conceituais cada vez mais complexos e amplos serem acessados, por meio do uso de situações-problema, esquemas, ilustrações, quadros, tabelas, gráficos e informações capazes de diversificar as estratégias cognitivas, proporcionando aos estudantes uma apropriação do conhecimento, a partir da aplicação dos mesmos. Adicionalmente, é relevante destacar que compete ao ensino de Ciências tratar gêneros/tipos textuais característicos dessa área de ensino, tais como argumentação, narração, descrição, relatórios, biografias, entre outros. Assim, os códigos linguísticos utilizados pela Ciência são ferramentas culturais que ampliam a capacidade humana no tratamento de informações e no estabelecimento de relações entre elas. Da mesma maneira, os processos e produtos tecnológicos tornam-se importantes conhecimentos para os estudantes compreenderem os conceitos científicos e atuarem na escola e na sociedade.

E a avaliação? Como deve ser a avaliação no ensino de Ciências para a Educação de Jovens e Adultos?

Nessa perspectiva, a estratégia avaliativa se sustenta na avaliação formativa (GUBA; LINCOLN, 1989) e continuada, que consiste em possibilitar a determinação do nível de desenvolvimento em que o estudante se encontra, norteando os passos que devem ser trilhados no processo de condução do ensino e da aprendizagem. Com a finalidade de avaliação, devem-se estabelecer expectativas de aprendizagem a serem alcançadas, revistas, ampliadas e aprofundadas. A avaliação subsidia o acompanhamento dos processos e resultados do desenvolvimento dos conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais, estimulando professores e estudantes a se comprometerem com o processo de ensino e aprendizagem.

3 EIXOS TEMÁTICOS

O currículo aqui apresentado para a Educação de Jovens e Adultos no Ensino Fundamental está estruturado em eixos temáticos, estabelecidos em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) e com as Orientações Teórico- Metodológicas (PERNAMBUCO, 2012b).

Os eixos temáticos representam a estrutura fundamental da proposta curricular e o alicerce que sustenta as expectativas de aprendizagem. Apresentando-se entrelaçados, os eixos temáticos integram os conteúdos curriculares, no intuito de se superar a disciplinarização como forma de organização dos conteúdos escolares. Nesse sentido, os conteúdos não aparecem isolados, mas, sim, no contexto da promoção do diálogo entre as áreas do ensino de Ciências, dessas com as demais áreas do saber e com o contexto do estudante (BRASIL, 1998).

Os eixos temáticos que constituem este documento são apresentados nos tópicos seguintes.

Terra e Universo

O eixo “Terra e Universo” trabalha as aprendizagens de Ciências referentes à Estrutura e Constituição do Planeta, Sistema Solar, Origem do Universo, Fenômenos Naturais, Alfabetização e Letramento Científico. Essas aprendizagens relacionam-se à Astronomia e às Geociências e mobilizam saberes dos estudantes sobre marés, dia e noite, estações do ano, calendário e formas de marcação do tempo, por exemplo.

Justifica-se o ensino deste eixo, porque os fenômenos celestes têm causado grande fascínio na humanidade, ao longo de sua história. Existem registros, com cerca de 7.000 anos, que mostram consequências desse fascínio, como, por exemplo, o aperfeiçoamento das medidas de tempo e o desenvolvimento de tecnologias para aferir tais medições.

O cosmos revela-se como palco concreto da aventura humana, sendo a sua constituição, dimensão, origem, evolução e formato, temas que atraem estudantes de todos os níveis de ensino e idades.

A Terra sofre uma interferência direta dos diversos constituintes do Universo, sendo evidentes os fenômenos do dia e da noite e das estações do ano. Além disso, as transformações

geológicas e os fenômenos naturais que ocorreram e, ainda ocorrem, no planeta, interferem na dinâmica constitucional das “esferas terrestres”, despertando a curiosidade dos estudantes.

Vida e Ambiente

O eixo “Vida e Ambiente” trabalha os conteúdos do Ensino de Ciências referentes à Origem da Vida e Evolução, Fluxo de Matéria e Energia, Organização e Metabolismo, Biodiversidade, Espaço, Sustentabilidade, Alfabetização e Letramento Científico. Esses conteúdos relacionam-se à Biogeografia, História, Geografia, Biografia dos Pesquisadores, Economia e mobilizam saberes dos estudantes sobre seu próprio entorno e a observação do espaço, por exemplo.

Justifica-se o trabalho com este eixo, porque o ser humano tem que se perceber como parte integrante do meio ambiente, compreendendo os aspectos socioeconômicos, históricos e políticos desse contexto, possibilitando a participação em discussões sobre as responsabilidades humanas voltadas ao bem-estar comum e ao desenvolvimento. No entanto, tais aspectos, por si só, não garantem a socialização de informações e conceitos científicos corretos e desprovidos de interesses pessoais sobre a questão ambiental. Assim, é função da escola envolver-se no debate ambiental, oferecendo recursos para que os estudantes sejam capazes de posicionar-se e de participar dos fóruns de discussão.

Esse eixo temático visa a promover a ampliação do conhecimento sobre as diversas manifestações de vida nos mais diferentes ambientes naturais, bem como discutir sobre as causas e consequências das transformações dos espaços naturais pelos seres vivos, e sobre a origem e a evolução das espécies, entre as quais se inclui a espécie humana.

Ser Humano e Saúde

O eixo “Ser Humano e Saúde” trabalha os conteúdos do Ensino de Ciências referentes ao Funcionamento Integrado dos Sistemas Humanos, Funções Sistêmicas Gerais, Sexualidade, Saúde e Doenças, bem como sobre a Biofísica do Corpo Humano, Genética e Biotecnologia e Alfabetização e Letramento Científico. Esses conteúdos relacionam-se à Medicina, Nutrição, Farmácia, Matemática, Estatística e mobilizam saberes dos estudantes sobre doenças, corpo humano e sexualidade, por exemplo.

Justifica-se o ensino deste eixo, a fim de se promover o bem estar físico, psicológico, cognitivo e social, numa perspectiva do estudante como ser integral. É fundamental que, independente da idade, os estudantes desenvolvam o conhecimento sobre a constituição e o funcionamento do próprio corpo, promovendo uma percepção subjetiva e de intimidade, já que cada corpo é individual. Assim, é fundamental que o estudante conheça, além do próprio corpo, a relação deste com o ambiente no qual está inserido, bem como as condições promotoras da saúde.

A visão das partes do corpo humano é necessária para a compreensão de suas particularidades morfofuncionais. Entretanto, uma abordagem isolada não é suficiente para a compreensão

da ideia do corpo como um sistema relacional. Assim, é fundamental selecionar conteúdos que possibilitem ao estudante compreender o corpo como um sistema integrado e dependente do ambiente no qual está inserido.

c. Tecnologia e Sociedade

O eixo “Tecnologia e Sociedade” trabalha os conteúdos do Ensino de Ciências referentes à Física e Química Aplicadas, Sustentabilidade, Matéria, Energia e Transformações da Matéria/Energia. Neste eixo, conteúdos como Biotecnologia, Instrumentos Tecnológicos, Alfabetização e Letramento Científico representam uma proposta inovadora. Tais conteúdos relacionam-se a Mecânica, Engenharias, Medicina, Radiologia, Tecnologia da Comunicação e da Informação e mobilizam saberes dos estudantes sobre processos de fabricação, funcionamento de equipamentos, uso de diversos instrumentos e energia, por exemplo.

Justifica-se o ensino deste eixo, porque as transformações dos materiais e dos ciclos naturais em produtos necessários à vida e à organização da sociedade humana são cada vez mais importantes no mundo contemporâneo. Os recursos tecnológicos estão intimamente relacionados à sociedade, de modo que as discussões sobre os instrumentos, os materiais e os processos que possibilitam transformações tecnológicas das matérias-primas são cada vez mais frequentes e abordadas nos aspectos socioeconômico, ético, cultural, entre outros.

O eixo “Tecnologia e Sociedade” deve propiciar aos estudantes, por meio de situações que mobilizem as expectativas de aprendizagem propostas, a compreensão da tecnologia como instrumento de interferência humana no meio ambiente e na qualidade de vida.

3.1 SUGESTÕES DE ABORDAGENS TRANSVERSAIS

Ética

Questões como relações entre conhecimento científico, técnicas e tecnologias, transformações sociais causadas pelas inovações tecnológicas e neutralidade ou não do conhecimento científico formam o cenário ideal para o desenvolvimento dos conteúdos da Ética em Ciências no Ensino Fundamental.

Saúde

A Saúde como tema transversal visa ao autoconhecimento para o autocuidado e à saúde na vida coletiva. O autoconhecimento para o autocuidado possibilita o entendimento de que a saúde tem uma dimensão pessoal que se expressa, no espaço e no tempo de vida, pelos meios de que cada ser humano dispõe para trilhar seu caminho em direção ao bem-estar físico, mental e social. No entanto, deve ser reforçado que o âmbito do autocuidado não está relacionado à automedicação. Nos conteúdos que tratam da saúde, transversalizam-se questões ligadas à alimentação e à medicação, ao saneamento básico, à segurança e aos cuidados no consumo dos alimentos e produtos usados na limpeza doméstica.

Meio ambiente

São grandes os desafios, quando procuramos direcionar as ações para a melhoria das condições de vida no mundo. Assim, os conteúdos de Meio ambiente devem estar integrados às áreas de conhecimento, numa relação de transversalidade, de modo que impregnem a prática educativa e criem uma visão local e global da questão ambiental, nos aspectos físico, histórico e social. Em relação à transversalidade da questão ambiental, o currículo de Ciências pode abordar os blocos dos ciclos da natureza, do manejo e da conservação ambiental e as relações entre sociedade e meio ambiente.

Orientação sexual

Atualmente, as famílias reivindicam a presença da Orientação sexual na escola, pois reconhecem sua importância para as crianças e jovens, assim como a dificuldade de se abordarem tais questões em casa. A partir da distinção entre os conceitos de organismo e corpo, a abordagem deve ir além das informações sobre anatomia e fisiologia, pois os órgãos não existem fora de um corpo que funciona de forma sistêmica. A abordagem da orientação sexual, nesse sentido, deve favorecer a apropriação do próprio corpo, contribuindo para o fortalecimento da autoestima e a conquista de maior autonomia, dada a importância do corpo na identidade pessoal. Como tema transversal, podem-se abordar, em orientação sexual: diferença sexual entre gêneros, relações homoafetivas, respeito ao outro, doenças sexualmente transmissíveis, gravidez na adolescência, entre outros assuntos.

Pluralidade cultural

Ao tratar de diferentes visões de mundo, é possível articular a concepção de tempo com mitos da gênese do universo, numa comparação com a estruturação e a especificidade do pensamento científico. A Pluralidade cultural valoriza a possibilidade de mudanças como obra humana coletiva, comportando análises específicas e devendo ser tratada, em especial, em proximidade com os interesses dos adolescentes, tais como violência sexual, exploração do trabalho, drogas, alcoolismo, criminalidade, entre outros.

Trabalho e consumo

A transversalidade do Trabalho e do consumo deve possibilitar a discussão dos processos de apropriação e transformação dos componentes da natureza em produtos necessários à vida humana. Aparelhos, máquinas, instrumentos, materiais e processos que possibilitam essa transformação pelo ser humano devem ser considerados em relação à ciência e à tecnologia como frutos do empreendedorismo social, em um mundo real, concreto e historicamente circunstanciado. Ao discutir Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), a transversalidade se dá no estudo de produção de bens e serviços; como eles se modificam no tempo histórico; como se criam constantemente novas necessidades; o impacto sobre o meio ambiente; as relações envolvidas das esferas produtivas (relações de trabalho e consumo).

Empreendedorismo

Empreender é alterar a realidade, para obter a autorrealização, oferecendo valores positivos para o coletivo. O Empreendedorismo pode representar uma ferramenta singular para o ensino e aprendizagem de Ciências Naturais. A utilização das expectativas de aprendizagem em desenvolvimento ou já consolidadas pode propiciar a previsão científica em vários aspectos, como as consequências do uso de novas tecnologias, da liberação de medicamentos, da proliferação de vetores de doenças, da utilização de novas matérias-primas, dos impactos ambientais, dentre outras. Assim, o empreendedorismo na abordagem transversal pode oportunizar o estabelecimento de relações entre o meio ambiente e a sociedade, de modo sustentável, aplicando a atividade empreendedora de utilização, manipulação e modificação do ambiente, de forma consciente e criteriosa.

Cultura digital

A sociedade atual é conhecida como a "Sociedade do Conhecimento" não apenas pela quantidade de informações geradas e divulgadas, mas, principalmente, pelo que se faz com toda essa informação. A Cultura digital baseia-se na Cibercultura, numa perspectiva de uso das Tecnologias da Comunicação e Informação na escola, para promover a produção e autoria de estudantes e docentes, para a promoção de redes de comunicação e saberes escolares e para o trabalho coletivo e cooperativo. TVs, celulares, internet e jogos estão presentes na vida de nossos estudantes em diversos graus, e o uso desses equipamentos, de modo proativo, qualificado e orientado pelos docentes, pode enriquecer a escola, na promoção de uma aprendizagem centrada nos estudantes.

3.2 SUGESTÕES METODOLÓGICAS GERAIS

As sugestões metodológicas gerais representam propostas que devem ser aplicadas, em conjunto e de forma articulada, para cada expectativa de aprendizagem ou articulando-se várias expectativas ou disciplinas.

Ressignificação dos conceitos

Antes mesmo do processo de escolarização formal, os estudantes constroem concepções sobre o significado das palavras e do mundo. São as chamadas concepções alternativas ou prévias que, muitas vezes, se restringem ao senso comum. As concepções prévias representam variáveis das mais importantes no ensino de Ciências Naturais. Assim, o educador deve investir na compreensão das concepções prévias dos estudantes, no significado que atribuem às palavras, para, partindo desse entendimento, problematizar situações que exijam o confronto de visões de mundo e a elaboração de novos significados. Nesse processo de confronto e construção, os conceitos são ressignificados e a apropriação do conceito científico torna-se, potencialmente, mais eficaz.

Contextualização

Muitas vezes, no processo de ensino e aprendizagem, o estudante assume uma posição passiva. A contextualização é um recurso que tira o estudante dessa condição de mero espectador e o faz assumir as responsabilidades da aprendizagem, pois o mobiliza para estabelecer uma relação de reciprocidade com o objeto do conhecimento. A contextualização evoca áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza capacidades cognitivas já adquiridas e em desenvolvimento.

Problematização

No processo de ensino e aprendizagem, é fundamental que o estudante seja instigado a participar efetivamente da busca de soluções para os problemas propostos. O modo de formular as questões e de dar instruções ao estudante deve permitir e favorecer o alcance de conclusões diferentes das esperadas. A resolução de situações-problema é um fator que possibilita saber a verdadeira fase de desenvolvimento cognitivo do estudante, pois determina seu nível de desenvolvimento real e o que poderá ser alcançado com o auxílio de outro indivíduo mais capaz.

Interdisciplinaridade

Interdisciplinarmente, uma investigação deve partir da necessidade sentida de explicar, compreender, intervir, mudar, prever algo que desafia, necessitando da atenção de mais de um olhar, ou seja, a atividade deve estar sustentada por um eixo integrador. Nesse sentido, explicação, compreensão, intervenção são processos que requerem um conhecimento que vai além da descrição da realidade e mobilizam capacidades cognitivas para deduzir, fazer inferências ou previsões, a partir do fato observado. Por meio do problema gerador são identificados os conceitos que podem contribuir para descrevê-lo, explicá-lo e tecer os caminhos que conduzirão às soluções. Dessa forma, na concepção, execução e avaliação interdisciplinar, os conceitos utilizados devem ser formalizados, sistematizados e registrados no âmbito dos componentes curriculares que contribuem para o desenvolvimento do projeto e não de forma isolada ou com alguma especificidade disciplinar, como ocorre nos projetos multidisciplinares.

Recursividade

A recursividade consiste no desenvolvimento das expectativas de aprendizagem, de forma gradual e em espiral, o que possibilita a elevação dos níveis de complexidade e contextos durante todo o Ensino Fundamental. Dessa maneira, as expectativas de aprendizagem devem estar distribuídas ao longo desse período, observando-se o que se espera ser ensinado-aprendido no ano escolar, considerando a faixa etária do estudante. No currículo com a perspectiva recursiva, os conteúdos não apresentam temporalidade fixa, assim como não estão sobrepostos, num sentido de acumulação. Ao contrário, o conhecimento vai sendo

ensinado-aprendido gradativamente. A recursividade possibilita a aquisição ou construção do conhecimento em um nível maior de complexidade, em cada etapa do processo, estando adaptável à capacidade cognitiva do estudante que aprende em um contexto, muitas vezes, real e nem sempre condizente com o desenvolvimento potencial.

Alfabetização e letramento científico

Na contemporaneidade, é de fundamental importância a compreensão dos processos pelos quais a linguagem das Ciências adquire significados, possibilitando ao estudante a ampliação do universo de conhecimento e da cultura, de maneira a formar-se como cidadão inserido na sociedade. Assim, a alfabetização, que consiste na compreensão da Ciência e da Tecnologia, torna-se fundamental ao estudante para atuar, responsavelmente, como cidadão e consumidor, na sociedade. O letramento, por sua vez, consiste no saber fazer, isso é, no domínio das técnicas próprias da Ciência e da Tecnologia.

3.3 SUGESTÕES METODOLÓGICAS ESPECÍFICAS

As sugestões metodológicas específicas representam estratégias de ensino que podem ser aplicadas, individualmente ou em pequenos grupos, para a efetivação de tópicos/conteúdos ou expectativas de aprendizagem.

Contato com a História das Ciências Naturais

Orientada por uma visão de mundo específica, a comunidade científica produz um tipo próprio de conhecimento, que se modifica ao longo do tempo. Para evitar uma visão da Ciência como um conhecimento pronto, inquestionável e isento de interferências sociais, econômicas e culturais, e promover a compreensão processual da construção da Ciência, é preciso trabalhar a dimensão da História das Ciências Naturais. A relação entre as explicações científicas e o contexto sócio-histórico de sua produção e a constatação de que princípios considerados fundamentais em determinadas épocas foram modificados ou substituídos por outros podem ajudar o estudante a perceber o caráter histórico da produção científica, além de permitir o contato dele com o método e o pensamento científicos.

O ensino por investigação

No ensino de Ciências por investigação, os estudantes interagem, exploram e experimentam o mundo natural, mas não são abandonados à própria sorte, nem ficam restritos a uma manipulação ativista e puramente lúdica. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos ultrapassa a mera execução de certo tipo de tarefas, tornando-se uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado. As atividades de caráter investigativo implicam, inicialmente, a proposição de situações-problema que, então, orientam e acompanham todo o processo de investigação. Nesse contexto, o professor desempenha o papel de mediador das atividades.

O professor oportuniza, de forma significativa, a vivência de experiências pelos estudantes, permitindo-lhes, assim, a construção de novos conhecimentos acerca do que está sendo investigado. As atividades investigativas podem caracterizar-se como práticas experimentais, de campo e de laboratório; de demonstração; de pesquisa; com filmes; de simulação de computador; com bancos de dados; de avaliação de evidências; de elaboração verbal e escrita de um plano de pesquisa, entre outros.

Atividades experimentais

As situações de experimentação devem propiciar oportunidade para que os estudantes elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, principalmente, sobre o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. A experimentação não exige recursos sofisticados ou laboratórios bem equipados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia a dia, levam a descobertas importantes. Outras vezes, podem ser realizados experimentos utilizando-se laboratórios virtuais que, além de se valerem do recurso tecnológico, possibilitam a realização de experimentos, de outra forma inacessíveis.

Atividade prática não deve se constituir apenas em atividade mecânica de medição, observação, descrição, entre outras, sem que se extraiam “lições” sobre o objeto estudado. O objeto em estudo de uma atividade experimental pode ser um animal vivo ou conservado, uma planta ou parte dela, um fenômeno físico ou químico, ou ainda, o objeto pode ser uma região florestal ou um rio, entre outros. Frente a essa concepção, a atividade prática para um ensino de Ciências significativo pressupõe participação do estudante em uma situação de ensino e aprendizagem em que se exercitem a análise e a reflexão sobre dados primários da natureza.

A busca dessas situações leva o professor a criar tarefas que propiciem, aos estudantes, experiências físicas e lógico-matemáticas, para as quais se faz necessário integrar questões, leituras ampliadas, debates, que complementam a atividade prática em si.

A vivência de situações com o objeto fisicamente presente possibilita o estímulo não somente cognitivo, mas, também, emocional com a atividade, o que provavelmente estimula os estudantes na busca de novas elaborações teóricas. Por isso, as atividades práticas podem ser desenvolvidas em salas de aula, laboratórios, jardins escolares e em diversos ambientes externos à escola, como parques, jardins públicos, reservas ambientais, museus ou, mesmo, na casa do estudante.

Demonstrações, excursões, experimentos e determinados jogos, desde que permitam experiências diretas com objetos presentes fisicamente, podem, de acordo com a definição proposta pelos autores do presente estudo, ser considerados atividades práticas. Nesse sentido, “atividades práticas” não contemplam somente um debate, leitura, aula expositiva e

outras de natureza teórica. Esses tipos de atividades têm um forte potencial na sistematização das aulas práticas, mas não se configuram como tal (ANDRADE; MASSABNI, 2011).

Trabalho de campo

A consciência de que a interferência do ser humano pode ser extremamente mais impactante que a de outros seres vivos é de fundamental importância para a formação da consciência ecológica. Assim, a exploração ampla e diversificada do ambiente, por meio do trabalho de campo, habitua o estudante a observar os fenômenos tal como acontecem na realidade, estimulando a compreensão das múltiplas formas de interação dos seres vivos com o meio ambiente. Ao deslocar o ambiente de aprendizagem para fora da sala, o trabalho de campo articula e motiva os estudantes. O contato com a natureza, o convívio com seus elementos representam experiências vivenciais insubstituíveis, que podem conduzir ao reconhecimento da natureza como um valor e alterar a forma de atuação nela.

Atividades lúdicas

O lúdico pode ser definido como uma categoria geral, na qual estão inseridas todas as atividades que têm características de jogos, brinquedos e brincadeiras. As atividades lúdicas são fundamentais no desenvolvimento e na educação, sendo capazes de promover o desenvolvimento pessoal e sociocultural, revitalizando os processos de ensino e aprendizagem, tornando-os mais ricos e significativos. Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências e habilidades no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos estudantes. Ao professor, permite ampliar o conhecimento em técnicas ativas de ensino, desenvolvendo capacidades pessoais e profissionais para estimular nos estudantes a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa, de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos. Utilizar jogos como instrumento pedagógico não significa trabalhar com jogos prontos, nos quais as regras e os procedimentos já estão determinados, mas, principalmente, implica estimular a criação, pelos estudantes, de jogos relacionados com os temas discutidos no contexto da sala de aula.

Seminários

A apresentação de um seminário propicia a utilização de material audiovisual, estimula a criatividade na confecção de cartazes e slides e o desenvolvimento da escrita, oralidade e capacidade de síntese, pois devem ser produzidos textos para apresentação ao professor e aos colegas. A comunicação oral, geralmente, é difícil para os estudantes. O seminário oportuniza que eles pesquisem em diferentes fontes, visitem instituições, entrevistem

especialistas, organizem ideias, realizem julgamentos críticos e exercitem posturas éticas. Além disso, ensina o estudante a ordenar as ideias para expô-las e defendê-las perante os colegas, a ouvir críticas, a debatê-las e a sustentá-las, de forma argumentativa.

Desenvolvimento de projetos

A participação dos estudantes na definição dos temas e na elaboração de protocolos para o desenvolvimento das atividades é de fundamental importância em um projeto. Todas as etapas devem ser discutidas, com a delimitação clara do papel de cada estudante. O ensino por meio de projetos, além de consolidar a aprendizagem, contribui para a apropriação de conteúdos procedimentais e atitudinais e para a aquisição de princípios que podem ser generalizados para situações alheias à vida escolar. Trabalhar em grupo produz flexibilidade, diálogo argumentativo sobre o pensamento do outro, auxiliando no desenvolvimento da autoconfiança necessária para engajamento na atividade, participação na divisão de trabalho e das responsabilidades e na aceitação do outro. Fazer parte de uma equipe exercita a autodisciplina e o desenvolvimento de autonomia. Essa participação cria um comprometimento e uma responsabilidade compartilhada quanto à execução e ao sucesso do projeto. Assim, um projeto não deve ser uma tarefa determinada pelo professor, mas um trabalho eleito e discutido por todos, professor e estudantes.

Animações, Simulações e Jogos

O uso de animações, simulações e jogos, na perspectiva da Cibercultura, pode auxiliar na compreensão dos conteúdos pelos estudantes. Eles podem ser usados para apresentar e reforçar conteúdos, testar hipóteses e sistematizar conceitos, entre outros objetivos. Hoje existem diversos bancos de dados, gratuitos e pagos, que reúnem bastante material pronto, para uso direto do professor. No entanto, é preciso que essas ferramentas estejam inseridas no planejamento de ensino de cada disciplina, para que o professor saiba o que fazer e quando fazer, e para que sirvam à atividade.

4 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

A avaliação no processo de aprendizagem deve apontar o estágio de desenvolvimento em que o estudante se encontra, detectando suas dificuldades e possibilidades de avanços. Assim sendo, a avaliação tem como objetivo localizar as dificuldades dos estudantes para o replanejamento de atividades que visem a sanar as deficiências diagnosticadas. Apresentamos, a seguir, alguns instrumentos de avaliação que podem servir como modelo para serem utilizados no ano de escolaridade a critério do professor.

4.1 DIÁRIO DE BORDO

O diário de bordo é uma forma de registro de uma observação, como se fosse feito por um viajante que estivesse a bordo de um meio de transporte: avião, barco, carro, trem ou navio. O que caracteriza essa atividade é o registro feito em intervalos pequenos (diários ou quase diários), com riqueza de detalhes e com ilustração do que foi observado.

Pode ser feito individualmente: cada estudante realiza o seu próprio diário, em caderno ou folhas de papel. São importantes o acompanhamento e a orientação do professor, para que o estudante se interesse por fazer o registro e o perceba como significativo para sua aprendizagem. No caso dos diários de bordo em pequenos grupos, os componentes dividem as tarefas de escrever, ilustrar e acompanhar o que está sendo observado. São necessários momentos de troca de ideias no grupo, para que a atividade desenvolva as habilidades de trabalho em equipe. Na modalidade de diário de bordo coletivo, toda a classe participa da atividade, com a orientação do professor. Os estudantes decidem o que registrar, quem escreve e quem desenha, a cada momento. Essa forma fica mais significativa se feita em cartaz para ficar exposto na sala.

4.2 CAIXINHA DE MÚSICA

Solicite que os estudantes, em dupla, criem perguntas sobre determinado assunto. Reúna em uma caixinha essas perguntas, depois de revistas por você, professor, e passe a caixinha de mão em mão, enquanto todos, em roda, ouvem uma música. Interrompa a música e peça ao estudante que está com a caixinha na mão que retire uma pergunta, leia-a e dê a resposta. Se houver dificuldades, todos podem ajudá-lo.

4.3 JOGO DE TRILHA

Cada grupo de estudantes cria uma trilha numerada. Em diversos cartões, escrevem-se perguntas que serão distribuídas na trilha. Jogando com dados e marcadores, o estudante que cair em uma casa com pergunta deve responder a ela para prosseguir. Caso não o consiga, os outros participantes podem ajudá-lo. O cartão deve ser trocado até que ele acerte outra pergunta e continue a caminhar.

4.4 BINGO

Material necessário: 10 perguntas ou respostas (numeradas de 1 a 10) elaboradas pelos estudantes e revistas pelo professor; cartelas como de Bingo, com oito espaços e somente cinco ocupados com números que variam de 1 a 10, peças para marcação.

Procedimento: o professor sorteia uma pergunta ou resposta, fala o número e os estudantes que têm esse número na cartela anotam a pergunta ou a resposta no caderno. Se for uma resposta, eles devem criar uma pergunta coerente com ela. Se for uma pergunta, eles devem dar a resposta.

Quando todos tiverem marcado toda a cartela e realizado a tarefa de responder ou perguntar, o professor faz os comentários e uma avaliação/correção oral.

4.5 VARAL DE DESAFIOS E PROBLEMAS

À medida que os assuntos forem sendo desenvolvidos, incentive os estudantes a responderem aos desafios e problemas relacionados, expostos em um varal da sala. Em data marcada, faça um comentário sobre alguns desses desafios e problemas, observando como os estudantes estão se saindo.

4.6 PORTFÓLIO

É um conjunto de diferentes tipos de documentos que mostra como os conhecimentos foram sendo construídos, as estratégias utilizadas para aprender e a motivação do estudante para continuar aprendendo. O portfólio, diferentemente de outras formas de avaliação, como o exame ou a prova de escolha múltipla, dá a oportunidade aos professores e aos estudantes de refletirem sobre o processo vivido e sobre suas mudanças ao longo do curso.

No que diz respeito aos professores, o portfólio permite que eles acompanhem o trabalho dos estudantes em um contexto em que a atividade de ensinar não é considerada como uma atividade complexa baseada na entrada e saída de informação, mas em elementos e momentos inter-relacionados.

Avaliar um portfólio não é mais difícil do que avaliar e qualificar o saber explicitado em um exame, em um ensaio, em um trabalho de pesquisa ou em um projeto de trabalho, ainda que possa ser, e de fato o é, pela quantidade e diversidade de informação que se recolhe, mais trabalhoso. É necessário que o professor estabeleça os critérios que serão usados na avaliação e explique-os de forma pormenorizada aos estudantes antes que eles iniciem a realização do portfólio. Tais critérios podem envolver desde a mera recompilação de evidências até a interpretação dos problemas surgidos ao longo do processo de aprendizagem (HERNÁNDEZ, 2000, p. 172-173).

4.7 TRABALHO COM FILME/VÍDEO

O professor deve assistir ao filme, antes de fazer a atividade com os estudantes, e elaborar um roteiro para orientá-los.

Elementos a serem considerados para a elaboração do roteiro:

- Título do filme
- Nacionalidade
- Ficha técnica: empresa produtora; categoria; direção; fotografia; sinopse
- Objetivos do filme
- Aspectos que devem ser observados
- Questões para debate

4.8 TRABALHO EM GRUPO

Tema

O tema deve ser um problema que instigue a pesquisa e de onde se extrairá uma mensagem.

Desenvolvimento

- a) Pesquisa individual em casa e redação preliminar que deverá ser apresentada para os colegas do grupo, em sala de aula.
- b) Construção do texto final pelos componentes do grupo, a partir dos resumos individuais. Essa parte deverá ser realizada em sala de aula e o texto final deverá constar de:
 - ✓ Introdução: visão geral do tema.
 - ✓ Desenvolvimento: momento de tornar evidente o tema.
 - ✓ Conclusão: apresentação dos resultados da pesquisa.
 - ✓ Referências.

4.9 TRABALHO DE CAMPO

É importante que o professor explique sobre o campo a ser visitado e elabore, juntamente com os estudantes, um roteiro de visita, que contenha:

- a) a justificativa;
- b) os objetivos;

- c) o desenvolvimento (passos metodológicos e critérios);
- d) a avaliação.

O produto final pode ser uma:

- produção de um texto reflexivo;
- exposição de fotografias;
- apresentação de um vídeo;
- produção de um trabalho artístico.

Para cada produto final, o professor deve deixar claro, para os estudantes, os critérios de avaliação.

4.10 PESQUISA ESCOLAR

Tema – Deve ser um problema que motive a pesquisa e de onde se extrairá uma mensagem. É importante delimitar o tema a ser pesquisado visto que quanto maior for a extensão de um assunto menor será sua compreensão.

Fontes de informação – Devem ser acessíveis e adequadas à faixa etária, podendo ser usados computadores, livros, filmes, documentos, fotografias, dicionários, jornais e revistas.

Para organizar e avaliar as informações, o estudante deve: reler as anotações das diferentes fontes; agrupar as informações semelhantes; selecionar e organizar aquelas mais interessantes; julgar a veracidade e a relevância da informação e da fonte; detectar preconceitos e manipulações.

Estrutura do produto final

- Introdução: apresentação resumida da ideia geral da pesquisa e sua importância.
- Desenvolvimento: descrição do tema.
- Conclusão: apresentação dos resultados da pesquisa.
- Referências: Devem ser escritas de acordo com as normas da ABNT.

4.11 RESUMO

Resumir é encontrar a ideia principal e os pontos importantes de um texto. Cada parágrafo contém uma ideia básica e como um capítulo, normalmente, é formado por vários parágrafos, então é fundamental que se descubra a ideia básica de cada um, atribuindo-lhe um título. Após dar títulos a todos os parágrafos, deve-se ampliar esse título, a partir da ideia nele contida. No final, tem-se um novo texto mais sucinto.

4.12 PROVA DE QUESTÕES DE RESPOSTAS CONSTRUÍDAS

Uma prova de boa qualidade deve ter:

- instruções informando as habilidades, o número de questões, os valores e as normas para a resolução da prova;
- linguagem apropriada ao estudante para o qual foi elaborada;
- linguagem apresentando claramente o problema a ser solucionado;
- questões formuladas para verificação da aprendizagem de conteúdos relevantes e habilidades desenvolvidas;
- número de questões compatível com o tempo previsto para sua resolução;
- grau de dificuldade determinado pela natureza do conteúdo.

4.13 PROVA EM DUPLAS

A prova em duplas deverá acontecer em dois momentos:

- Um momento individual, em sala de aula, em data anterior à aplicação da prova em duplas. Nesse momento, a prova pode conter apenas questões de múltipla escolha ou questões de múltipla escolha e de respostas múltiplas. Esta prova pode valer aproximadamente 40%.
- Um momento em duplas, também na sala de aula, com questões discursivas que avaliem habilidades mais complexas que promovam discussão entre a dupla. Outra sugestão é que o professor selecione um dos temas estudados e peça aos estudantes que tragam notícias ou reportagens sobre o mesmo. A dupla discute as duas reportagens e produz um texto único, relacionando o que leram. Para este momento, sugerimos o valor de 60%.

Toda prova em dupla deverá ser acompanhada de uma autoavaliação que deverá ter a função de avaliar o aspecto atitudinal que esse instrumento possibilita.

5. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS PARA A 3ª FASE DO II SEGMENTO – EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

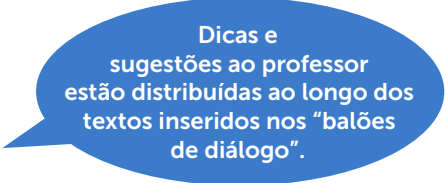
5.1 SEQUÊNCIA 01

Eixo Temático: Vida e Ambiente

Tema da Atividade: Fluxo de Matéria e Energia – Cadeias Alimentares

Apresentação

Este documento está estruturado da seguinte forma: apresentamos propostas de atividades que visam ao levantamento de concepções prévias acerca das cadeias alimentares, atividades de ampliação do conhecimento específico, atividade de sistematização, bem como textos para leitura complementar, suporte ao professor.



Dicas e sugestões ao professor estão distribuídas ao longo dos textos inseridos nos “balões de diálogo”.

O que apresentamos são alguns exemplos de atividades. Cabe ao professor adequá-las, ampliá-las e conduzi-las da maneira que lhe for mais conveniente, levando em consideração o público alvo, a realidade escolar, o contexto socioambiental e cultural de sua região. As atividades propostas visam alcançar as expectativas de aprendizagem previstas para a temática que apresentamos a seguir.

Sugerimos ao professor buscar, ao máximo, exercer sua prática dentro dos princípios da interdisciplinaridade. Em algumas das atividades, já apontamos alguns direcionamentos para que isto ocorra.

Expectativas de Aprendizagem

As expectativas de aprendizagem para os estudantes da 3ª Fase da Educação de Jovens e Adultos, relativas a esse tema, estão em conformidade com os parâmetros para a Educação

Básica do Estado de Pernambuco (outubro de 2012), que visam favorecer aos estudantes o desenvolvimento de habilidades para:

- identificar, em textos e imagens, os seres vivos que compõem uma cadeia alimentar;
- compreender o ciclo de matéria e o fluxo de energia, ao longo dos ambientes naturais, considerando as cadeias alimentares;
- representar o fluxo de matéria e energia das cadeias alimentares, por meio de linguagem simbólica;
- classificar os seres vivos representados em uma cadeia alimentar quanto ao hábito alimentar, grau de consumo e nível trófico;
- compreender os conceitos de nicho ecológico e cadeia alimentares.

Desenvolvimento

Atividade 1 – Problematização: Levantamento de concepções prévias

Professor(a)
lembre-se de que:

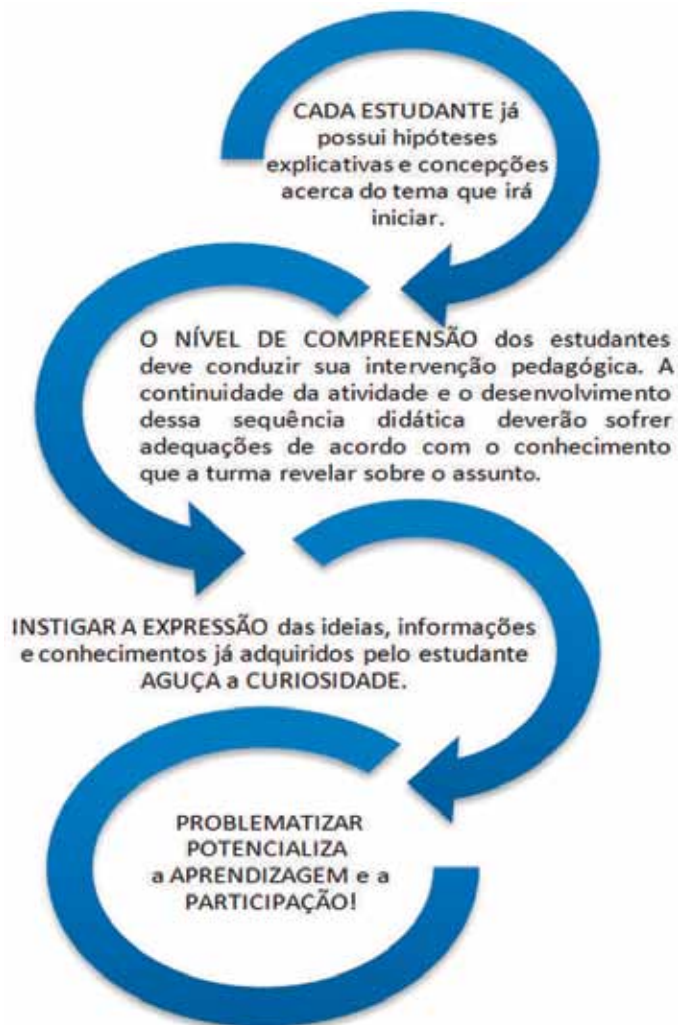


Diagrama dos princípios da problematização. Elaborado pelas autoras.

Condução da atividade

1. Disponibilizar para os estudantes:

- cola, canetinhas coloridas e uma folha grande de papel kraft;
- fichas (tamanho meio ofício) com ilustrações de diversos representantes de seres vivos: vegetais, animais (herbívoros e carnívoros) e fungos, utilizando imagens de espécies existentes na região.

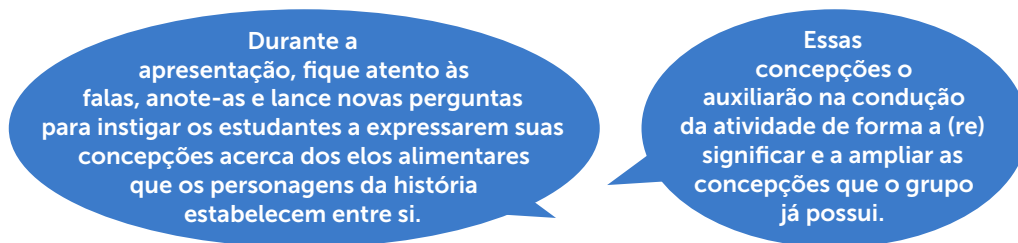
2. Criando uma história: Onde tem caça tem caçador.

O professor pode sugerir outro título que remeta às relações alimentares.

2.1. Peça a cada estudante que crie uma história com os personagens ilustrados nas fichas e registre no caderno para posterior análise do professor.

2.2. Em seguida, organize os estudantes em grupo. Cada estudante socializará sua história e o grupo reconstruirá uma única história. A história do grupo deverá ser representada, por meio de um painel em papel kraft, a ser elaborado, a partir de colagens das fichas disponibilizadas pelo professor e desenhos livres.

2.3. Os grupos deverão socializar na turma as histórias criadas.



2.4. Durante a apresentação de cada grupo, sugerimos ao professor que faça questionamentos, como:

- Quais são os seres vivos da história?
- De que maneira eles se relacionam entre si?
- Quais são os elementos não vivos da natureza que compõem essa história (os estudantes poderão, por exemplo, ter representado, por meio de desenhos, elementos abióticos do ambiente: sol, água, solo, nuvens)?
- Qual a importância de cada um dos elementos não vivos para os seres vivos representados na história?
- Como cada um dos seres vivos representado consegue energia para realizar as atividades descritas na história?
- Que mudanças aconteceriam se o número de determinado ser vivo (exemplifique com os personagens da história) aumentasse ou diminuísse?

- Qual a participação do sol na vida de cada um dos seres nessa história?
- O que acontece com cada um dos seres vivos representados depois que morrem?

Atividade 2 – Investigando um ambiente do meu entorno

A visita a um jardim, a uma horta, a um pomar, a uma praia é uma boa possibilidade de se investigar o hábito alimentar dos seres vivos de um determinado ecossistema. Esse tipo de atividade possibilita a integração de outras áreas, favorecendo a interdisciplinaridade.

O trabalho de campo exige planejamento. Lembre-se de que, dependendo de sua proposta, você deve assegurar: transporte, autorização dos pais, alimentação, itens de segurança, visita prévia ao local e preparo dos materiais didáticos necessários.

Condução da atividade.

1. Divida a turma em grupos e explique que a atividade será sistematizada em um portfólio.
2. Dentro do possível, ofereça ou peça aos estudantes que tragam de casa: lupa, lanterna, termômetro, prancheta de apoio, máquina fotográfica, saquinhos plásticos para coleta de vestígios e carcaças de animais, frutos, sementes, flores que já estejam caídos no solo. Tais instrumentos os auxiliarão na investigação e posterior montagem do portfólio.
3. Os estudantes devem observar o ambiente, registrando, por meio de fotos, desenhos ou descrição, seus habitantes e outros aspectos que o caracterizam. Oriente o registro de aspectos como: temperatura, iluminação, cores, cheiros, sons produzidos pelos seres vivos que transitam nos diferentes estratos do ecossistema – o solo, o ar, a vegetação rasteira e copa das árvores, dentre outros.
4. Entregue uma tabela por grupo para registro das observações.

Sugestão de estruturação da tabela

Ambiente visitado: _____ Dia: ___/___/___ Hora da observação: _____			
Registre as características do ambiente (temperatura, iluminação, cores, cheiros, sons)			
Seres Vivos ou vestígios observados nos diferentes estratos do ambiente			
No solo:			
No ar:			
Na água:			

5. No retorno da atividade de campo, oriente os estudantes para organizarem os registros e, juntamente com os materiais coletados, montarem o portfólio do ecossistema visitado.

Exerça a interdisciplinaridade! Convide os professores de História e Geografia para colaborarem nesta atividade.

6. O portfólio pode ser montado com a colaboração dos professores das demais áreas disciplinares. Peça aos estudantes que, por meio de pesquisa teórica e diálogo com seus professores, coletem dados para compor o documento que deve conter:

- 6.1. Caracterização histórica e geográfica da região visitada. A representação em mapa e a coleta de depoimentos de pessoas da comunidade do entorno, podem enriquecer a atividade.
- 6.2. Descrição textual das características físicas observadas no ambiente visitado.
- 6.3. Descrição textual e ilustrada (desenhos, fotos e materiais coletados) dos seres vivos observados nos diferentes estratos do ambiente, durante o trabalho de campo.
- 6.4. Texto elaborado com base em pesquisas teóricas que contenham informações gerais acerca dos espécimes observados (ciclo de vida, necessidades para sobrevivência, relações que estabelecem com outros seres vivos, hábitos alimentares etc.).

Valorize a produção dos estudantes!

6.5. Texto elaborado com base em pesquisas teóricas, que contenham informações gerais acerca das principais espécies típicas da região.

6.6. Depoimentos dos estudantes acerca do que foi mais significativo para o grupo ao realizar essa atividade.

7. Socialize na escola o portfólio produzido pelos estudantes. Essa atividade pode ser restrita à turma, ser apresentada para a comunidade escolar e/ou ser disponibilizada para o acervo bibliográfico da escola.

Atividade 3 – Cadeia Alimentar: ampliando o conhecimento

Ao realizar o trabalho de campo, provavelmente, você pode perceber que uma vida depende de outra e de tudo que dela participa: o ar, a água, o solo, o sol. *Ninguém vive sozinho.*

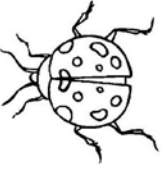
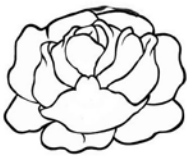

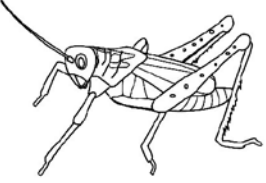



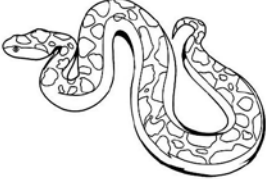

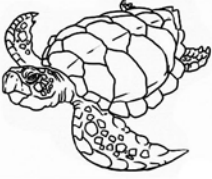
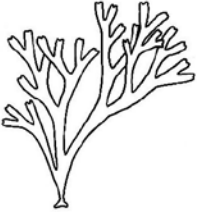
Os seres vivos relacionam-se, o tempo todo, com tudo que os cerca. E são muitas as relações que os seres estabelecem entre si e com o ambiente. Mas, dentre todas as relações, a relação alimentar é a que cria o elo mais forte entre os seres vivos.

Sem alimento, não existe vida. Substâncias como água, açúcares, gorduras, sais minerais, proteínas compõem os alimentos. Os alimentos desempenham importantes funções no corpo dos seres vivos. Quais são essas funções? Discuta com seus colegas de grupo e registre suas conclusões.

Quem alimenta quem?

Lembre-se:
disponibilize para
os estudantes recortes,
ilustrações de seres vivos
típicos da região.

Na luta pela sobrevivência, os seres vivos servem de alimento para outros seres vivos. Observe as imagens apresentadas nos grupos 1, 2 e 3, a seguir.

Grupo 1	 joaninha	 repolho	 pássaro	 grilo
Grupo 2	 pássaro	 gavião	 milho	 cobra
Grupo 3	 homem	 tartaruga	 alga	

Imagens disponíveis em: <<http://www.educamais.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

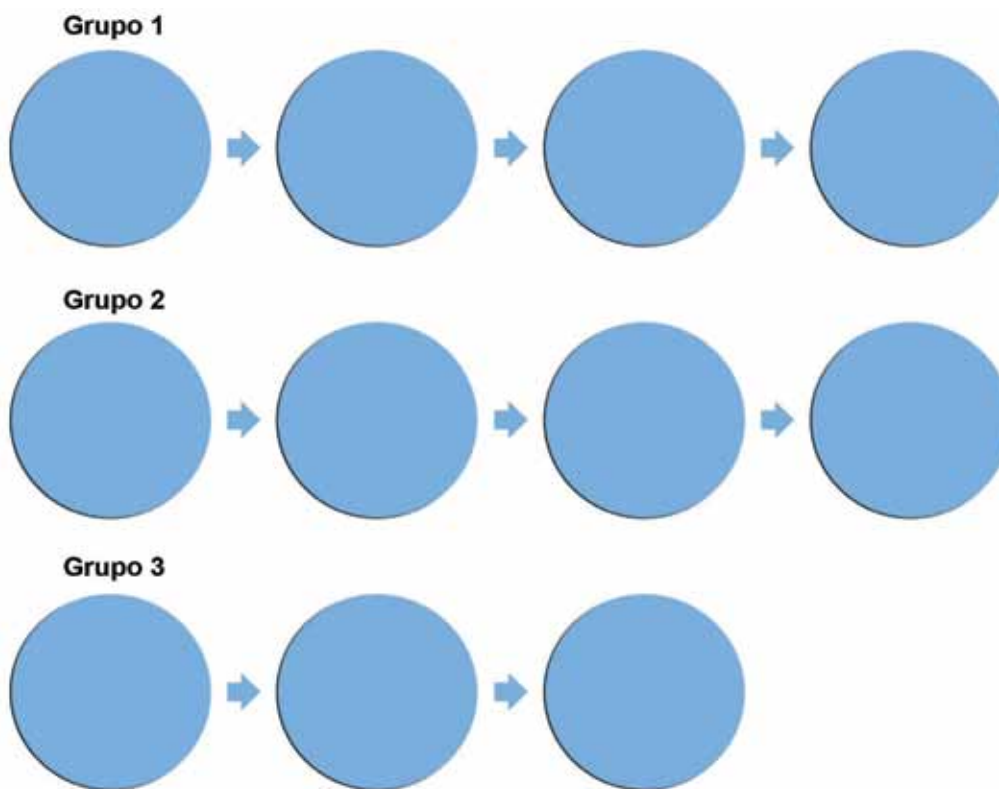
Montando Cadeias alimentares

Para realizar esta atividade, você precisará de uma tesoura e cola.

Você representará algumas sequências de “Quem alimenta quem?” e, para isso, deverá proceder do seguinte modo:

- recorte as ilustrações dos seres vivos disponibilizadas pelo professor;
- construa três sequências, demonstrando quem serve de alimento para quem;
- cole cada uma das imagens nos círculos abaixo, de modo a representar a relação alimentar existente entre os organismos de cada grupo.

Modelo da prancha a ser utilizada pelos estudantes para colagem das imagens:



VOCÊ ACABOU DE REPRESENTAR TRÊS CADEIAS ALIMENTARES.

Em grupo, analise as sequências montadas. Discuta as seguintes questões e registre suas conclusões:

1. O que está sendo transferido de um ser vivo para outro, nas diferentes cadeias alimentares representadas, que você apresentou?
2. Por que as setas estão representadas em uma única direção (unidirecional)?
3. Observe os seres vivos que ocupam o primeiro elo de todas as cadeias alimentares. O que eles têm em comum?
4. Se cada um desses seres vivos morrer, eles servirão de alimento para qual ser vivo?

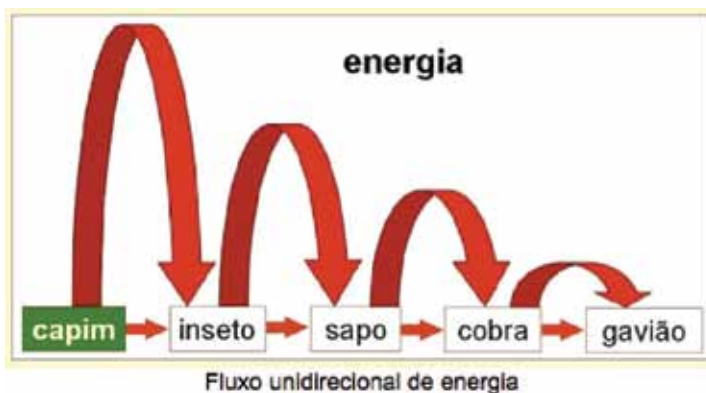
Atividade 4 – Ampliando conhecimento: o fluxo de matéria e energia nos ecossistemas

A matéria está constantemente ciclando dentro de um ecossistema (ambiente), ou seja, o que os seres vivos retiram do ambiente, eles devolvem. Tem sido assim, desde o início da existência da vida na Terra, até os dias de hoje. Trata-se de um ciclo eterno. Nos ambientes, há uma constante passagem de matéria e energia de um ser vivo para outro até chegar aos decompositores, que são aqueles que reciclam parte da matéria utilizada nesse fluxo.

A esse percurso de matéria e energia que se inicia em um ser vivo produtor e termina em um decompositor, chamamos de **cadeia alimentar**.

Além da matéria, a energia também passa por todos os componentes de um ecossistema, só que, enquanto a matéria circula, a energia flui, o que significa que a energia, ao contrário da matéria, não retorna ao ecossistema.

Apresente o esquema para a turma e peça que realizem a atividade proposta.

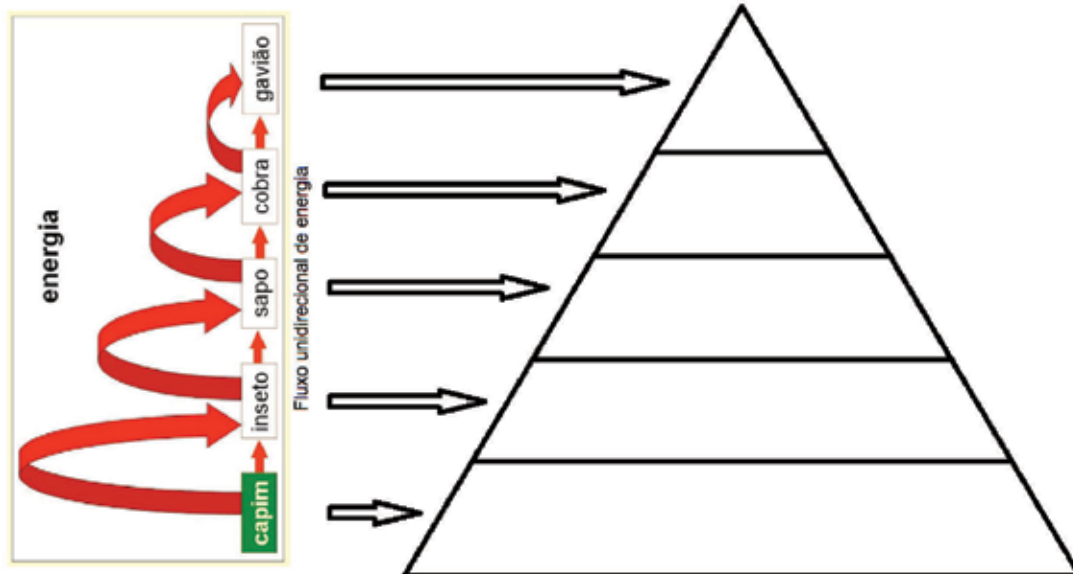


Disponível em: <<http://www.ricardogauchobio.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

As cadeias alimentares podem ser representadas de forma a demonstrar as quantidades de energia que fluem de um ser vivo para outro. Cada degrau da pirâmide representa um nível de energia, conhecido como nível trófico.

Analise as imagens abaixo e desenvolva as atividades propostas.

1. Preencha os degraus da pirâmide com os nomes dos seres representados na cadeia esquematizada.



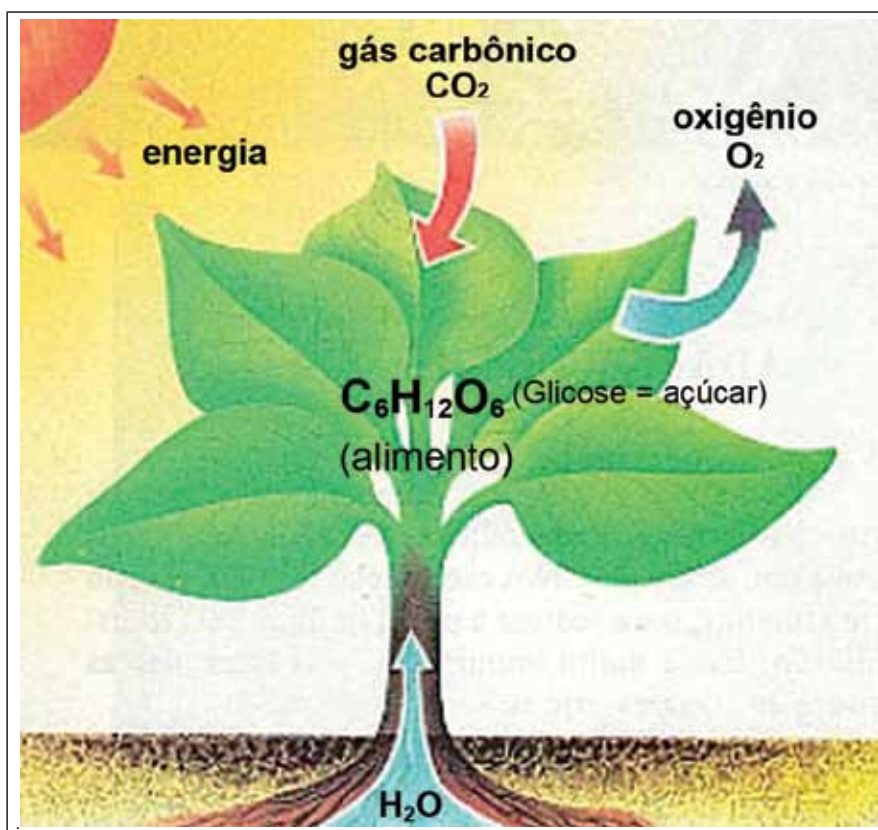
Disponível em: <<http://www.ricardogauchobio.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

2. Quantos níveis tróficos essa pirâmide apresenta?

3. Quem ficou no maior degrau, ou seja, onde se concentra a maior quantidade de energia?
 4. O que está acontecendo com a quantidade de energia de um nível (degrau) para outro?
 5. Por que você acha que isso acontece?
 6. Considerando o ambiente em que vivem os seres representados na cadeia, estabeleça uma comparação entre a quantidade (números) de indivíduos de cada espécie apresentada.
- Se a energia flui ao longo das cadeias alimentares é preciso então que exista uma fonte constante de energia que abasteça os ecossistemas.

Atividade 5 – Ampliando conhecimento: compreendendo o papel dos produtores na captação e transformação de energia

Analise o esquema e responda à questão proposta.



Disponível em: <<http://vitroladossousa.files.wordpress.com/2010/12/fotossintese1.jpg>>. Acesso em: 10 out. 2013.

Por serem capazes de produzir seu próprio alimento, os produtores são chamados de seres **autotróficos**.

1. Qual é a fonte de energia utilizada pela planta para produzir seu alimento?
2. Que tipo de energia essa fonte primária fornece?

3. Essa fonte primária de energia é a mesma, que abastece os demais ecossistemas do planeta Terra? Justifique.

Associe as ideias...

A partir da glicose, açúcar resultante da fotossíntese, as algas e os vegetais produzem, ainda, outras substâncias nutritivas, como outros açúcares, amido, celulose, proteínas, gorduras, óleos e vitaminas. Ocorre, assim, a transformação da energia primária em outro **tipo de energia**, que fica armazenada nas moléculas dessas substâncias.

4. Que tipo de energia é essa?

As substâncias sintetizadas pelos produtores, juntamente com minerais e água, formam os corpos dos vegetais: suas folhas, caule, raízes, frutos, sementes...

5. Como os vegetais conseguem água e minerais?

6. Se uma planta ficar no escuro, qual será a primeira substância que deixará de produzir? Justifique.

Nas cadeias alimentares, todos os indivíduos que não são produtores são chamados de heterotróficos e representam os consumidores. Os consumidores que se alimentam diretamente dos produtores são chamados consumidores primários ou herbívoros.

7. Quais são os herbívoros representados em cada uma das cadeias que você montou?

Os animais que se alimentam dos herbívoros são chamados de consumidores secundários ou carnívoros.

8. Quais são os consumidores secundários da cadeia que você montou?

Uma cadeia alimentar pode apresentar vários outros consumidores: terciários, e às vezes, até quaternários. Os consumidores que se alimentam somente de animais são conhecidos como carnívoros ou predadores, e aqueles que se alimentam de animais e vegetais são chamados de onívoros.

9. Consulte suas cadeias alimentares e descubra os seres vivos que são:

a) carnívoros:

b) onívoros:

10. E você, que tipo de consumidor é?

11 – Esquematize uma cadeia alimentar da qual você faça parte, usando setas e palavras.

12. Classifique cada um dos integrantes da cadeia que você esquematizou, de acordo com o tipo de nutrição.

Atividade 6 – Sistematizando o conhecimento acerca de cadeias alimentares...

Faça as atividades e veja o quanto aprendeu sobre as cadeias alimentares.

Observe a ilustração da cadeia alimentar e resolva as atividades propostas.

1. Transforme a cadeia alimentar em uma pirâmide alimentar.
2. Classifique todos os seres da cadeia quanto ao tipo de nutrição e nível trófico.
3. O que acontece com a matéria, que forma o corpo dos seres depois que eles morrem?



Disponível em: < <http://profangelobiol.blogspot.com.br> >. Acesso em: 10 out. 2013.

Avaliação da Aprendizagem

Como já destacamos nas *orientações didáticas*, a avaliação deve ser processual, visando apontar o estágio de desenvolvimento de cada estudante, identificando as concepções e dificuldades referentes à temática. A partir do diagnosticado, é importante que o professor redirecione suas propostas e ações, a fim de sanar, ao máximo, as deficiências individuais.

Neste documento, sugerimos atividades de diversas naturezas e, assim, vários instrumentos avaliativos podem ser utilizados. No item *Avaliação da Aprendizagem*, o professor pode escolher o mais adequado para ser aplicado nos diferentes momentos do trabalho.

O importante é sempre analisar com o estudante o que os instrumentos apontam, levando-o a refletir com tranquilidade acerca do seu processo e se (co)responsabilizar por seu aprendizado. Sugerimos que o professor privilegie instrumentos que o ajudem a observar os avanços, não somente cognitivos, mas também os atitudinais, seja nas tarefas individuais ou coletivas.

Texto de leitura complementar

Fluxo de energia nos ecossistemas²

A luz solar representa a fonte de energia externa sem a qual os ecossistemas não conseguem manter-se. A transformação (conversão) da energia luminosa para energia química, que é a única modalidade de energia utilizável pelas células de todos os componentes de um ecossistema, sejam eles produtores, consumidores ou decompositores, é feita através de um processo denominado **fotossíntese**. Portanto, a fotossíntese – seja realizada por vegetais ou por micro-organismos – é o único processo de entrada de energia em um ecossistema.

Muitas vezes, temos a impressão de que a Terra recebe uma quantidade diária de luz, maior do que a que realmente precisa. De certa forma isto é verdade, uma vez que por maior que seja a eficiência nos ecossistemas, os mesmos conseguem aproveitar apenas uma pequena parte da energia radiante. Existem estimativas de que cerca de 34% da luz solar seja refletida por nuvens e poeiras; 19% seria absorvida por nuvens, ozônio e vapor de água.

Boa parte do restante que chega a superfície da terra, ou seja 47%, ainda é refletida ou absorvida e transformada em calor, que pode ser responsável pela evaporação da água, no aquecimento do solo, condicionando, dessa forma, os processos atmosféricos.

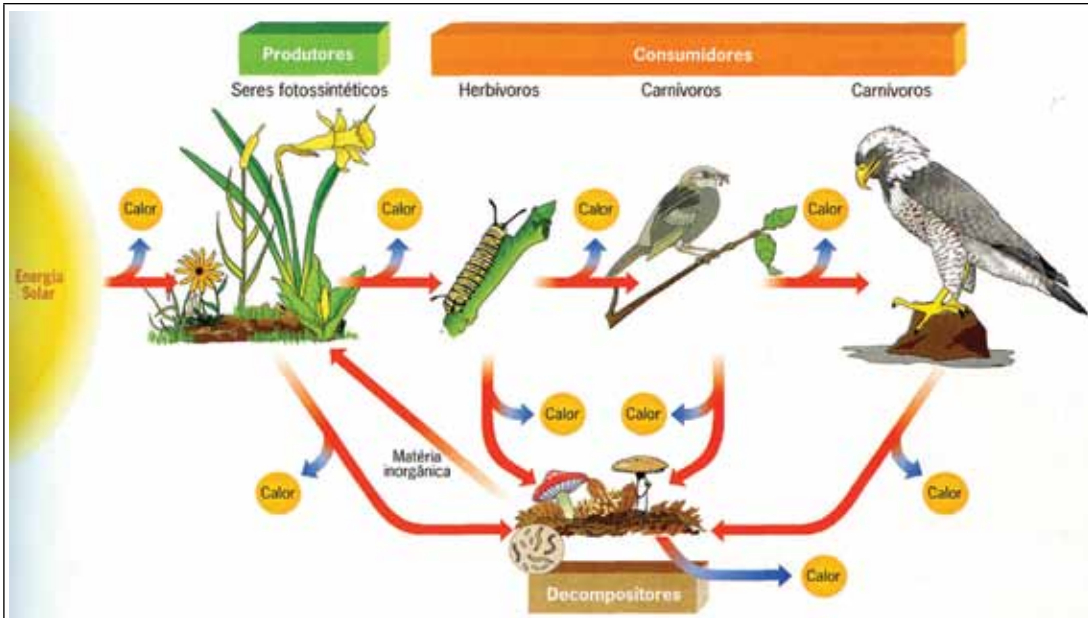
A fotossíntese utiliza apenas uma pequena parcela (1% a 2%) da energia total que alcança a superfície da Terra. É importante salientar que os valores citados acima são valores médios e não específicos de alguma localidade. Assim, as proporções podem – embora não muito – variar de acordo com as diferentes regiões do país ou mesmo do planeta.

Um aspecto importante para entendermos a transferência de energia dentro de um ecossistema é a compreensão da primeira lei fundamental da termodinâmica que diz:

“A energia não pode ser criada nem destruída e sim transformada”. Como exemplo ilustrativo dessa condição, pode-se citar a luz solar, a qual, como fonte de energia, pode ser transformada em trabalho, calor ou alimento em função da atividade fotossintética; porém de forma alguma pode ser destruída ou criada.

Outro aspecto importante é o fato de que a quantidade de energia disponível diminui à medida que é transferida de um nível trófico para outro. Assim, nos exemplos dados anteriormente de cadeias alimentares, o gafanhoto obtém, ao comer as folhas da árvore, energia química; porém, essa energia é muito menor que a energia solar recebida pela planta. Essa perda nas transferências ocorre sucessivamente até se chegar aos decompositores.

² Texto disponível em: < http://www.sobiologia.com.br/conteudos/bio_ecologia/ecologia6.php>. Acesso em: 10 out. 2013.



Disponível em: <<http://tanyluchetty.blogspot.com.br/2011/07/cadeia-e-teia-alimentar.html>>. Acesso em: 10 out. 2013.

E por que isso ocorre? A explicação para esse decréscimo energético de um nível trófico para outro, é o fato de que cada organismo necessita de grande parte da energia absorvida para a manutenção das suas atividades vitais, tais como divisão celular, movimento, reprodução etc.

O texto sobre **pirâmides**, a seguir, mostrará as proporções em biomassa, de um nível trófico para outro. Podemos notar que, à medida que se passa de um nível trófico para o seguinte, diminui o número de organismos e aumenta o tamanho de cada um (biomassa).

Pirâmides Ecológicas: Quantificando os Ecossistemas

Pirâmides ecológicas representam, graficamente, o fluxo de energia e matéria entre os níveis tróficos no decorrer da cadeia alimentar. Para tal, cada retângulo representa, de forma proporcional, o parâmetro a ser analisado.

Esta representação gráfica pode ser:

Pirâmide de números – Representa a quantidade de indivíduos em cada nível trófico da cadeia alimentar proporcionalmente à quantidade necessária para a dieta de cada um desses.

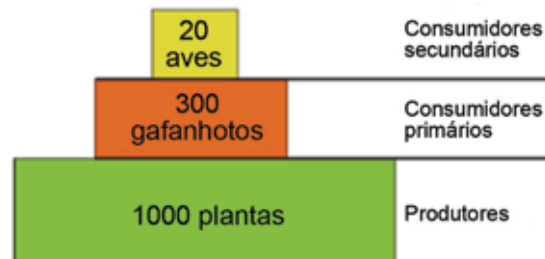


Imagem disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

Em alguns casos, quando o produtor é uma planta de grande porte, o gráfico de números passa a ter uma conformação diferente da usual, sendo denominado "pirâmide invertida".



Imagem disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

Outro exemplo de pirâmide invertida é dado, quando a pirâmide envolve **parasitas**, sendo assim os últimos níveis tróficos mais numerosos.

Pirâmide de biomassa – Pode-se também pensar em pirâmide de biomassa, em que é computada a massa corpórea (biomassa) e não o número de cada nível trófico da cadeia alimentar. O resultado será similar ao encontrado na pirâmide de números: os produtores terão a maior biomassa e constituem a base da pirâmide, decrescendo a biomassa nos níveis superiores.

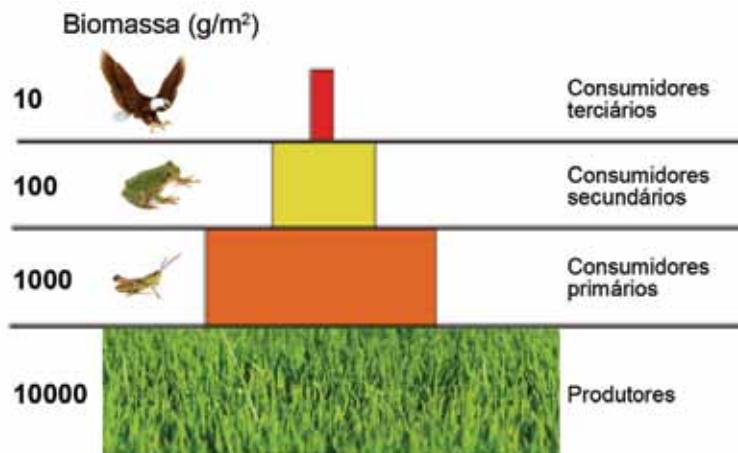


Imagem disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

Tal como no exemplo anterior, em alguns casos, pode ser caracterizada como uma pirâmide invertida, já que há a possibilidade, por exemplo, de redução da biomassa de algum nível trófico, alterando tais proporções.

Pirâmide de energia

A energia solar captada pelos produtores vai se dissipando ao longo das cadeias alimentares sob a forma de calor, uma energia que não é utilizável pelos seres vivos. À medida que essa energia é dissipada pelo ecossistema, ocorre uma permanente compensação com a utilização de energia solar fixada pelos produtores, passando depois através de todos os outros elementos vivos do ecossistema.

O nível energético mais elevado, nos ecossistemas terrestres, é constituído pelas plantas clorofiladas (produtores). O resto do ecossistema fica inteiramente dependente da energia captada por eles, depois de transferida e armazenada em compostos orgânicos. O nível imediato é constituído pelos herbívoros. Um herbívoro obterá, portanto, menos energia das plantas clorofiladas do que estas recebem do Sol. O nível seguinte corresponde ao dos carnívoros. **Apenas parte da energia contida nos herbívoros transitará para os carnívoros e assim sucessivamente.**

Foi adaptado um processo de representação gráfica dessa transferência de energia nos ecossistemas, denominado pirâmide de energia, em que a área representativa de cada nível trófico é proporcional à quantidade de energia disponível. Assim, o retângulo que representa a quantidade de energia que transita dos produtores para os consumidores de primeira ordem é maior do que aquele que representa a energia que transita desses para os consumidores de segunda ordem e assim sucessivamente.

As cadeias alimentares estão geralmente limitadas a 4 ou 5 níveis tróficos, porque há perdas de energia muito significativas nas transferências entre os diferentes níveis.

Consequentemente, a quantidade de energia que chega aos níveis mais elevados já não é suficiente para suportar ainda outro nível trófico.

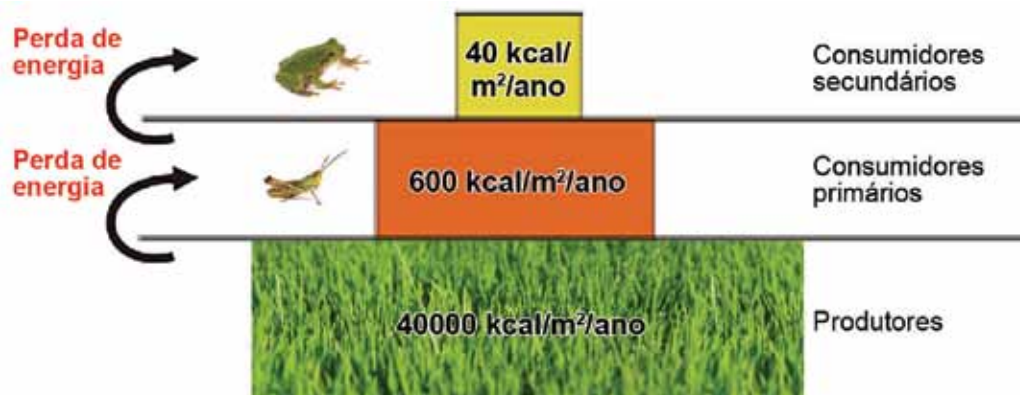


Imagem disponível em: < <http://www.sobiologia.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

Calculou-se que uma superfície de 40000m² pode produzir, em condições adequadas, arroz em quantidade suficiente para alimentar 24 pessoas durante um ano. Se esse arroz, em vez de servir de alimento ao homem, fosse utilizado para a criação de gado, a carne produzida alimentaria apenas uma pessoa, nesse mesmo período.

Quanto mais curta for uma cadeia alimentar, maior será, portanto, o aproveitamento da energia. Em países com falta de alimentos, o homem deve optar por obtê-los através de cadeias curtas. Para cálculo da eficiência nas transferências de energia de um nível para o outro, há necessidade de avaliar a quantidade de matéria orgânica ou de energia existente em cada nível trófico, ou seja, é necessário conhecer a produtividade ao longo de todo o ecossistema.

A produtividade do Ecossistema

A atividade de um ecossistema pode ser avaliada pela **produtividade primária bruta (PPB)**, que corresponde ao total de matéria orgânica produzida em gramas, durante certo tempo, em certa área ambiental:

$$\text{PPB} = \text{massa de matéria orgânica produzida/tempo/área}$$

Descontando desse total a quantidade de matéria orgânica consumida pela comunidade, durante esse período, na **respiração (R)**, temos a **produtividade primária líquida (PPL)**, que pode ser representada pela equação:

$$\text{PPL} = \text{PPB} - \text{R}$$

A produtividade de um ecossistema depende de diversos fatores, dentre os quais os mais importantes são a luz, a água, o gás carbônico e a disponibilidade de nutrientes.

Em ecossistemas estáveis, com frequência, a produção de (P) iguala o consumo de (R). Nesse caso, vale a relação P/R = 1.

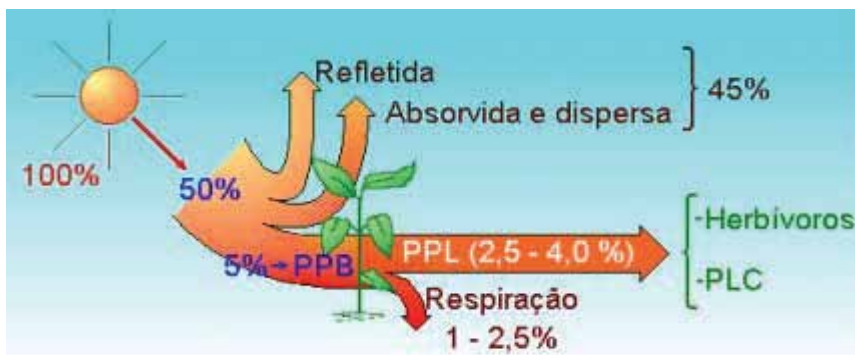


Imagem disponível em: < <http://www.sobiologia.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

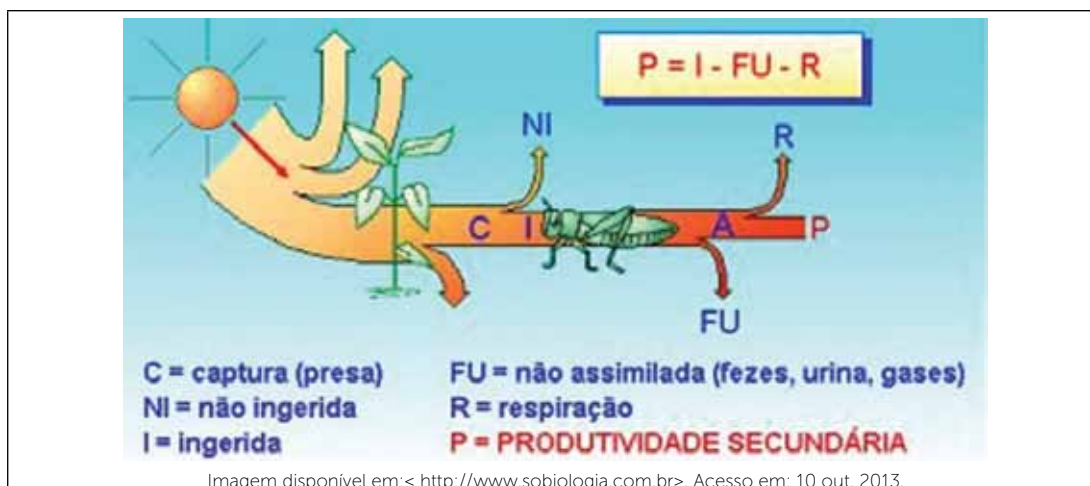
Produtividade Primária Bruta (PPB) = Taxa fotossintética total

Produtividade Primária Líquida (PPL) = PPB – Respiração dos autótrofos

Produtividade Líquida da comunidade (PLC) = PPL – Consumo por herbívoros

Eficiência Ecológica

Eficiência ecológica é a porcentagem de energia transferida de um nível trófico para o outro, em uma cadeia alimentar. De modo geral, essa eficiência é, aproximadamente, de **apenas 10%**, ou seja, cerca de 90% da energia total disponível em um determinado nível trófico não são transferidos para a seguinte, sendo consumidos na atividade metabólica dos organismos do próprio nível ou perdidos como restos. Em certas comunidades, porém a eficiência pode chegar a 20%.



5.2 SEQUÊNCIA 02

Eixo Temático: Vida e Ambiente

Tema da Atividade: Fluxo de Matéria e Energia – Teias Alimentares

Apresentação

Este documento está estruturado da seguinte forma: apresentamos propostas de atividades que visam ao levantamento de concepções prévias acerca da dinâmica dos fluxos de matéria e energia nas teias alimentares; atividades de ampliação do conhecimento específico; propostas de atividades investigativas; atividades de sistematização e textos de leitura complementar para suporte ao professor.

Dicas e sugestões ao professor estão distribuídas ao longo dos textos inseridos nos "balões de diálogo".

Cabe ao professor, adequar, ampliar e conduzir as atividades aqui propostas da maneira que lhe for mais conveniente, levando em consideração o público alvo, a realidade escolar e o contexto socioambiental e cultural da sua região. Essas atividades visam alcançar as expectativas de aprendizagem previstas para a temática que apresentamos a seguir.

Sugerimos ao professor buscar, ao máximo, exercer sua prática dentro dos princípios da interdisciplinaridade. Em algumas das atividades propostas, já apontamos alguns direcionamentos para que isso ocorra.

Expectativas de Aprendizagem

As expectativas de aprendizagem para os estudantes da 3ª fase do II Segmento da Educação de Jovens e Adultos relativas a este tema estão em conformidade com os Parâmetros

para Educação Básica do Estado de Pernambuco, que visam favorecer aos estudantes o desenvolvimento de habilidades para:

- compreender a teia alimentar como fluxo de matéria e energia integrados nos ecossistemas;
- diferenciar cadeia de teia alimentar;
- representar o fluxo de matéria e energia nas teias alimentares, por meio de linguagem simbólica;
- classificar os seres vivos representados em uma teia alimentar quanto ao hábito alimentar, grau de consumo e nível trófico;
- reconhecer a importância da manutenção das teias alimentares naturais para o equilíbrio dos ecossistemas.

Desenvolvimento

Atividade 1 – Levantamento de concepções prévias acerca dos conceitos básicos relativos às teias alimentares

Professor(a)
lembre-se de que:

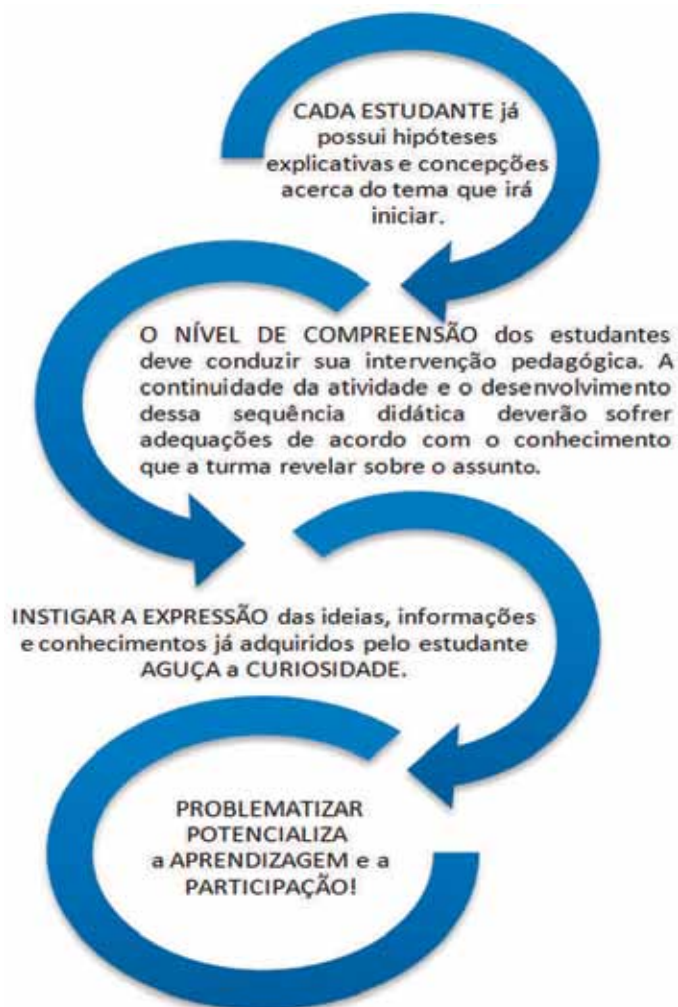
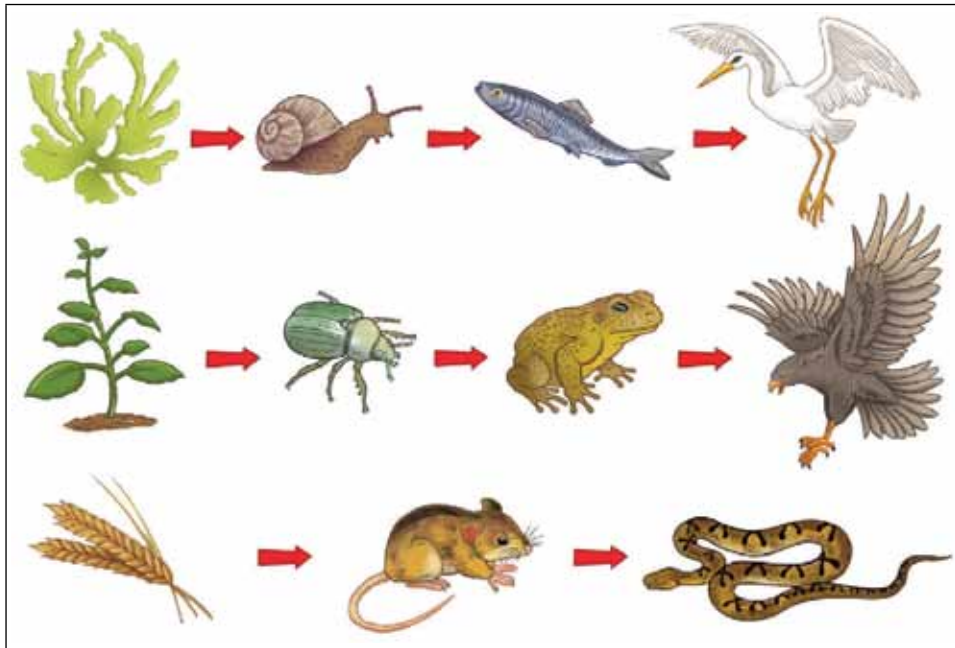


Diagrama dos princípios da problematização. Elaborado pelas autoras.

Condução da atividade

1. Peça aos estudantes que, individualmente, observem as cadeias alimentares, a seguir e resolvam as questões propostas.



Disponível em: <<http://www.andrevalleilustrador.blogspot.com>>. Acesso em: 10 out. 2013

Atente e registre as expressões dos grupos. Contenha-se para não corrigir os estudantes neste momento.

Estas concepções o auxiliarão na condução da atividade, de forma a (re)significar e ampliar as concepções que o grupo já possui.

1. Considerando que os seres vivos representados vivam em um mesmo ecossistema, uma cadeia pode se relacionar com a outra? De que forma?
 - Nessas inter-relações, o que um ser vivo busca e transfere para o outro?
2. Peça aos estudantes que apresentem, no grupo, suas conclusões e, juntos, elaborem um texto conceituando as teias alimentares.
3. Os grupos deverão socializar o texto para toda a turma.

Atividade 2 – Ampliando conhecimentos: construindo teias alimentares – uma rede de alimentos

Condução da atividade

Organize a turma em grupos, distribua 5 fichas de papel (10x20cm) por grupo e apresente para eles a seguinte situação:

Lembre-se de disponibilizar canetinhas coloridas e fita crepe para a turma.

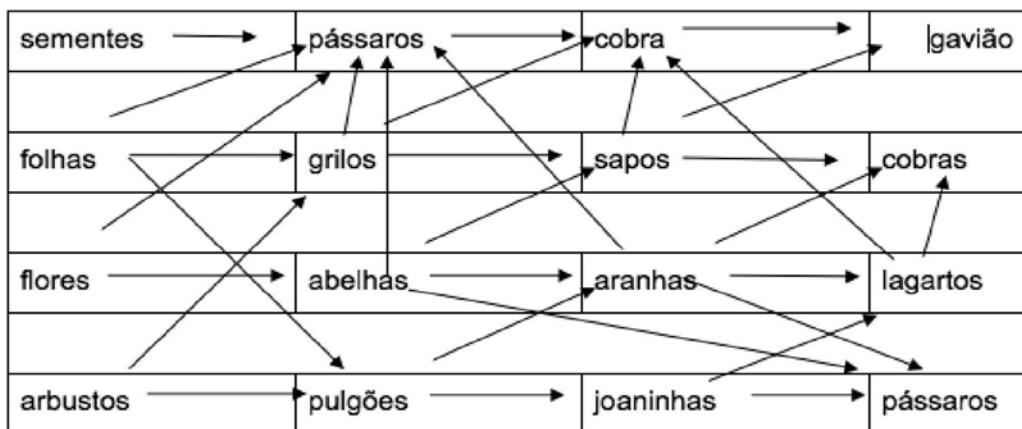
A descrição da comunidade da floresta deverá ficar exposta no quadro para consulta dos estudantes, durante a atividade.

Em uma floresta tropical, convivem quatis, aves, lagartos, cobras, sapos, onças, muitos insetos, aranhas, minhocas, lesmas e fungos representados por cogumelos e orelha-de-pau. A floresta apresenta muitos arbustos e árvores frondosas, grandes produtoras de flores, sementes e frutos.

Os grupos deverão:

- Representar, registrando em seus cadernos, três possíveis cadeias alimentares existentes nessa floresta.
- Classificar os seres componentes das cadeias, de acordo com o seu alimento.
- Escolher uma das cadeias alimentares construídas e, com as canetinhas coloridas, escrever os nomes de seus integrantes nas fichas de papel.
- Sobre o comando do professor, cada grupo deverá afixar as fichas no quadro, e desenhar setas de modo a montar uma cadeia alimentar. As cadeias deverão ser diferentes e construídas uma debaixo da outra.
- Depois que todos os grupos finalizarem a tarefa, convide diferentes estudantes para descobrirem as possíveis cadeias que se inter-relacionam e, para evidenciá-las com setas, de modo a constituírem teias alimentares.

Veja alguns possíveis exemplos de cadeias e teias alimentares que os estudantes poderão elaborar.



- Finalize a atividade, questionando o papel dos decompositores nas teias alimentares.

Atividade 3 – Construindo uma “ECOCOLUNA DE DECOMPOSIÇÃO”

O texto que sugerimos, a seguir, foi traduzido e adaptado, a partir da publicação “*Bottle Biology*”³.



Uma visita ao site www.bottlebiology.org fornece também muitas informações interessantes.

Por meio dessa atividade, muitos conceitos podem ser ampliados, tais como: ecossistemas, energia, ciclos biogeoquímicos, cadeias alimentares, adaptação, predação, cooperação, competição, propriedades da água, ciclos de vida, habitat e nicho ecológico, decomposição, sistemas fechados e sistemas abertos.

Diferentes capacidades associadas aos processos científicos podem ser estimuladas com esta atividade, tais como: observar, registrar, interpretar, identificar variáveis, formular questões, construir modelos, experimentar.

Estimule os estudantes a utilizarem a imaginação para construir uma Ecocoluna.

O modelo apresentado na figura ao lado é o mais complexo e consiste num conjunto de unidades interligadas, representando habitats para diversos seres vivos (caracóis, aranhas, louva-a-deus, moscas da fruta, minhocas, fungos e diversos seres microscópicos, diferentes tipos de plantas).



As possibilidades de construção são variadas e pode-se dar asas à imaginação. No entanto, é necessário pensar previamente sobre as hipóteses de construção e manutenção dos habitats.

As transformações são parte integrante desta experiência e podem trazer grandes desafios.

³ Disponível em: <http://www.bottlebiology.org/investigations/decomp_main.html>. Acesso em: 09 jun. 2013.

Passo a passo da Construção da “ECOCOLUNA DE DECOMPOSIÇÃO”

Antes de começar, leia atentamente as dicas que apresentamos a seguir:

Escolha o tipo de garrafa mais adequado

Nem todas as garrafas oferecem as mesmas possibilidades de trabalho. Por vezes, garrafas que parecem ser iguais apresentam uma diferença de 1 ou 2 milímetros no seu diâmetro, o que vai causar alguma dificuldade na construção das colunas pretendidas.

Escolha garrafas de mesma marca de bebida, pois essas se apresentam mais semelhantes em termos de forma e de tamanho. As garrafas lisas originam colunas com maior resistência e maior duração.

Como remover os rótulos mais facilmente

Com um secador de cabelo, consegue-se retirar os rótulos com grande rapidez. Liga-se o secador na posição mais fraca e mantém-se a garrafa a cerca de 10 cm, deslocando-a rapidamente para cima e para baixo, de modo que o ar aqueça a cola do rótulo. Com cuidado, puxa-se uma ponta do rótulo até que a cola começa a descolar.

A garrafa deve estar sempre em movimento, para evitar que fique superaquecida e deformada. Deve estar destampada ou então cheia de água.

Uma forma mais rápida de retirar os rótulos é encher a garrafa até cerca de um quarto do seu volume com água quente. Tapa-se e roda-se para aquecer a cola, após alguns segundos consegue-se começar a descolar o rótulo.

A cola fica muitas vezes como resíduo na garrafa, após retirarmos o rótulo. Se se pretende eliminá-la, basta esfregar uma pequena quantidade de gordura nessa cola. A gordura, quando se esfrega, dá origem a pequenas esferas de cola, que se retiram com facilidade.

Como cortar as garrafas

A forma mais fácil de cortar uma garrafa é fazê-lo ao longo de uma linha desenhada previamente. Uma vez decidido o local do corte, coloca-se a garrafa no canto de uma caixa de papelão vazia (a tampa de algumas caixas de sapatos ou a tampa das caixas de papel de impressão dos computadores). Apoia-se uma caneta no eixo da caixa, de modo que o bico toque no local da garrafa selecionado para o corte. Lentamente roda-se a garrafa. Este trabalho é efetuado mais facilmente com duas pessoas.

Mãos à obra...

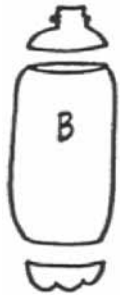
Você vai precisar de:

- 3 garrafas PET de 2 litros;
- uma tampa de garrafa;
- restos de comida, folhas, papel de jornal, ou outro material considerado interessante para decomposição.

O que fazer:

1. Retire os rótulos de três garrafas de 2 litros.

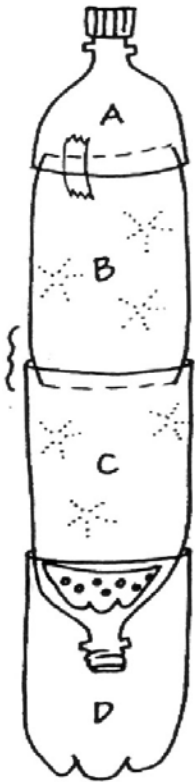
2. Corte a parte de cima de uma das garrafas, 2 a 3 cm abaixo do local onde começa a arredondar, de forma que a parte inferior fique perfeitamente cilíndrica.



3. Corte a parte de cima de outra das garrafas, 2 a 3 cm acima do local onde começa a arredondar. Corte a parte de baixo da garrafa 2 a 3 cm abaixo do local onde começa a arredondar. O cilindro resultante deve ter o topo e a parte inferior arredondados.



4. Corte a parte de baixo da terceira garrafa, 1 a 2 cm acima do local onde começa a arredondar, de forma que o cilindro resultante tenha a parte inferior "reta".



5. Inverta "C" e encaixe na base "D". Encaixe "B" em "C" e coloque fita-cola na junção do meio, por uma questão de segurança. Não se esqueça dos orifícios de entrada do ar. Adicione a parte de cima "A" com a ajuda de fita-cola (ver ilustração ao lado). Você vai poder levantar e abaixar esta tampa.

6. Note que, para os encaixes serem perfeitos, os cortes com final curvo devem encaixar em cortes com final direito.

7. Por vezes, as Ecocolunas podem ficar muito pesadas e se desequilibrarem com facilidade. Com o auxílio de velcro, pode-se fixá-la à parede ou mesa.



Quais ingredientes escolher?

Os ingredientes para se montar a Ecocoluna podem ser folhas, matos e restos de cortes de plantas, restos de alimentos, jornais, estrume de animais e solo.

Se houver interesse em estudar a rapidez com que os materiais se transformam, pode-se construir duas colunas semelhantes, e enchê-las com folhas de duas espécies diferentes de árvores.

Pode-se adicionar fertilizante a uma das colunas, ou água de um lago ou de um rio.

Quanto tempo demora?

Vai começar a surgir bolor e outras evidências da decomposição, durante os primeiros dias, após o enchimento da coluna.

Dois ou três meses é o tempo suficiente para ver o material orgânico, tal como folhas, frutos, vegetais serem decompostos dramaticamente. As cascas das árvores, o papel e lascas de madeira demorarão mais tempo a decompor-se, embora aconteçam alterações interessantes num período de dois ou três meses.

Que quantidade de água juntar?

Deve-se manter a coluna úmida a fim de se observar mais rapidamente a decomposição.

Deve-se evitar inundar a coluna para que não fique com água em excesso. Isso pode criar um ambiente anaeróbico, ou uma ausência completa de oxigênio, onde aparecem micróbios, que originam odores muito intensos.

Quando se aumenta o número e o tamanho dos orifícios para a entrada de ar na coluna, aumenta-se a circulação de ar. Como é que isto poderá afetar a decomposição?

O registro dos dados

Uma vez decidido como encher a coluna deve-se observar cuidadosamente o que se coloca no seu interior. Deve-se anotar a cor, a textura, o cheiro e a forma de tudo o que se puder observar na garrafa. Deve-se, se possível, pesar todo o material antes de ser colocado no interior da garrafa.

Os dados devem ser registrados pelo menos uma vez por semana. Anote as alterações referentes à altura dos materiais, cor, forma, textura e odor.

Mantenha uma régua perto da coluna para se determinar variações de alturas dos constituintes. Registre-as.

Pode-se, se possível, inserir um termômetro no topo da coluna para determinar variações de temperatura.

A análise e a sistematização dos dados

Analise cada uma das observações feitas, resgatando os conteúdos já estudados. Sistematize os dados observados em um relatório descritivo, utilize fotos, textos, tabelas e gráficos para apresentar os principais resultados (conte com a ajuda dos professores de Português e Matemática).

Apresente suas conclusões

Descreva quais as principais conclusões do seu grupo acerca das relações estabelecidas entre os produtores, consumidores e decompositores, nos ecossistemas construídos e observados.

Resgate o conceito de DECOMPOSIÇÃO para discutir os resultados

Na natureza o lixo é reciclado a todo o momento, sendo essa reciclagem essencial para a disponibilidade de nutrientes necessários aos seres vivos. Os agentes responsáveis são pequenas bactérias e fungos que decompõem restos de plantas e animais, originando nutrientes que ficam disponíveis para outros seres vivos. Esse processo chama-se decomposição.

A decomposição envolve uma comunidade completa de organismos grandes e pequenos que servem de alimento uns aos outros, decompõem os restos uns dos outros, controlam as populações e transformam materiais que podem ser usados por outros seres vivos da comunidade. As bactérias e os fungos que participam no processo de reciclagem, por exemplo, funcionam como alimento para outros micróbios, minhocas, caracóis, lesmas e moscas, os quais, por sua vez, servem de alimento para insetos maiores e pássaros.

Atividade 4 – Ampliando conhecimentos: compreendendo teias alimentares

Inicie a atividade, convidando vários estudantes para lerem trechos do texto. As atividades propostas devem ser feitas em duplas.

Disponibilize cópias dos textos para os estudantes.

A vida em um jardim

Em um jardim florido, roseiras, margaridas e buganvílias dividem espaço no solo. Folhas longas de samambaias brotam nos muros recobertos por musgos, que se escondem à sombra de uma laranjeira. Muito mato se intercala entre as pedras. No jardim, a vida se manifesta de muitas maneiras.

Cigarras cantam, presas aos galhos da laranjeira. Escondidos entre as folhas, bem-te-vis e sabiás procuram comida. Pardais realizam voos rápidos entre abelhas, marimbondos, vespas, borboletas e moscas. De vez em quando, folhas soltam-se e juntam-se ao gramado umedecido pelo orvalho, facilitando o crescimento de fungos e cogumelos.

A vida está em cada canto do jardim. No gramado próximo às pedras, os tatuzinhos intercalam o caminhar com acrobacias, virando bolinhas, sempre que se sentem ameaçados. Os besouros avançam pelo chão, à procura de pequenos insetos sobre as folhas do capim.

O caminho é dividido com formigas que passam em filas, carregando pedaços de folhas até um buraco, no alto de um montinho de terra, bem perto da cerca.

As lagartixas deslizam até o alto do muro e se confundem com os tijolos, para surpreenderem seu "alimento".

O muro se liga à parreira por meio de fios finos entrelaçados, que brilham ao sol, suspendendo uma aranha, que aguarda mosquitos e joaninhas, para iniciar sua refeição diária.

Beija-flores e borboletas retiram o néctar das fores. Os pulgões se prendem ao caule dos arbustos, sugando sua seiva adocicada, antes de virarem comida de joaninhas.

Longe de nossa visão, muita vida acontece na água empoçada atrás de uma pedra. Um mundo invisível onde o propósito é o mesmo dos demais: sobrevivência.

Defendendo-se ou atacando, todos tentam continuar vivos. Alguns dormem durante o dia e caçam à noite. Os mais lentos não se expõem à claridade, pois serviriam de alimento fácil aos mais ágeis.

Quando anoitece, os morcegos se lançam no espaço, buscando frutos. O espaço aéreo é, também, disputado por vaga-lumes e mariposas.

As lagartas devoram as folhas para se tornarem em breve, borboletas. No mato, o grilo salta, distanciando-se dos sapos.

As lesmas descem o muro e deixam seus rastros brilhantes.

Pela manhã surge o sol acordando os moradores famintos. As plantas brindam o sol e aproveitam sua energia para mais um dia de trabalho, **produzindo seu próprio alimento**, bem açucarado, apreciado por muitos dos moradores. **Assim, garantem a vida de todos no jardim**, iniciando a trajetória de uma cadeia de alimentos.

Texto elaborado pelas autoras.

O texto "A vida em um Jardim" descreve uma grande diversidade de seres vivos, convivendo no mesmo ambiente e mantendo relações alimentares dos mais variados tipos. Observe algumas dessas relações alimentares representadas a seguir:

I	samambaia	pulgão	joaninha
II	roseira	lagarta	sabiá
III	laranjeira	grilo	aranha
IV	frutos	mosca	sapo

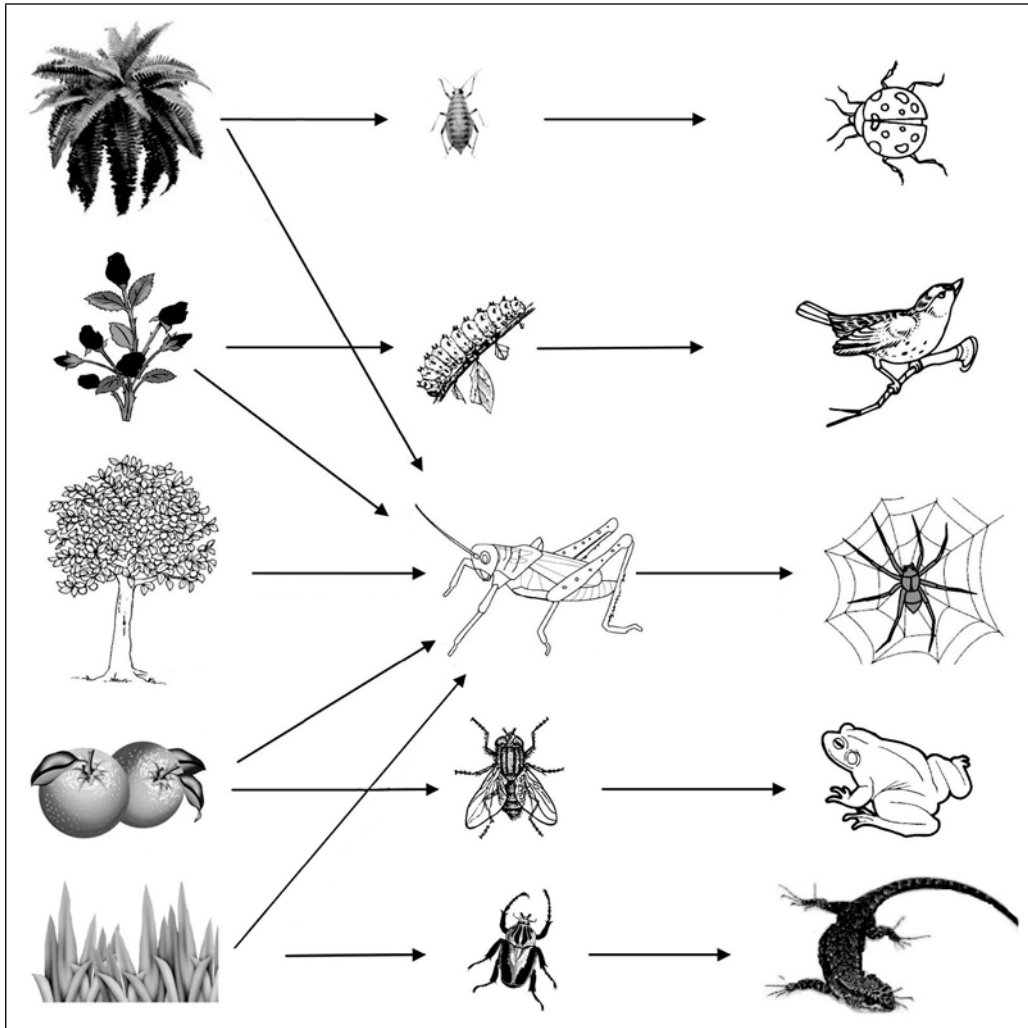
Apesar de o grilo pertencer, inicialmente, à cadeia alimentar III, ele poderia conseguir alimentos em outras cadeias apresentadas.

1 – Quais seriam esses alimentos?

O grilo, agora, faz parte de outras cadeias alimentares, e essa situação está representada no esquema abaixo. Mas isso não acontece só com o grilo.

2- Reflita e descubra em que outras cadeias cada consumidor poderia conseguir alimentos.

3- Usando outras setas, represente, no esquema a seguir, suas conclusões.



Crédito de imagens: autoras

Na natureza, as teias alimentares são muito complexas e mais completas, pois delas participam também consumidores especiais, os parasitas.

Procure, na biblioteca de sua escola, na Internet ou em revistas, algumas informações sobre os parasitas. Registre suas descobertas em seu caderno e depois conte para sua turma.

Atividade 5 – Sistematizando ideias

O quanto uma intervenção ambiental coloca em risco a dinâmica de um ecossistema ao interferir nas cadeias e teias alimentares?

Disponibilize
o texto para os
estudantes.

Turistas e borrachudos

Como incomodam os terríveis borrachudos que atacam nossas pernas enquanto nos bronzeamos ao sol! Pensando assim, turistas de Ilhabela, no litoral de São Paulo, exigiram das autoridades uma guerra a esses minúsculos insetos chupadores de sangue.

Pulverizou-se, então, inseticida nas ruas, quintais e praias. Ele foi jogado, também, nos córregos, onde os borrachudos põem seus ovos. Muitos morreram e os turistas respiraram aliviados, ao se verem livres de tamanha praga.

O tempo passou e o sossego acabou. Os borrachudos voltaram a atacar e em número muito maior do que antes, porque o inseticida matou também os pitus (aqueles camarões escuros de água doce), que comem os ovos e as larvas do borrachudo, mas não exterminou os borrachudos que voavam nas alturas. Assim, os sobreviventes acasalaram e botaram seus ovos.

Só que, então, nos córregos, ficaram poucos camarões para comer ovos e larvas de borrachudos. Em pouco tempo, a ilha ficou novamente infestada desses insetos.

A quantidade de borrachudos só voltou ao normal quando o número de pitus aumentou nos córregos da ilha.

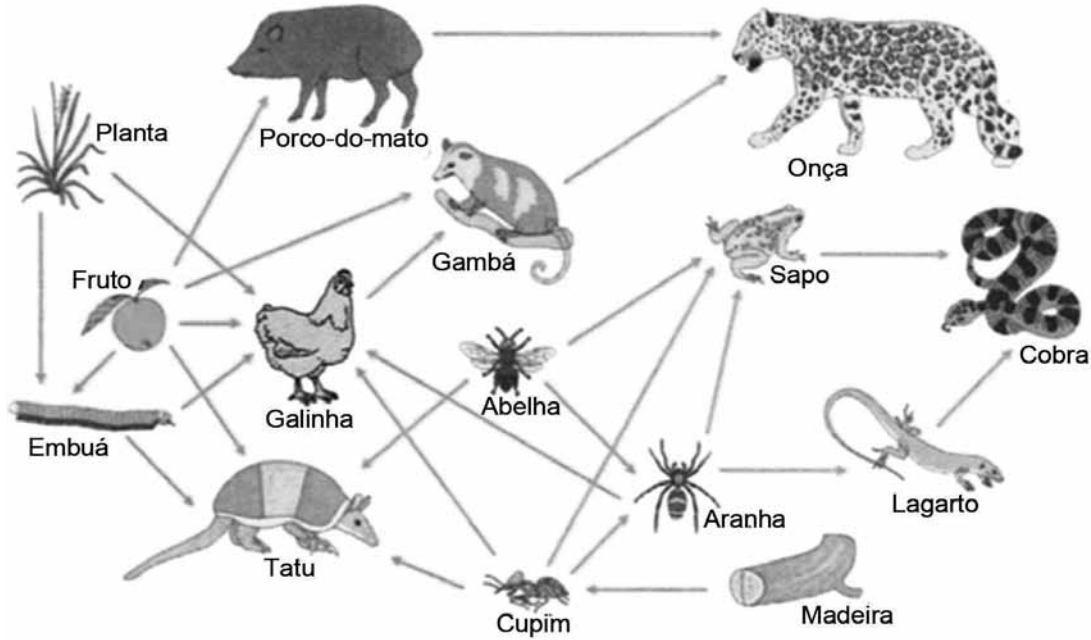
RODRIGUES, Rosicler Martins. **Vida na Terra**, conhecer para proteger. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

1. Represente a cadeia alimentar dos córregos de Ilhabela.
2. Ao se alimentarem dos camarões dos córregos de Ilhabela, prato muito apreciado pelos turistas, que tipo de consumidores essas pessoas representam na cadeia alimentar?
3. Os borrachudos são insetos chupadores de sangue. Que tipo de consumidores eles representam na cadeia alimentar de Ilhabela?
4. Eliminando-se as larvas e os ovos dos borrachudos dessa comunidade, cite os efeitos que, a curto prazo, esse procedimento provocaria nas populações de
 - a) algas
 - b) micro-organismos
 - c) camarão pitu.
5. Sugira algumas condutas que as pessoas poderiam ter adotado para resolverem, de forma mais ecológica, o problema com os mosquitos de Ilhabela.

Atividade 6 – Sistematizando o conhecimento acerca de teias alimentares

Faça as atividades e veja o quanto aprendeu acerca de cadeias e teias alimentares.

1. O esquema abaixo representa uma teia alimentar encontrada no interior do Brasil.



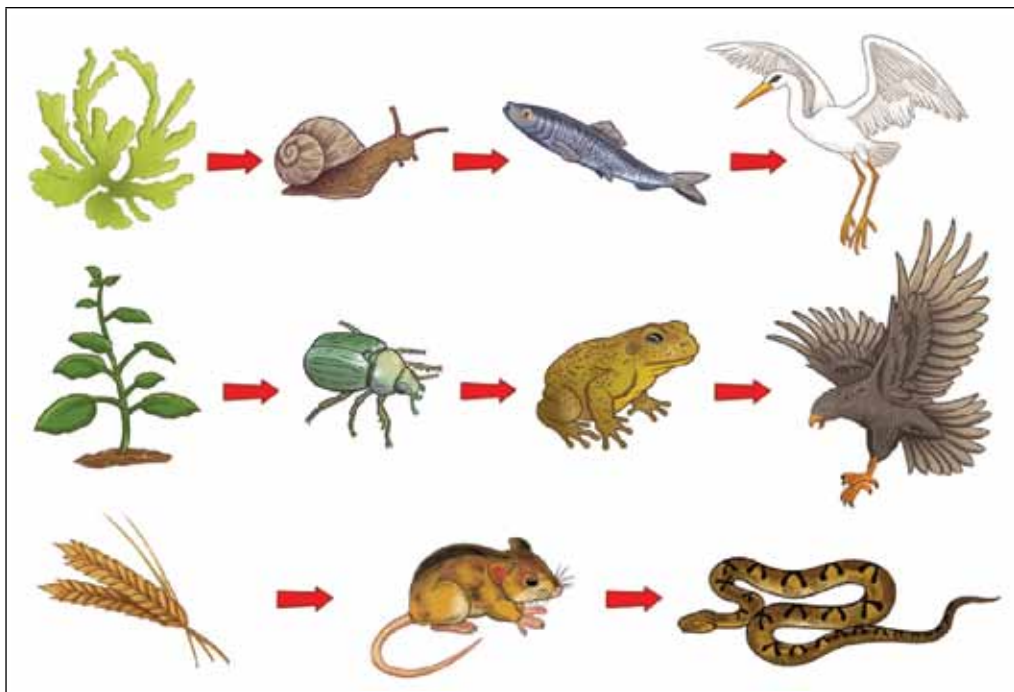
Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/biologia/ecologia/cadeia-alimentar>>. Acesso em:10 out. 2013

Transcreva, da teia alimentar representada, cinco cadeias alimentares.

Cadeias	Produtor	Consumidor primário	Consumidor secundário	Consumidor terciário	Consumidor quaternário
a					
b					
c					
d					
e					

2. Analise as cadeias alimentares apresentadas na ilustração a seguir. Inter-relacione, usando setas, as cadeias alimentares, de modo a constituir uma teia alimentar.

Utilize a mesma imagem, ou similar, para levantamento das concepções prévias e verifique se houve ampliação do conhecimento. Compartilhe com os estudantes o observado.



Disponível em: <<http://static.assimsefaz.com.br/images/>>. Acesso em: 10 out. 2013

Avaliação da Aprendizagem

Como já destacamos nas *orientações didáticas*, a avaliação deve ser processual, visando apontar o estágio de desenvolvimento de cada estudante, identificando as concepções e dificuldades referentes à temática. A partir do diagnosticado, é importante que o professor redirecione suas propostas e ações, a fim de sanar, ao máximo, as deficiências individuais.

Nesta proposta, sugerimos atividades de diversas naturezas e, assim vários instrumentos avaliativos podem ser utilizados. No item *Avaliação da Aprendizagem*, o professor pode eleger o mais adequado para ser aplicado nos diferentes momentos do trabalho.

O importante é sempre analisar com o estudante o que os instrumentos apontam, levando-o a refletir com tranquilidade acerca do seu processo e se (co)responsabilizar por seu aprendizado. Sugerimos que o professor privilegie instrumentos que o ajudem a observar os avanços não somente cognitivos, mas também os atitudinais, seja nas tarefas individuais ou coletivas.

Texto de leitura complementar

Manguezais⁴

Janaina Santos

Os manguezais são ecossistemas que portam comunidades vegetais típicas de ambientes alagados, resistentes à alta salinidade da água e do solo. Colonizam as costas tropicais e subtropicais, estando presentes nas Américas, África, Ásia e Oceania. No Brasil, os manguezais ocorrem desde o Cabo Orange no Amapá, até a cidade de Laguna em Santa Catarina. No passado, a extensão dos manguezais brasileiros era muito maior: muitos portos, indústrias, loteamentos e rodovias costeiras foram desenvolvidos em áreas de manguezal.

Os manguezais não são muito ricos em espécies, porém, destacam-se pela grande abundância das populações que neles vivem. Por isso podem ser considerados uns dos mais produtivos ambientes naturais do Brasil.

O estuário é a faixa de transição entre os ambientes terrestre e marinho. É onde a água salgada do mar se encontra com a água doce do rio. Dessa mistura surge um solo alagado, salino, rico em nutrientes e em matéria orgânica.

Poucas plantas estão aptas a sobreviver num local inundado pelo mar e com pouco oxigênio, mas isso não impede que florestas cresçam na água salobra. Os manguezais têm diferentes tipos de árvores, como o mangue vermelho, mangue branco, mangue preto e o mangue botão.

Em apenas cinco anos, uma árvore de mangue fica adulta e reproduz, podendo chegar a 20 metros de altura. Suas raízes são capazes de passar períodos ficando cobertas pela água do mar e conseguir o oxigênio que não encontram no solo.

É o caso das raízes chamadas 'pneumatóforos', que deixam uma ponta fora da lama, ajudando a planta a 'respirar'. Bromélias e orquídeas são outras espécies da flora do manguezal. Quanto à fauna, destacam-se as várias espécies de caranguejos, formando enormes populações nos fundos lodosos.

Nos troncos submersos, encontram-se vários animais filtradores, tais como as ostras. Uma grande variedade de peixes penetra nos manguezais na maré alta. Muito dos peixes que constituem o estoque pesqueiro das águas costeiras dependem das fontes alimentares do manguezal, pelo menos na fase jovem.

Por esse motivo o manguezal é considerado o 'berçário do mar'. Diversas espécies de aves comedoras de peixes e de invertebrados marinhos fazem seus ninhos nas árvores do manguezal, alimentando-se especialmente na maré baixa, quando os fundos lodosos são expostos.

Os manguezais fornecem rica alimentação protéica para a população litorânea: a pesca artesanal de peixes, camarões, caranguejos e moluscos é para os moradores do litoral uma das principais fontes de subsistência.

⁴ <http://www.moisesneto.com.br/janainamanguezal.pdf>. Acesso em: 12 de agosto 2013.

A destruição gratuita, a poluição doméstica e química das águas, derramamento de petróleo e aterros mal planejados são os grandes inimigos do manguezal. A vegetação do manguezal enriquece e mantém a produtividade das águas costeiras próximas, sustentando os estoques de camarões e de peixes os quais o homem captura para seu consumo.

A fauna do manguezal, possuindo um grande valor nutritivo e econômico para o homem, atrai populações humanas que se instalam nas proximidades do manguezal. As comunidades ribeirinhas mantêm relação de grande dependência com os recursos oferecidos pelo manguezal.

Mulheres e crianças saem durante a maré baixa à procura de mariscos, tanto daqueles que se enterram na lama, como das ostras presas nas raízes do mangue vermelho. Enquanto isso os homens pescam nas águas protegidas dos estuários. Esses agrupamentos populacionais são pobres e, de um modo geral não recebem apoio dos órgãos governamentais. Entretanto, para que os recursos do manguezal sejam utilizados racionalmente, de forma sustentada, é preciso que o homem entenda melhor o funcionamento desse ambiente.

Devem-se evitar fatos comuns hoje em dia, como a captura de caranguejos durante a época de reprodução, pois justamente nessa fase que ficam mais expostos tornando-se presa fácil. Assim, a conservação dos manguezais nos leva a duas questões: a social e a ambiental.

A importância social mostra que muitas pessoas vivem do manguezal e dependem desse ambiente para sobreviver. Por exemplo, só em Pernambuco, mais de 20 mil famílias de pescadores sobrevivem da pesca artesanal e da coleta de moluscos e crustáceos.

A importância ambiental mostra que o manguezal é uma verdadeira 'maternidade e berçário' de várias espécies. Um determinado impacto que esteja afetando o manguezal pode desencadear o surgimento de outros, ao longo do tempo. O acúmulo de substâncias tóxicas no ambiente pode ter seus efeitos multiplicados atingindo inclusive a saúde humana.

A costa brasileira apresenta, numa superfície de cerca de 20 mil km², desde o Cabo Orange, no Amapá, até o município de Laguna, em Santa Catarina, uma estreita faixa de floresta chamada manguezal ou mangue. Este é composto por um pequeno número de espécies de árvores e desenvolve-se, principalmente, nos estuários e na foz dos rios, onde há água salobra e local semi abrigado da ação das ondas, mas aberto para receber a água do mar. Trata-se de ambiente com bom abastecimento de nutrientes, onde, sob os solos lodosos, há uma textura de raízes e material vegetal parcialmente decomposto, chamado turfa. Nos estuários, os fundos lodosos são atravessados por canais de marés (gamboas), utilizados pela fauna para os seus deslocamentos entre o mar, os rios e o manguezal.

O Brasil tem uma das maiores extensões de manguezais do mundo. Menosprezado no passado, pois a presença do mangue estava intimamente associada à febre amarela e à malária, enfermidades já controladas, a palavra mangue, infelizmente, adquiriu o sentido de desordem, sujeira ou local suspeito. O manguezal foi durante muito tempo considerado um ambiente inóspito pela presença constante de borrachudos, mosquitos pólvora e mutucas.

As florestas escuras, barrentas, sem atrativos estéticos e infectadas por insetos molestantes fizeram com que, até meados da década de 70, se pensasse que o progresso do litoral marinho fosse equivalente a praias limpas, aterros saneados, portos confinados por concreto e experimentos de cultivo para aproveitar os terrenos dos velhos manguezais.

Embora seja grande a importância econômica e social do manguezal, este enfoque foi em parte responsável pela construção de portos, balneários e rodovias costeiras em suas áreas, diminuindo a extensão dos mangues. Ao contrário de outras florestas, os manguezais não são ricos em espécies, porém destacam-se pela grande abundância das populações que neles vivem. Por isso, podem ser considerados um dos mais produtivos ambientes naturais do Brasil.

Somente três árvores constituem as florestas de mangue: o mangue vermelho ou bravo, o mangue branco e o mangue seriba ou seriuba. Vivem na zona das marés, apresentando uma série de adaptações: raízes respiratórias (que abastecem com oxigênio as outras raízes enterradas e diminuem o impacto das ondas da maré), capacidade de ultrafiltração da água salobra e desenvolvimento das plântulas na planta materna, para serem posteriormente dispersas pela água do mar. A flora do manguezal pode ser acrescida de poucas espécies, como a samambaia do mangue, a gramínea *Spartina*, a bromélia *Tillandsia usneoides*, o líquen *Usnea barbata* (as duas últimas conhecidas como barba de velho e muito semelhantes entre si) e o hibisco.

No Norte do País, as espessas florestas de mangue apresentam árvores que podem atingir 20 metros de altura. Na região Nordeste, há um tipo de manguezal conhecido como "mangue seco", com árvores de pequeno porte em um substrato de alta salinidade. Já no Sudoeste brasileiro, apresenta aspecto de bosque de arbustos.

O chão escuro do mangue é coberto por água na preamar. Ricas comunidades de algas crescem sobre as raízes aéreas das árvores, na faixa coberta pela maré, e, entre elas, encontram-se algas vermelhas, verdes e azuis. Os troncos permanentemente expostos e as copas das árvores são pobres em plantas epífitas. Bactérias e fungos decompõem as folhas do manguezal e a cadeia alimentar é baseada no uso dos detritos resultantes desta decomposição.

Quanto à fauna, destacam-se várias espécies de caranguejos, formando enormes populações nos fundos lodosos. As ostras, mexilhões, berbigões e cracas se alimentam filtrando da água os pequenos fragmentos de detritos vegetais, ricos em bactérias. Há também espécies de moluscos que perfuram a madeira dos troncos de árvores, construindo ali os seus tubos calcários e se alimentando de microorganismos que decompõem a lignina dos troncos, auxiliando a renovação natural do ecossistema através da queda de árvores velhas, muito perfuradas.

Os camarões também entram nos mangues durante a maré alta para se alimentar. Muitas das espécies de peixes do litoral brasileiro dependem das fontes alimentares do manguezal, pelo menos na fase jovem. Entre eles estão bagres, robalos, manjubas e tainhas.

A riqueza de peixes atrai predadores, como algumas espécies de tubarões, cações e até golfinhos. O jacaré de papo amarelo e o sapo *Bufo marinus* podem, ocasionalmente, ser encontrados.

Aves típicas são poucas, devido à pequena diversidade florística; entretanto, algumas espécies usam as árvores do mangue como pontos de observação, de repouso e de nidificação. Estas aves se alimentam de peixes, crustáceos e moluscos, especialmente na maré baixa, quando os fundos lodosos estão expostos. Entre os mamíferos, o coati é especialista em alimentar-se de caranguejos. A lontra, hábil pescadora, é frequente, assim como o guaxinim.

Os manguezais, usados pelos homens dos sambaquis há mais de 7 mil anos e, a partir de então, pelas populações que os sucederam, fornecem uma rica alimentação protéica para a população litorânea brasileira. A pesca artesanal de peixes, camarões, caranguejos e moluscos é para os moradores do litoral a principal fonte de subsistência. Embora protegido por lei, o manguezal ainda sofre com a destruição gratuita, poluição doméstica e química das águas, derramamentos de petróleo e aterros mal planejados.

Lama, lodo, águas escuras, caranguejos e mosquitos. Lugares insalubres e propícios à disseminação de doenças. Assim eram vistos os manguezais, um importante ecossistema existente no Brasil e em outras regiões tropicais do mundo. O processo de ocupação humana no litoral brasileiro provocou, principalmente até meados do século XX, um enorme impacto neste ecossistema. Aterros e desmatamentos, em função da expansão urbana e industrial, reduziram drasticamente as áreas de manguezal. O desconhecimento sobre a importância deste ecossistema fez com que grandes áreas de manguezal fossem destruídas até como forma de melhorar o visual da cidade.

Na tentativa de mudar este quadro, o manguezal é hoje, de acordo com a Lei Federal n.º 4771, Área de Preservação Permanente. Porém, apesar disso, este importante ecossistema continua sendo ameaçado, principalmente devido à falta de fiscalização e de planos de recuperação por parte das autoridades competentes. Mas por que preservar os manguezais? Por que este ecossistema é tão importante?

Características e adaptações

O manguezal é um ecossistema costeiro, que ocorre apenas em lugares com influência de marés e de água salobra, mistura de água doce e salgada. Por isso é comum encontrarmos este ecossistema em regiões estuarinas (local onde um rio deságua no mar), em lagoas e baías. Eles também só ocorrem em pontos da costa onde há depósito de sedimento fino, a argila, daí os manguezais estarem sempre associados à lama. É um ecossistema altamente produtivo, principalmente devido ao grande aporte de nutrientes vindos dos rios que se depositam em seu sedimento. O manguezal é um ecossistema exclusivamente tropical. No Brasil, eles ocorrem praticamente ao longo de toda a costa, desde o Amapá até Santa Catarina.

Os mangues, plantas que compõem o manguezal, dominam a paisagem deste ecossistema. No Brasil, ocorrem apenas três gêneros e na região sudeste apenas três espécies: mangue vermelho (*Rhizophoramangle*), mangue preto ou seriba (*Avicenniaschaueriana*) e mangue branco (*Laguncularia racemosa*). Além destas três espécies, algumas bromélias, orquídeas e líquens também estão presentes e outras espécies arbóreas são encontradas nas áreas de transição com outros ecossistemas, como o algodoeiro-da-praia (*Hibiscuspernambucensis*).

A baixa diversidade da flora do manguezal, em contraste com a Mata Atlântica, por exemplo, se deve às condições abióticas às quais este ecossistema está submetido. Poucas espécies apresentam adaptações para sobreviver num ambiente com uma série de características estressantes como o manguezal.

Por estar recebendo influência de água salobra, tanto as águas quanto o sedimento apresentam altos teores de sal, que são incorporados pelos organismos. O sal, se estiver muito concentrado, pode se tornar tóxico para esses organismos, principalmente para as plantas. As espécies vegetais do manguezal apresentam adaptações para eliminar o excesso de sal através de estruturas chamadas glândulas de sal presentes em suas folhas. Quem estiver visitando um manguezal, pode verificar este fato lambendo uma folha de mangue e sentindo o gosto de sal.

Outro fator ambiental limitante para as plantas é a falta de oxigênio no solo. Além do solo ser compacto em virtude do pequeno tamanho dos grãos, o sedimento, permanece submerso pela maré cheia durante boa parte do dia. As raízes dos mangues, por estarem submersas, teriam dificuldade de absorver oxigênio, já que este gás está muito mais presente no ar do que na água. Porém, os mangues apresentam raízes peculiares que garantem a sua sobrevivência: raízes aéreas.

No mangue preto e no mangue branco, raízes chamadas pneumatóforos emergem de baixo do sedimento em direção ao ar, de maneira que mesmo durante a maré cheia as extremidades das raízes ficam expostas ao ar possibilitando as trocas gasosas por parte das plantas. Já o mangue vermelho apresenta expansões no caule principal contendo lenticelas, que são buracos por onde são feitas as trocas gasosas.

As raízes dos mangues são de fundamental importância para segurar o sedimento junto à margem, impedindo a erosão e um conseqüente assoreamento dos rios e canais os quais margeiam. As plantas do manguezal apresentam outra importante característica fundamental na sua sobrevivência: a viviparidade.

Ao contrário da maioria das espécies vegetais, onde a semente germina no solo, as sementes do mangue germinam ainda presas à planta mãe, formando uma estrutura chamada propágulos. Quando atingem determinado tamanho, estes propágulos caem da planta se fixando no sedimento ou então são dispersos pela água até se fixarem em outro local. Esta adaptação é importante, pois uma semente dificilmente germinaria num solo pouco oxigenado e constantemente inundado, além do que a jovem planta teria dificuldade de se fixar num sedimento frequentemente invadido pelo movimento das marés.

A fauna do manguezal também é bem característica. Nele habitam diversas espécies de caranguejos, como o guaiamum, o caranguejo uça e o aratu. Estes organismos são de fundamental importância para a ciclagem de nutrientes do ecossistema. Alimentam-se de folhas que caem das árvores, retalhando-as e possibilitando o ataque por bactérias decompositoras que tornarão os nutrientes novamente disponíveis para as plantas. Além disso, os túneis cavados pelos caranguejos são importantes para a aeração do solo. Muitos outros animais também são encontrados no manguezal, como caramujos, ostras, mexilhões, poliquetos e diversas espécies de peixes.

Muitos animais de outros ecossistemas utilizam o manguezal para obterem seu alimento. Mamíferos, como a lontra e guaxinim, visitam os manguezais durante a noite para caçarem caranguejos e outros invertebrados. Algumas espécies de aves também se alimentam de peixes, caramujos e poliquetos, como é caso do maçarico, por exemplo, uma ave migratória do hemisfério norte que habita os Estados Unidos e o Canadá. Durante o inverno, nesses países, os maçaricos migram para áreas mais quentes como o Brasil, onde então descansam e se alimentam nos manguezais.

Importância

É comum denominarmos os manguezais como os verdadeiros “berçários da natureza”, isto porque diversas espécies de peixes marinhos, como a tainha, o robalo e o baiacu, por exemplo, utilizam as águas do manguezal para desovarem. Os filhotes dos peixes, chamados alevinos, nascem e se desenvolvem neste ecossistema antes de voltarem para o mar, pois no mangue eles encontram um ambiente com muito alimento e livre de predadores.

Com a destruição dos manguezais, estas espécies de peixes, muitas de interesse econômico, não têm lugar para se reproduzirem. Alguns estudos têm demonstrado que a destruição de manguezais em determinados lugares da costa está associada à diminuição da atividade pesqueira na região.

Como vocês puderam perceber, preservar o manguezal é importante não só para as espécies que nele habitam, mas também para várias outras que dele necessitam, inclusive nós.

Flora

Sendo o manguezal um ecossistema que apresenta características peculiares quanto à salinidade, nível de oxigenação, inundação pela maré e composição do substrato, as espécies vegetais que conseguem ali sobreviver possuem adaptações próprias para enfrentar tais características.

As espécies típicas que ocorrem neste manguezal são: *Rhizophoramangle* (mangue vermelho); *Avicenniaschaueriana* (mangue siriuba); *Laguncularia racemosa* (mangue branco) e *Spartina alterniflora* (capim paraturá), sendo esta última uma gramínea que ocorre nas margens, à frente da vegetação lenhosa.

Nas áreas onde ocorrem derrubadas das espécies típicas, é comum o aparecimento de populações de *Hibiscuspernanbucensis* (guaxima do mangue) e *Acrostichumaureum* (avenção). Na orla do manguezal, as principais espécies que ocorrem são: *Ingaaffinis* (ingá doce), *Erythrinaspesiosa* (suinã) e *Tabebuia cassinoides* (tabebuia do brejo).

Na zona de transição entre o manguezal e outros tipos de vegetação ocorrem as seguintes espécies: *Dalbergiaecastophylla*, *Paspalumvaginatum*, *Schinusterebinthifolius* (aroeira) e *Typhadomingensis* (taboa).

Deve-se ainda mencionar a presença, nos galhos de *R. manglee L. racemosa* da hemiparasita conhecida vulgarmente como “erva de passarinho”, da família Loranthaceae, bem como a formação das “balseiras”, ilha de vegetação formadas principalmente por *Echinochloasp* (cararana), *Paspalumrepens* (canarana) e *Eichorniacrassipes* (aguapé), que descem pelos rios indo por vezes até à Baía de Guanabara.

Fauna

O ecossistema de manguezal apresenta um elevado índice de diversidade biológica, uma vez que sua estrutura propicia um grande número de nichos ecológicos que são utilizados por inúmeras espécies nos diferentes estágios de desenvolvimento. Merece destaque o papel que desempenha como pouso de aves migratórias.

Dentre as espécies encontradas em levantamentos já efetuados, citamos:

Insetos: Vários tipos de borboletas, lavadeiras, libélulas (*Zigoptera* e *Anisoptera*), abelha, mutucas (*Tabanidae*) e maruins (*Ceratopogonidae*).

Crustáceos: Cracas - (*Balanus*sp). Aratu - (*Goniopsis*scruentata). Siri-azul - (*Callinectes*danae). Guaiamu - (*Cardisomaguanhum*). Marinheiro - (*Aratus pisonii*). Uçá - (*Ucidescordatus*). Chama-maré - (*Uca* sp). Camarãozinho-canhoto - (*Alpheusheterochaelis*).

Moluscos: Caramujodomangue-(*Melampus*coffeus). Samanguaiá-(*Anomalocardiabrasiliana*). Macoma - (*Macoma*constricta).

Peixes: Tainha - (*Mugil*sp). Robalo - (*Centropom*ussp). Sardinha - (*Sardinella*sp). Bagre - (*Tachisurus*sp). Savelha - (*Brevoortiatyrannus*). Parati - (*Mugil*sp). Acará - (*Geophagus brasiliensis*).

Répteis: Jacaré - (*Caiman*sp).

Eixo Temático: Vida e Ambiente
Tema da Atividade: Biodiversidade

Apresentação

Este documento está estruturado da seguinte forma: apresentamos propostas de atividades que visam levantamento de concepções prévias acerca da biodiversidade e da dinâmica dos ecossistemas, suas características e localização; atividades de ampliação de conhecimento; atividade de sistematização; orientações para o processo avaliativo, bem como textos de leitura complementar para suporte ao professor.

Dicas e sugestões ao professor estão distribuídas ao longo dos textos inseridos nos “balões de diálogo”.

O que apresentamos são alguns exemplos de atividades. Cabe ao professor adequá-las, ampliá-las e conduzi-las da maneira que lhe for mais conveniente, levando em consideração o público alvo, a realidade escolar, o contexto socioambiental e cultural de sua região. Essas atividades visam alcançar as expectativas de aprendizagem previstas para a temática que apresentamos a seguir.

Sugerimos ao professor buscar, ao máximo, exercer sua prática dentro dos princípios da interdisciplinaridade. Em algumas das atividades propostas, já apontamos alguns direcionamentos para que isto ocorra.

Expectativas de Aprendizagem

As expectativas de aprendizagem para os estudantes da 3ª Fase do II Segmento da Educação de Jovens e Adultos relativas a este tema estão em conformidade com os parâmetros para Educação Básica do Estado de Pernambuco que visam favorecer aos estudantes desenvolver habilidades para:

- reconhecer os conceitos básicos de ecologia e níveis de organização dos seres vivos;
- reconhecer as características fundamentais dos ecossistemas;
- compreender a dinâmica dos ecossistemas;
- identificar, em representações cartográficas, os principais ecossistemas brasileiros;
- reconhecer as características fundamentais dos ecossistemas brasileiros, destacando os regionais;
- compreender a diversidade de ecossistemas existentes no Brasil, relacionando-os à biodiversidade, fatores físicos e geográficos.

Disponibilize material de pesquisa para os estudantes. Ao final dessa sequência, você encontrará textos suporte para essa atividade.

Desenvolvimento

Atividade 1 – Levantamento de concepções prévias acerca dos conceitos básicos relativos à ecologia como: indivíduo, população, comunidade, ecossistemas, biodiversidade e biosfera

Professor(a)
lembre-se de que:

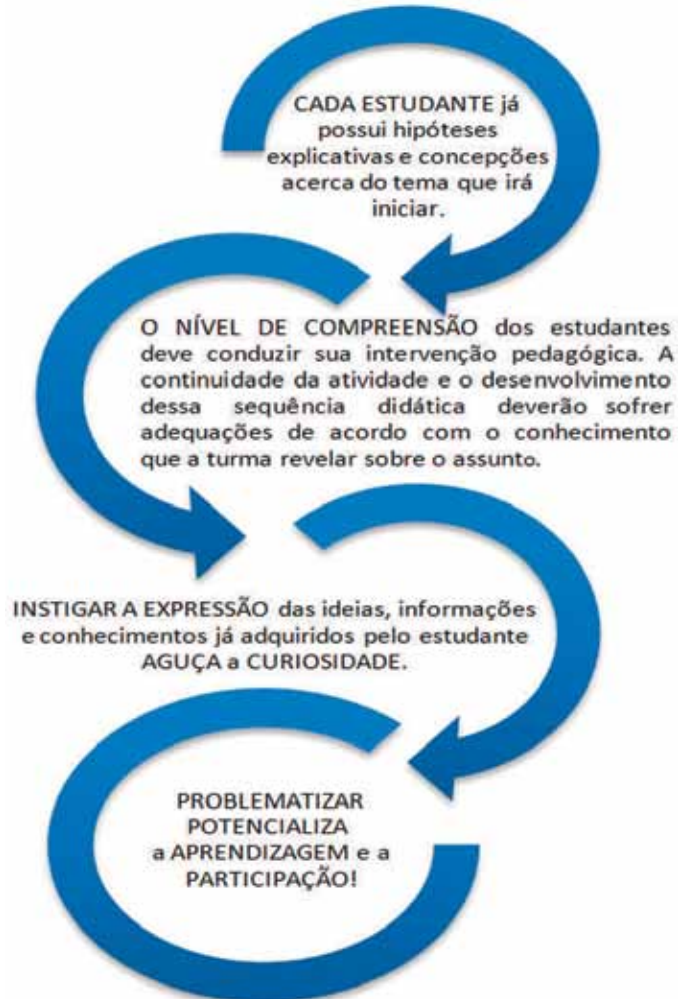


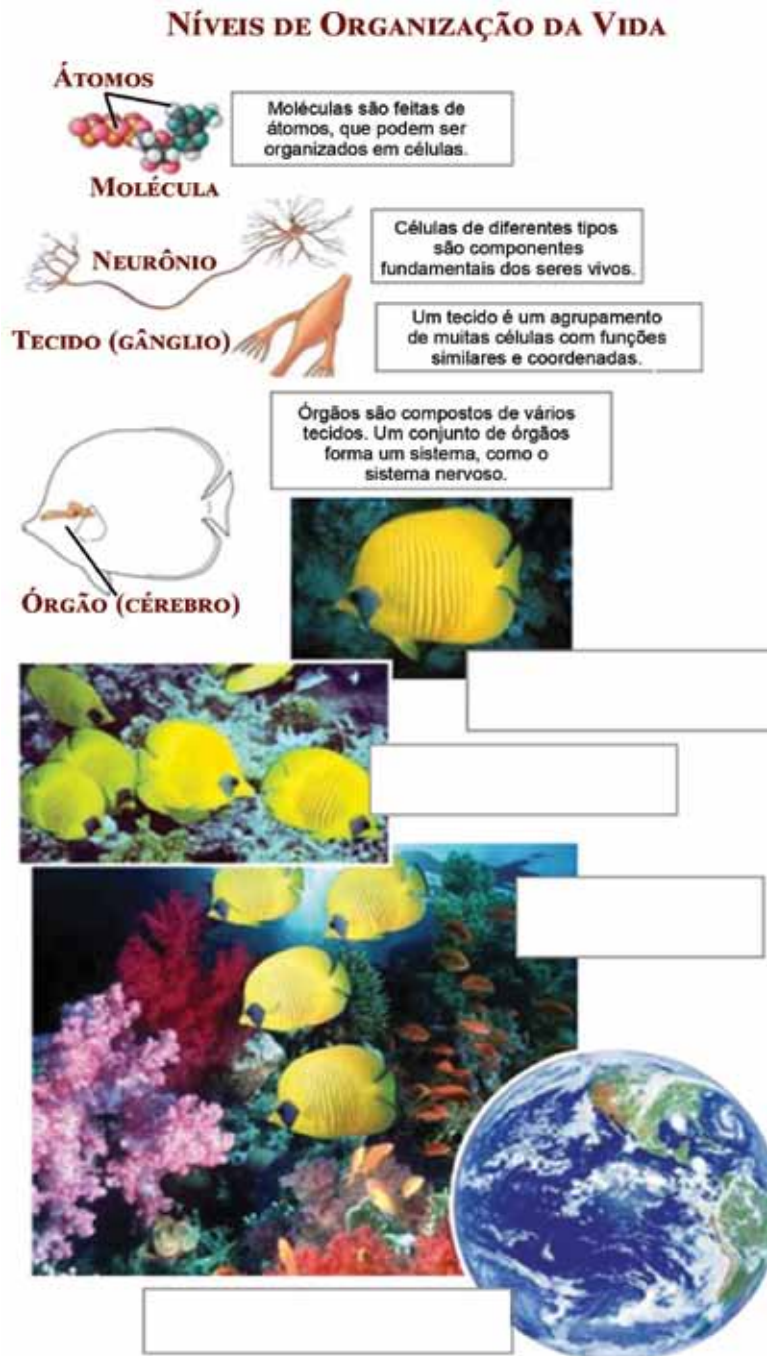
Diagrama dos princípios da problematização. Elaborado pelas autoras.

Condução da atividade

1. Apresentar a imagem a seguir, ou similar, que aborde a mesma proposta.

2. Oriente aos estudantes que, individualmente, analisem a imagem abaixo.

Utilize o recurso que melhor lhe convier: painel ilustrado em kraft, cartolina, projeção, impresso, dentre outros.



A Hierarquia da Vida. Imagem adaptada de PURVES, W.K. e outros. 2006

3. A partir da interpretação da imagem, o estudante deve identificar, nos espaços em branco, os seguintes termos: biosfera, comunidade, indivíduo e população. Solicite que expliquem textualmente o que compreendem de cada termo.

Observe o registro individual.
Neste momento, o estudante tem a possibilidade de lhe apresentar as concepções prévias acerca dos conceitos chaves do tema. A partir destas concepções, conduza a atividade de forma a (re)significar e ampliar as ideias existentes no grupo.

4. Convide os estudantes para que se organizem em grupos e socializem suas respostas, comparando-as.

5. Em seguida, peça aos grupos que registrem, agora, de forma mais elaborada, as justificativas de conceituação de cada termo relacionado à imagem representada.

6. Os grupos devem apresentar suas conclusões para a turma. Instigue o diálogo entre os estudantes acerca das diferentes concepções apresentadas.

7. Finalize, explicando que as próximas atividades visam ampliar os conhecimentos relativos à biodiversidade e dinâmicas dos ecossistemas.

Atente e registre as expressões dos grupos, especialmente as concepções usadas para justificarem suas escolhas. Contenha-se para não corrigir os estudantes neste momento.

Atividade 2 – É dia de Feira! Uma investigação acerca da biodiversidade local

Planejar um trabalho investigativo, a partir de visitas às feiras locais é uma boa possibilidade para que os estudantes reconheçam alguns aspectos da biodiversidade local. Estes tipos de atividades possibilitam a integração de outras áreas, favorecendo a interdisciplinaridade.

O trabalho de campo exige planejamento. Lembre-se de que dependendo de sua proposta você deve assegurar: transporte, autorização dos pais, alimentação, itens de segurança, visita prévia ao local e preparo dos materiais didáticos necessários (lupas, recipientes para coletas, máquinas fotográficas, dentre outras).

Condução da atividade

1. Divida a turma em grupos e explique que todas as etapas dessa atividade devem ser registradas e sistematizadas em um “diário de bordo” do grupo, preferencialmente organizado em uma pasta ou caderno exclusivo para a atividade.

2. Envolver os estudantes na elaboração de todas as etapas do trabalho, que deve ser estruturado com um modelo de projeto de trabalho de campo.

3. A estrutura do projeto deve contemplar:

3.1. Que título daremos ao nosso Projeto?

3.2. Onde vamos realizar nossa investigação?

Um mercado de peixes, uma feira agropecuária

Privilegie espaços que promovam o encontro e diálogo com pessoas da comunidade que sejam referências em saberes populares acerca da Biodiversidade local a ser estudada.

ou feirinhas livres, nos quais ocorre a comercialização de sementes, raízes, óleos, extratos, corantes naturais, dentre outros, são espaços adequados para a realização desta atividade.

3.3. Para que vamos fazer o trabalho de campo?

Oriente os grupos a definirem os objetivos para a visita, tendo em vista investigar aspectos que os auxiliem a ampliar o conhecimento acerca da Biodiversidade local seja vegetal, animal ou ambas. O ideal é que os grupos elejam diferentes objetos de investigação, para que o trabalho fique mais interativo e estimule maior envolvimento de cada um dos estudantes.

Valorize e apoie, ao máximo, as escolhas dos grupos.

3.4. O que vamos investigar?

Aqui os estudantes poderão eleger diferentes objetos de investigação, que contribuam para maior conhecimento da Biodiversidade local.

3.5. Como desenvolveremos o trabalho?

Nesta etapa, é importante que os grupos definam o “passo a passo” do trabalho de investigação e preparem os materiais que serão necessários.

➤ **Coleta de dados** – Se optarem por entrevistar, será preciso definir quais e quantas pessoas serão entrevistadas, bem como preparar um questionário ou um roteiro.

Entrevistando, por exemplo, uma pessoa que comercializa condimentos naturais, organize o roteiro para que contenha:

Parte I – identificação da pessoa entrevistada: nome, local onde mora, gênero, data de nascimento.

Parte II – perguntas relativas ao produto comercializado: como obtém, onde é encontrado na região, de que forma e por quem é extraído, de que forma é comercializado, quem normalmente compra e para que é utilizado, quanto custa, dentre outras.

Estimule, ao máximo, a elaboração de perguntas que irão, posteriormente, auxiliar os estudantes a conhecer e a relacionar aspectos ambientais (solo, umidade, iluminação, etc...) às características específicas da planta (tamanho, tipo de folhas, raízes, flores e sementes) e às relações desta com os demais seres vivos do ambiente, na qual se desenvolve (para quem serve de alimento, abrigo, dentre outros).

➤ **Registro da visita** – Oriente os estudantes a fazerem registros: anotações, desenhos, fotografias, filmagens, gravações das falas, coletas de exemplares.

Disponibilize fontes teóricas de pesquisa que possam ser utilizadas na sala de aula. Busque a contribuição dos professores das outras áreas disciplinares para que sejam contempladas as múltiplas formas de linguagens, representações e gêneros textuais.

Os registros serão fundamentais para os estudos de aprofundamento.

➤ **Organização dos dados coletados**

No retorno da atividade de campo, oriente os estudantes para organizarem os registros. Essa etapa, normalmente, se faz na escola com a supervisão do professor. Estimule pesquisa teórica e diálogo com professores para enriquecimento do “diário de bordo”. Sugerimos que contemple tais itens:

1. Caracterização do espaço visitado (história, localização, importância para comunidade).
2. Descrição textual do desenvolvimento do trabalho.
3. Apresentação dos dados coletados e registros de forma interpretativa.
4. Principais conhecimentos obtidos acerca da biodiversidade local, a partir do trabalho realizado.

➤ **Socialização** – Esta atividade pode ser restrita à turma, ser apresentada em eventos da escola e/ou ser disponibilizada para o acervo bibliográfico da escola.

➤ **Avaliação** – Atividades de natureza investigativa, de campo devem privilegiar instrumentos da avaliação formativa que apresentamos no item “Avaliações” das Orientações didáticas.

Valorize e apoie, ao máximo, a produção dos estudantes!

Atividade 3 – Ampliando o conhecimento: conhecendo um ecossistema de floresta.

Condução da atividade

Estimule a atividade de leitura, convidando diferentes estudantes para lerem trechos do texto.

Divida a turma em grupos e oriente aos estudantes que leiam o texto, troquem ideias e respondam as questões que se seguem.

Floresta Amazônica

Quem entra na Floresta Amazônica sente respeito e um pouco de medo. Ela, que já foi chamada de “inferno verde”, é mesmo um inferno para quem não está acostumado com o calor e as picadas de mosquitos. Mas é um paraíso para as plantas, os bichos e aqueles que nela vivem há muito tempo.

Na Floresta Amazônica, chove todos os dias. Na época das chuvas fracas, os rios correm em seus leitos, mas, no período das chuvas fortes, eles invadem boa parte da floresta.

Nas partes altas, a água dos rios não chega. Aí as copas das árvores se encontram e entra pouca luz. Na floresta fechada, é tão escuro que não crescem plantas rasteiras, de modo que o caminhar fica facilitado, embora o ar seja muito abafado e úmido.

As folhas caem das árvores o tempo todo. No chão, elas apodrecem depressa por causa do calor e da umidade e formam um tapete fofo. Debaxo desse tapete, vivem insetos, lesmas, caramujos e outras centenas de animaizinhos que devoram tudo o que apodrece. Sobre essa cobertura de folhas mortas, pequenos mamíferos comem frutos que caem das árvores.

Por todos os lados se escutam o zumbido dos mosquitos, a zoadá dos grilos. De vez em quando, gritos de tucanos, estardalhaço de araras, correria dos macacos que pulam de galho em galho. Sendo moradores das árvores, eles dividem frutos, folhas e insetos com os tamanduás-mirins e as preguiças.

Rumo à beira do rio, o caminho se torna difícil. Ali as árvores estão mais separadas e a luz do sol clareia o chão, fazendo crescer muitas plantas rasteiras.

Um bando de capivaras pasta tranquilamente. Parecem ratões de cara chata e rabo curto. De repente, fogem assustadas. Sentiram a presença da temida onça-pintada.

A onça está à espreita, agachada atrás de um tronco caído. Seu faro sentiu o cheiro das antas que chegam para pastar. A onça espera paciente, ela sabe que as antas vêm sempre pelo mesmo caminho.

Logo surge o bando de antas: umas oito ou nove. As mais velhas têm quase o tamanho da onça. Mas ela escolhe uma anta novinha, que ainda não sabe se defender bem.

Num salto, a onça está sobre a presa e enfia as unhas afiadas no pescoço dela. Gritando de dor e pavor, o animal corre, carregando a onça no lombo. Vai batendo em tudo o que encontra com seus músculos fortes e o couro duro. Às vezes, a onça perde a parada. Por mais que enterre as unhas no couro da anta, perde o equilíbrio e cai. Quando a onça e a anta chegam até o rio, a briga continua na água. A anta, muitas vezes, leva vantagem e escapa porque mergulha muito bem. Mas, dessa vez, a onça venceu a batalha e tem seu jantar garantido.

Onça, jaguar, onça-preta, onça-pintada são nomes desse animal de grande beleza e força. Antigamente, vivia em muitos ambientes do Brasil. Hoje, ela se embrenhou nas matas, em lugares aonde o homem ainda não chegou. Caça antas, macacos, capivaras, peixes e até jacarés. Mas só ataca o homem quando ameaçada e para defender os filhotes. Aí, então, a onça "vira onça".

A anta é um bicho manso que vive nas margens dos rios. Sua carne de sabor apreciado e seu couro bonito fazem dela um bom alvo para os caçadores.

A capivara é facilmente domesticada e anda atrás do dono como fazem os cães. Seus lugares preferidos são as margens alagadas dos rios. É o maior roedor do mundo, mas só sai do esconderijo quando a onça não está por perto.

Nas árvores da Floresta Amazônica, vivem muitos tipos de macacos: sagui, macaco-aranha, guariba, etc.

É difícil vermos a preguiça por entre os galhos das árvores. Normalmente alimenta-se de folhas e seus predadores são as onças, as sucuris e os gaviões. Além de serem cinza-esverdeadas, o que confunde nossa vista, ela fica imóvel durante horas que pode parecer preguiça...mas, esse animal não é tão preguiçoso quanto parece. Quando assustado, sobe nas árvores até que bem depressa.

O tamanduá-mirim também vive nas árvores da floresta, bem seguro nos galhos com a longa cauda e as garras.

Tucanos e araras enfeitam as árvores com suas cores berrantes. Lá no alto, agarram-se firme com os pés e, se for preciso, também se seguram com o bico. Parecem trapezistas.

A maioria das árvores da Floresta Amazônica possui, em seus galhos e troncos, muitos tipos de plantas comumente chamadas de “parasitas”. São as orquídeas, bromélias, samambaias, filodendros, etc. Só que de parasita elas não têm nada, pois não prejudicam as árvores sobre as quais vivem. Como essas plantas conseguem viver tão longe do chão? De onde retiram a água e os sais minerais que as outras retiram do solo?

Algumas, como as orquídeas, por exemplo, armazenam água da chuva e da umidade do ar.

Os sais minerais, elas retiram das cascas mortas das árvores às quais estão presas. O filodendro tem longas raízes, que alcançam o solo.

Adaptado de RODRIGUES, R. M. Vida na Terra; conhecer para proteger. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

A Floresta Amazônica é um dos **ecossistemas** do planeta mais rico em **biodiversidade**. Nela, vive uma variedade enorme de **indivíduos** representados por espécies animais, vegetais como também de fungos e líquens.

Populações de macacos, onças, araras, formigas, sapos, cogumelos, orquídeas, capivaras, castanheiras e uma infinidade de outras populações convivem no ambiente da floresta. Cada população possui seu jeito próprio de conseguir alimento, de se defender, de se reproduzir, de se relacionar com as outras populações e com todo o ambiente que a cerca.

Numa floresta, existem muitos lugares diferentes, onde são encontrados seres vivos. Os gaviões, frequentemente, podem ser encontrados nas copas altas das árvores; as preguiças, agarradas aos galhos; os sapos, nas margens dos rios; as capivaras, nos alagados; os fungos, crescendo nos troncos; lesmas e caramujos debaixo das folhas que apodrecem no chão, as corujas nos ocos das árvores. E cada um em seu lugar encontra as condições ideais para sobreviver.

A Floresta Amazônica é quente e nela chove todos os dias, por isso seu ambiente se torna muito úmido. Nas partes altas, as copas das árvores se encontram muito juntas e deixam entrar pouca luz. Os raios solares somente chegam ao chão onde as árvores estão separadas.

Sol, chuva e calor fazem parte do ambiente da Floresta Amazônica e representam fatores físicos denominados componentes abióticos. Os seres vivos representam os fatores bióticos, ou seja, a parte viva da floresta.

1. O que é biodiversidade?
2. O que o autor quis dizer ao se referir à floresta como “inferno verde”?
3. Descreva o chão da floresta.

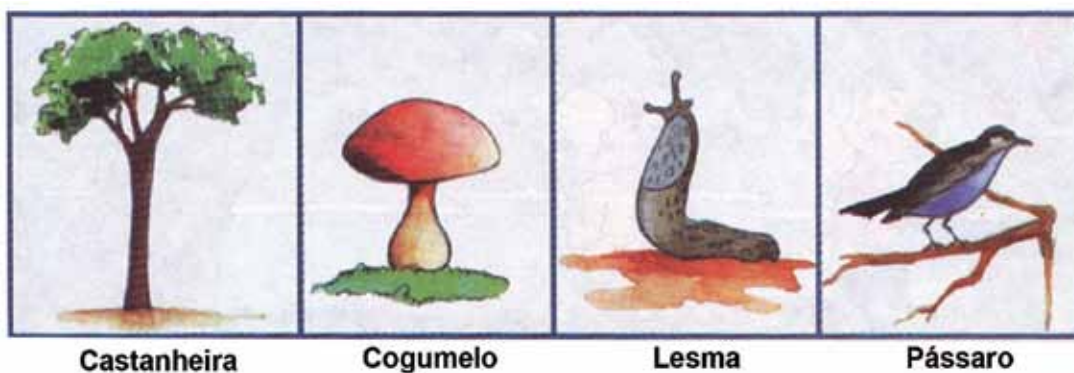
4. Complete o quadro a seguir, escrevendo os nomes dos animais citados no texto, nos espaços correspondentes a seus habitats.

No solo	Às margens dos rios	Embrenhados na mata	Nas árvores

5. Explique por que as plantas rasteiras não se desenvolvem no chão da floresta.

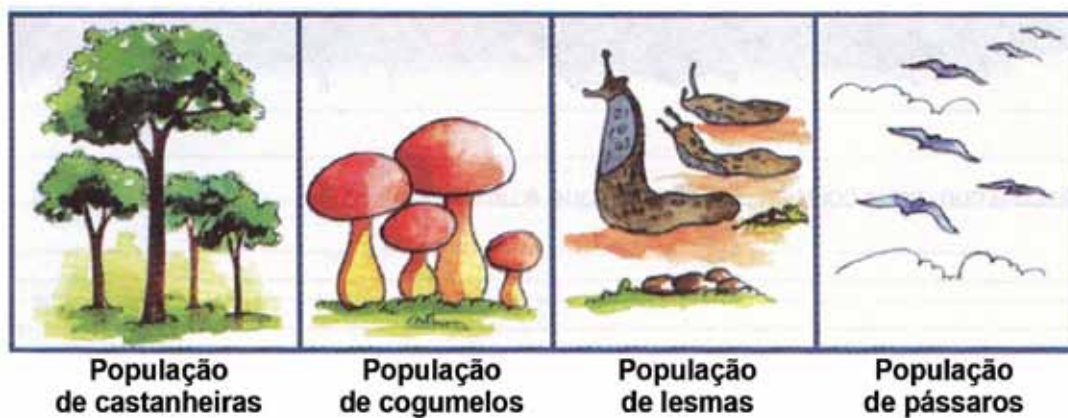
Observe as ilustrações.

Na sequência, em cada quadrinho está representada uma espécie de ser vivo, isso é, um indivíduo.



Crédito de imagem: autoras

Agora, em cada quadrinho está representada uma população.



Crédito de imagem: autoras

6. Baseando-se nas informações anteriores, explique o que é população.

7. A ilustração a seguir apresenta uma população? Justifique sua resposta.



Disponível em: <[http:// www.portalsaofrancisco.com.br](http://www.portalsaofrancisco.com.br)>.
Acesso em: 10 out. 2013

8. A ilustração a seguir representa um ecossistema, no qual vivem diferentes comunidades. Troque ideias com os colegas e estabeleça as diferenças entre o que seja comunidade e ecossistema. Registre suas conclusões.



Disponível em: <[http:// pt.wikinoticia.com](http://pt.wikinoticia.com)>. Acesso em: 10 out. 2013

9. O lugar onde vive um indivíduo é conhecido como o seu habitat. Cite o habitat dos seguintes indivíduos na Floresta Amazônica:

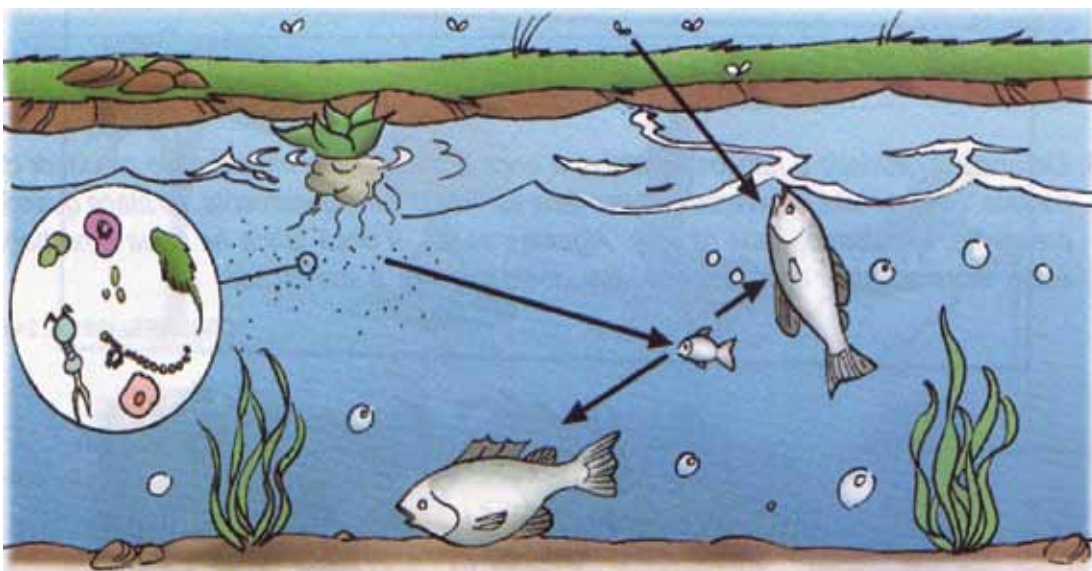
- a) capivara:
- b) minhoca:
- c) coruja:
- d) orquídeas:

De andar aveludado e hábitos noturnos, a onça é o maior e mais temido predador da floresta. Caça peixes, capivaras, antas e jacarés. Ao homem, geralmente, só ataca quando pressente, em perigo, seus filhotes. Algumas vezes, a onça lança na água uma baba espumosa para atrair os peixes e facilitar, desta maneira, a sua caçada. Essa descrição se refere ao nicho ecológico da onça. Compreender como os indivíduos vivem, conseguem seus alimentos, abrigam-se, reproduzem-se e comportam-se, de um modo geral, é muito importante. Só assim, podemos prever o que deve ser feito para preservar uma espécie.

10. Pense em um animal da sua região que você conheça bem. Descreva o jeito de ser e de viver desse animal em seu ambiente, ou seja; descreva **o nicho ecológico** desse animal.
11. Reflita sobre uma situação que poderia causar o desaparecimento de uma população em uma comunidade. Ilustre essa situação, em uma história em quadrinhos e apresente para sua turma.
12. Não existe delimitação de tamanho para um ecossistema. Uma floresta, uma caverna, um jardim, uma lagoa, um aquário ou até mesmo uma gota d'água pode constituir um ecossistema. Os ecossistemas apresentam sempre uma comunidade (seres vivos) e os componentes abióticos (seres não vivos).

Reúna-se com seu grupo de trabalho para resolver as questões propostas.

O rio é um exemplo de ecossistema aquático. Observe a imagem:



Crédito de imagem: autoras

- a) Nesse rio, quais componentes bióticos e abióticos encontram-se representados?
- b) Que relação existe entre os componentes bióticos e abióticos desse rio?
- c) Por que podemos dizer que esse rio é um ecossistema?

13. Existe uma grande interação entre os componentes bióticos e abióticos nos ecossistemas.

Discuta com seus colegas e, juntos, analisem as interações que podem ocorrer entre os componentes bióticos e abióticos no solo da floresta Amazônica.

Registre suas conclusões e apresente-as para a turma.

Atividade 4 – Ampliando o conhecimento: cante e reflita...

Músicas, poemas, filmes, são importantes instrumentos de sensibilização. A música em questão pode ser uma boa oportunidade para trabalhar junto com outros professores questões socioambientais.

Disponibilize a letra da música e reproduza a canção para a turma.

Vendedor de Caranguejo (Gilberto Gil)	
Caranguejo Uçá	eu perdi a mocidade
Caranguejo Uçá	com os pés sujos de lama
Apanho ele na lama	eu fiquei analfabeto
e boto no meu caçua	mas meus filho criou fama
Tem caranguejo	pelos gosto dos menino
tem gordo guaiamum	pelo gosto da mulher
cada corda de dez	eu já ia descansar
eu dou mais um	não sujava mais os pé
eu dou mais um	os bichinho tão criado
eu dou mais um	satisfiz o meu desejo
cada corda de dez	eu podia descansar
eu dou mais um	mas continuo vendendo caranguejo
Uçá: caranguejo de dorso verde-azulado e pernas vermelhas.	
Guaiamum: caranguejo grande de coloração azulada.	
Caçua: cesto grande feito de cipó, ripas de bambu ou vime.	

No Brasil, sabe-se que os manguezais são numerosos e que muitas pessoas dependem diretamente deles para sobreviverem. Fornecem alimento como sururu e caranguejos. A venda de caranguejos costuma ser importante fonte de renda para muitas pessoas.

Proponha aos estudantes que interpretem a letra da música, refletindo acerca da importância social, econômica e ambiental dos manguezais.

Se a região, na qual você leciona tem este ecossistema, amplie este trabalho para uma atividade de campo em que os estudantes, além de investigarem a biodiversidade local, poderão entrevistar as populações, que dependem do manguezal para sobreviverem.

O trabalho de campo exige planejamento. Lembre-se de que, dependendo de sua proposta, você deve assegurar: transporte, autorização dos pais, alimentação, itens de segurança, visita prévia ao local e preparo dos materiais didáticos necessários.

Atividade 5 – Ampliando o conhecimento: manguezais, um ecossistema brasileiro

Manguezais, um ecossistema brasileiro

Os manguezais são ecossistemas que se formam perto de onde os rios desembocam e recebem água do mar, toda vez que a maré está cheia. O solo do mangue apresenta areia, iodo, sal e é pobre em oxigênio.

Muitos vegetais que se desenvolvem no solo mole do manguezal apresentam raízes arqueadas que ficam expostas ao sol. É muito comum, também, encontrar nos manguezais vegetais com raízes especiais, em tubos, que se esticam para cima e emergem do solo.

Nos manguezais, existem muitos animais, como os caranguejos guaiamuns e mexilhões, conhecidos como sururus. Existem, ainda, garças e diversas espécies de pássaros, sapos e jacarés.



Disponível em <http://goo.gl/0Q0vBK>. Acesso em 30 dez. 2013.

A partir do texto e da imagem, reflita, discuta com os colegas e responda:

1. O manguezal é um ecossistema de transição muito rico em espécies. O que você entende por ambiente de transição? Que desafios este tipo de ambiente impõe aos seres que nele habitam?
2. Os vegetais do manguezal apresentam raízes diferentes. Como elas são? Que vantagens os tipos de raízes do mangue trazem a esses vegetais?
3. Muitas vezes, para possibilitar a atividade agropecuária ou a expansão urbana, o homem drena os manguezais. O que pode acontecer como consequência dessa alteração ambiental?

Avaliação da Aprendizagem

Nesta sequência, sugerimos atividades de diversas naturezas e, assim, vários instrumentos avaliativos podem ser utilizados. No item *Avaliação da Aprendizagem*, o professor pode eleger o mais adequado para ser aplicado nos diferentes momentos do trabalho.

O importante é sempre analisar com o estudante o que os instrumentos apontam, levando-o a refletir com tranquilidade acerca do seu processo e a se (co)responsabilizar por seu aprendizado. Sugerimos que o professor privilegie instrumentos que o ajudem a observar os avanços não somente cognitivos, mas também os atitudinais, seja nas tarefas individuais ou coletivas.

Texto de Leitura complementar

Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil⁵

Introdução

A biodiversidade resulta de milhões de anos de evolução biológica, e é o componente do sistema de suporte à vida de nosso planeta. Além do valor intrínseco de cada espécie, seu conjunto, bem como o conjunto de interações entre espécies e destas com o meio físico-químico, resultam em serviços ecossistêmicos imprescindíveis para manter a vida na Terra.

A definição clássica de biodiversidade, adotada pela Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), faz alusão direta à diversidade genética, que é responsável pela variação entre indivíduos, populações e os grupos taxonômicos das espécies biológicas. Populações e espécies são as unidades evolutivas básicas, que interagem entre si no tempo e no espaço. O conjunto de espécies, e suas interações, formam os ecossistemas, moldados pelas interações com o ambiente abiótico.

A perda de biodiversidade constitui um problema crítico para a existência humana, pois a extinção de uma espécie é irreversível e representa a perda de um genoma único, resultado de um processo evolutivo singular e não repetível.

Sendo assim, a ciência da biodiversidade é amplamente reconhecida como área prioritária de investigação científica, tanto nos países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento. A pesquisa em biodiversidade abrange uma vasta gama de disciplinas científicas básicas, que vão da sistemática, cada vez mais refinada e utilizando ferramentas de biologia molecular, à ecologia de ecossistemas e macroecologia, passando pela estrutura e dinâmica de populações. O conhecimento gerado pelo estudo da diversidade biológica tem sido utilizado tanto no avanço da biologia da conservação como no desenvolvimento de mecanismos que viabilizem o uso sustentável desse patrimônio natural.

⁵ Texto na íntegra: JOLY, Carlos A. et al. Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. Rev. USP, São Paulo, n. 89, maio 2011. Disponível em <http://rusp.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-99892011000200009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 11 jun. 2013.

A ciência da biodiversidade inclui o descobrimento/descrição de novas espécies e/ou interações, estudos do processo evolutivo e dos processos ecológicos, juntamente com estudos focados nos serviços ambientais, no valor socioeconômico e cultural da biodiversidade e na definição de mecanismos e estratégias para sua conservação e uso sustentável. Recentemente, a ciência da biodiversidade desenvolveu fortes interfaces com a ciência das mudanças climáticas.

A Biodiversidade da Região Neotropical

A maior parte da Região Neotropical teve uma evolução singular ao longo de sua formação. Desde o Cretáceo ao final do Terciário, a região ficou completamente isolada por dezenas de milhões de anos, sendo substancialmente transformada com a elevação dos Andes, que se iniciou há cerca de 23 milhões de anos. Resultado do choque das placas da América do Sul e Nazca, a formação gradual dos Andes criou “mares” interiores e inverteu o curso de rios formando grandes lagos (Räsänen et al., 1995) até que a nova drenagem, agora direcionada para o Atlântico, se configurou e gradativamente a Bacia Amazônica tomou as feições atuais.

Ao norte a movimentação das placas do Caribe e Cocos, e a mudança no padrão de deposição de sedimentos marinhos na interface entre os oceanos Atlântico e Pacífico, resultaram na formação da América Central há cerca de 3 milhões de anos. Com o estabelecimento de uma conexão terrestre entre a Região Neotropical e a Região Neártica, ocorreu uma alteração significativa da fauna neotropical, especialmente de grupos mais recentes como os mamíferos (Burnham & Graham, 1999).

Finalmente, as flutuações climáticas do Quaternário (Ab’Saber, 1977; Maslin & Burns, 2000; Bush & Oliveira, 2006), quando ao longo de milhares de anos ocorreram alternâncias entre períodos mais frios e secos e mais quentes e úmidos, deram à Região Neotropical as características encontradas pelos homens que aqui chegaram, entre 15 mil e 40 mil anos atrás (Santos et al., 2003). A expansão e/ou retração de biomas, nos períodos glaciais e interglaciais do Quaternário, resultaram em novas oportunidades de especiação.

O processo lento e gradual de formação geológica da região está, intrinsecamente, relacionado com os elevadíssimos índices de diversidade de espécies hoje encontrados em países como Brasil, Colômbia, Peru e Equador, designados como megadiversos. A chegada do homem no continente sul-americano modificou completamente esse cenário. Os povos que habitavam a região antes do descobrimento, possivelmente, caçaram algumas espécies até sua extinção, alteraram em pequena escala regiões costeiras e fluviais, implantaram sistemas de cultivo e ocuparam áreas de floresta, de cerrado, de caatinga, bem como de páramos e savanas.

Com a chegada dos europeus a velocidade dos processos de alteração da biodiversidade começa a aumentar, passando da escala de milhares de anos para a escala secular e, quinhentos anos depois do descobrimento, estamos vivenciando uma nova mudança de escala. Mudanças significativas na distribuição de espécies são agora observadas em décadas, e há uma crescente discrepância entre a velocidade das mudanças climáticas e a do processo evolutivo. Espécies longevas – de árvores como o jatobá e o jequitibá, que podem viver mais de duzentos anos – não têm condições de responder evolutivamente a essas mudanças ou migrar para novas áreas, tendendo a desaparecer. O resultado é um aumento exponencial nas taxas de extinção de espécies, particularmente na Região Neotropical.

Os principais ciclos econômicos ocorridos no país – como o extrativismo do pau-brasil no século XVI, a cultura canavieira que teve início no século XVII, em um subsequente gigantesco impulso no final do século XX e início do século XXI, com o uso do etanol como combustível, o ciclo da mineração no século XVIII, o ciclo do café, no século XIX, e o recente ciclo do papel e celulose -, somados à expansão urbana associada à expansão da infraestrutura viária e da infraestrutura de geração de energia, reduziram e fragmentaram nossos biomas e alteraram nossas bacias hidrográficas.

Da Mata Atlântica (Figura 1) restam de 11,4 a 16% da cobertura vegetal original (Ribeiro et al., 2009), sendo que, desses, menos de 8% são fragmentos com mais 100 hectares (Inpe & SOS Mata Atlântica, 2008). Do Cerrado (Figura 2) restam menos que 30% (CI, 2005). Esse grau de destruição, associado à alta diversidade biológica e ao alto grau de endemismo desses biomas, os colocou como *hotspots* de biodiversidade (Myers et al., 2000; Figura 3), sendo, portanto, considerados prioritários para ações de conservação.

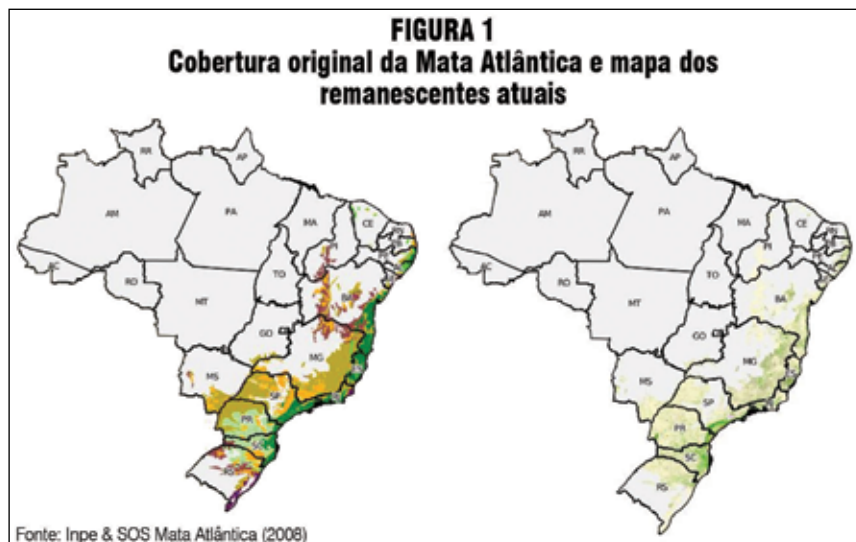




FIGURA 3
As 25 áreas classificadas como *hotspots* de biodiversidade

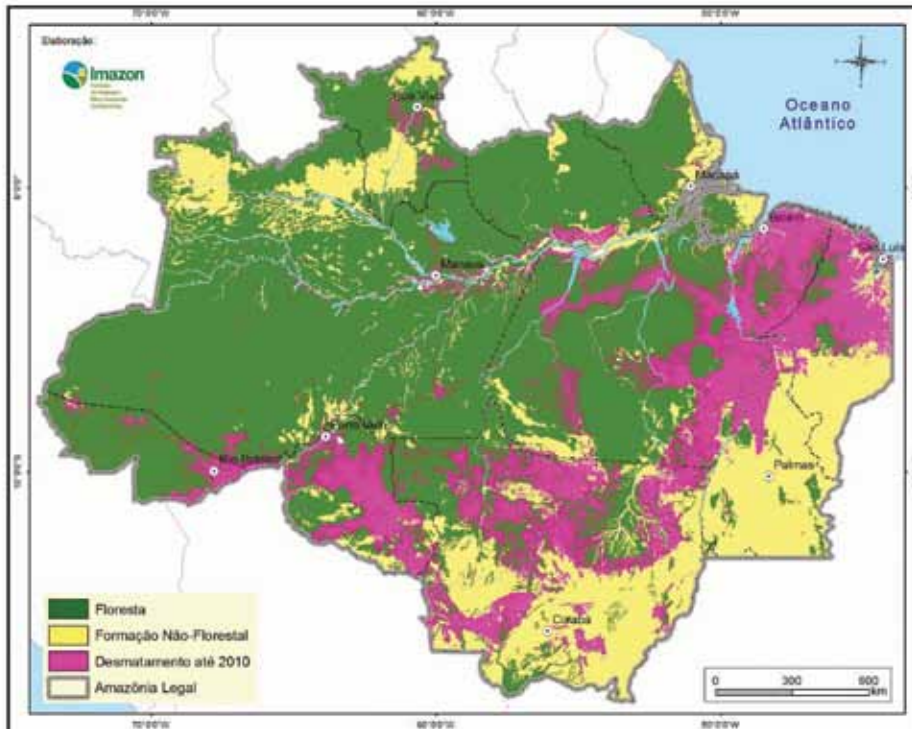


Fonte: Myers et al. (2000)

Colombo & Joly (2010) demonstraram que as mudanças climáticas poderão ter um impacto altamente negativo para espécies arbóreas da Mata Atlântica, reduzindo sua área potencial de ocorrência, mesmo nos cenários mais otimistas de aquecimento global, tal como observado anteriormente para espécies arbóreas do Cerrado (Siqueira & Peterson, 2003).

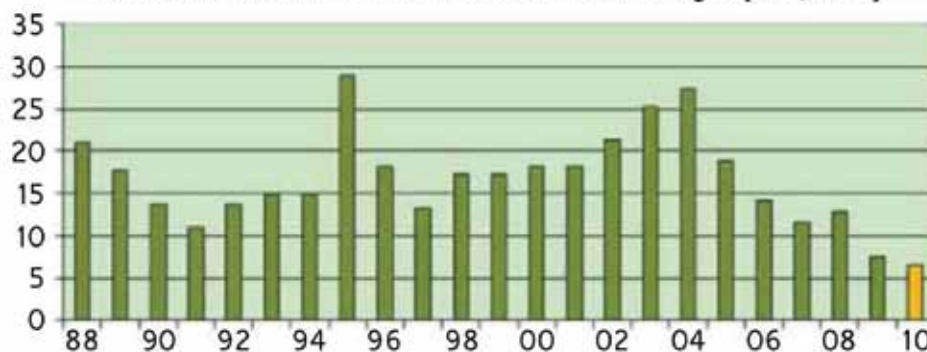
A Floresta Amazônica brasileira permaneceu quase intacta até o início da era “moderna” do desmatamento, com a inauguração da Rodovia Transamazônica, em 1970. A taxa de perda da floresta aumentou progressivamente de meados da década de 90 até 2004, com um pico em 1995, em especial no “arco do desmatamento”, ao longo das bordas sul e leste. Após atingir um novo pico em 2004, quando a área de floresta desmatada na Amazônia brasileira atingiu índices superiores a 17% (Figura 4), a taxa de desmatamento vem caindo ano a ano (Figura 5).

FIGURA 4
Desmatamento da Amazônia até 2008



Fonte: Imazon (http://www.imazon.org.br/novo2008/sobreamazonia_lei.php?idpub=726, acesso em 15/12/2010)

FIGURA 5
Taxa de desmatamento anual da Amazônia Legal ($\text{km}^2, \text{ano}^{-1}$)



Fonte: Inpe (http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/graficol_prodes2009.pdf, acesso em 15/12/2010)

Biodiversidade Marinha

A maior diversidade de organismos, em termos de linhagens filogenéticas, está no ambiente marinho. Dos 35 filos animais conhecidos, apenas um não tem representantes no ambiente marinho, e 14 são encontrados apenas nos oceanos (Gray, 1997). As principais linhagens filogenéticas de organismos fotossintetizantes também estão presentes no ambiente marinho (Baldauf, 2003). Entretanto, o número de espécies

marinhas conhecidas é relativamente baixo, cerca de 200 mil. Embora o número de trabalhos sobre biodiversidade esteja aumentando de modo significativo em todo o mundo, especialmente nas últimas duas décadas, apenas uma pequena fração se refere ao ambiente marinho (Radulovici et al., 2010).

As áreas marinhas consideradas megadiversas estão no Oceano Pacífico, na região da Indonésia. A costa do Brasil compreende, incluindo suas reentrâncias, cerca de 9.198 km de extensão, sem contar as diversas ilhas e arquipélagos, e cerca de 800 mil km² de plataforma continental (Ab'Sáber, 2001), indo de regiões semitemperadas até tropicais, abrangendo os mais diversos ambientes (*e.g.*, costões rochosos, praias arenosas, recifes de coral, mangues, águas costeiras, mar aberto). O conhecimento da biodiversidade no ambiente marinho ainda é muito limitado no Brasil, especialmente em regiões mais profundas. No ano de 2010 foram comemorados os 120 anos de nascimento de W. Besnard e os 60 anos do que foi considerada a primeira expedição oceanográfica brasileira que visitou a Ilha de Trindade, o ponto mais a leste da costa brasileira, a mais de 1.000 km da costa do Espírito Santo (Marcolin, 2010).

O ambiente marinho apresenta potencialmente uma enorme reserva de biodiversidade que pode ser explorada de maneira sustentável, como fonte de recursos renováveis, incluindo fonte de diversos alimentos e produtos naturais. Apesar disso, o esforço empregado para o conhecimento das espécies marinhas tem sido modesto em comparação ao esforço empregado no ambiente terrestre. A biologia marinha tornou-se uma nova fronteira com implicações globais, mas ainda pouco explorada, principalmente no Brasil.

A biodiversidade marinha tem sido ameaçada por diversos fatores, como a pesca excessiva, a degradação de habitats, poluição pelo aquecimento global, entre outros. Organismos invasores também têm causado danos em várias regiões do mundo, incluindo o Brasil (Gray, 1997; Lopes, 2009). Ambientes costeiros têm sido os mais altamente atingidos pelas atividades humanas, em particular a ocupação da costa sem planejamento e infraestrutura e também o turismo não sustentado. Outras atividades humanas exercem impacto sobre os ambientes costeiros, como a degradação de mangues e de recifes de coral, com impacto direto sobre a pesca local.

A acidificação da água do mar ocasionada pelo aumento de CO₂ atmosférico pode ter um enorme impacto sobre inúmeras espécies que apresentam estruturas calcificadas, como moluscos, algas calcárias e recifes de coral (Hall-Spencer et al., 2008). Entretanto, existe um grande desconhecimento de quais impactos a acidificação pode ter na biodiversidade marinha brasileira (Berchez et al., 2008), sem contar a carência de modelos preditivos que integrem alterações climáticas e seus efeitos em diferentes regiões da costa brasileira. Regiões costeiras, especialmente no Sudeste do Brasil, estarão cada vez mais sujeitas a sofrer impactos significativos com o aumento da exploração de petróleo previsto para ocorrer a partir das reservas do Pré-Sal.

Em janeiro de 2009, o governo do estado de São Paulo estabeleceu três grandes áreas costeiras de proteção ambiental (Apa Litoral Norte, Apa Litoral Centro, Apa Litoral Sul) para organizar e monitorar atividades como a pesca e outras atividades do setor produtivo. Com isso São Paulo passou a ter cerca de 52% de sua área marinha protegida, sendo que a meta proposta no tratado de Nagoya era passar de 1 para 10% de áreas protegidas no ambiente marinho.

A pesquisa sobre a biodiversidade marinha no Brasil é principalmente focada em inventários, taxonomia e ecologia, embora existam também pesquisas em várias outras frentes que incluem: estoques pesqueiros e outros recursos naturais marinhos, bioprospecção, modelagem e genética.

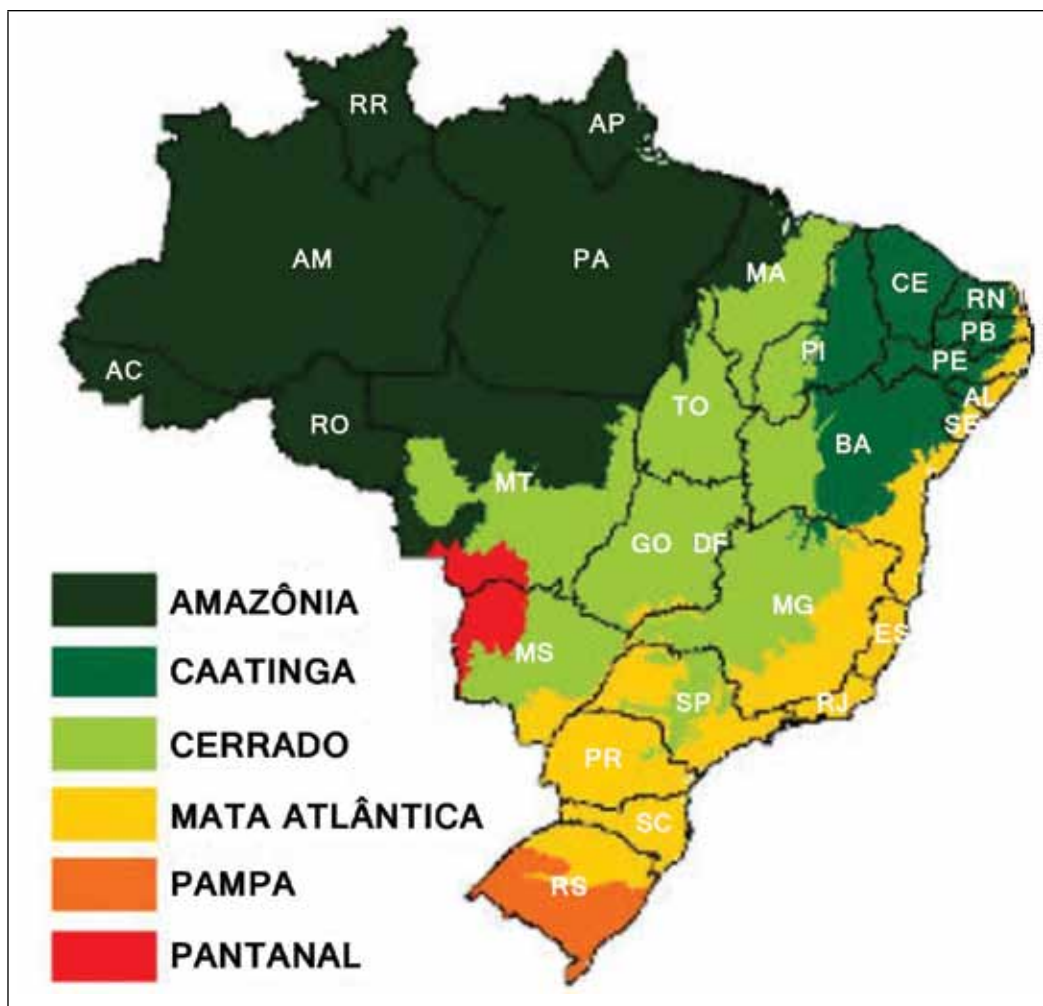
A biodiversidade das regiões costeiras vem sendo estudada paulatinamente inclusive com o uso de ferramentas moleculares para auxiliar na identificação das espécies. Além disso, existe a necessidade de indicadores mais eficientes, uma vez que mesmo os indicadores amplamente aceitos, por exemplo, para avaliar o processo pesqueiro, são ainda bastante controversos (Stokstad, 2010). Devido a essas dificuldades e à sua grande biodiversidade, o estudo do ambiente marinho deve ter uma abordagem multidisciplinar e integrar os dados biológicos aos dados ambientais como, hidrodinâmica, temperatura, salinidade, acidificação da água, processos de sedimentação, além das interações entre atmosfera e oceanos, e como mudanças globais podem afetar regionalmente a biodiversidade marinha.

Atividade 6 – Ampliando os conhecimentos acerca dos Ecossistemas Brasileiros: levantamento de concepções prévias acerca dos conceitos básicos relativos às características dos ecossistemas brasileiros.

Condução da atividade:

1. Projete ou ofereça aos estudantes o mapa do Brasil colorido, conforme figura a seguir.
2. Distribua a cada estudante a legenda com os nomes dos biomas, mas, **sem** as cores.
3. Peça a cada estudante que, individualmente, identifique qual cor corresponde a qual bioma e descreva o que já conhece de cada bioma (aspectos como relevo, fauna, flora e clima etc...).
4. Recolha a resposta e analise os registros para verificar quais aspectos precisam ser mais aprofundados.

Fique atento às concepções registradas. Elas o auxiliarão na condução da atividade de forma a (re)significar e ampliar as concepções que o grupo já possui.



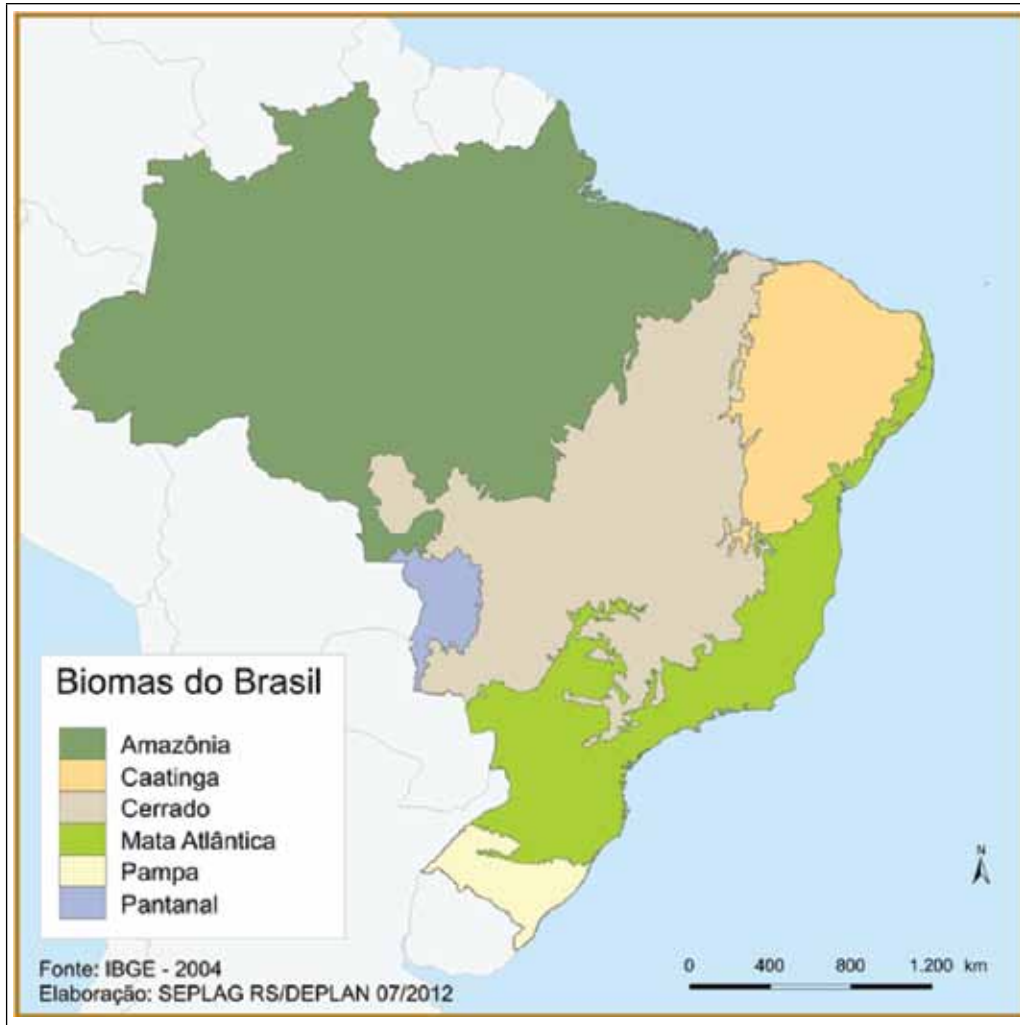
Disponível em: <<http://geografiamodelo-biomas.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 10 out. 2013.

Atividade 7 – Ampliando Conhecimentos: reconhecendo biomas brasileiros

Bioma é um conjunto de **ecossistemas** formado por quatro elementos principais: relevo, flora, fauna e clima.

Os biomas brasileiros são muitas vezes nomeados de formas diferentes.

O mapa a seguir apresenta uma das formas de nomear esses biomas.



Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/>>. Acesso em: 10 out. 2013.

Oriente a turma para que, em grupos, resolva as questões propostas.

Reconhecendo algumas características da Floresta Amazônica

Se possível, projete as imagens para compõem esta atividade para possibilitar melhor visualização dos biomas.



Disponíveis em: < <http://gigantesdomundo.blogspot.com.br/2011/11/floresta-amazonica-maior-floresta-do.html> >. Acesso em: 10 out. 2013.

1. Descreva as características gerais que você consegue identificar nas imagens.
2. A floresta lhe parece ser uma região de clima mais seco ou úmido? Justifique.
3. Como você imagina que sejam as raízes das árvores da floresta, superficiais ou profundas? Justifique.
4. Consulte diferentes fontes (internet, textos, livros, revistas, vídeos) e conheça algumas espécies animais e vegetais que fazem parte do ecossistema da Floresta Amazônica. Registre suas principais características adaptativas e hábitos que lhe permitem viver nesse bioma.
5. Em sua consulta identifique dois animais ameaçados de extinção para pesquisar. Registre suas descobertas e socialize para sua turma.

Atividade 8 – Aconteceu no Brasil

As castanheiras-do-Pará

Certa época, o governo autorizou o desmatamento de uma região da Amazônia com a condição de que não se tocassem nas castanheiras. No ano seguinte, as castanheiras preservadas floresceram, mas não deram frutos.

Depois de dois anos, todas morreram. E tudo isso aconteceu por causa do desmatamento, que espantou os insetos que polinizavam as flores das castanheiras. Sem polinização, os frutos não se formaram. E as árvores acabaram morrendo porque a terra nua esquentou demais e matou as raízes.

RODRIGUES, Rosicler Martins. **Vida na terra, conhecer para proteger**. São Paulo: Moderna, 1991. p. 55.

1. A que conclusões você chega, a partir da leitura do texto?
2. Procure, em jornais ou revistas, reportagens sobre corte de árvores ou desmatamento.
3. Traga a reportagem para a escola e compartilhe com a turma.

Atividade 9 – Reconhecendo algumas características da Mata Atlântica

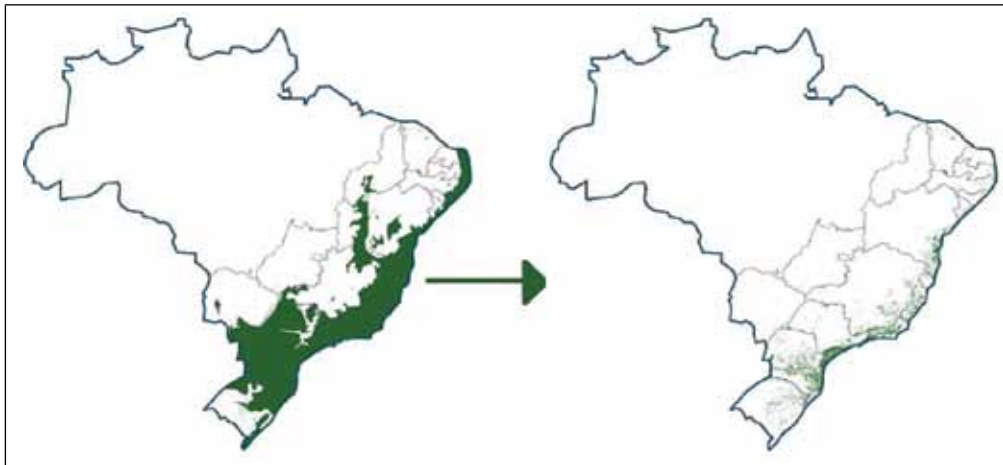
A ilustração a seguir faz parte de uma campanha em defesa da Mata Atlântica.



Disponível em < <http://envolverde.com.br/sociedade/3-setor/25-anos-da-sos-mata-atlantica-maturidade-e-novos-desafios/> > Acesso 10 out. 2013.

1. Sobre o que essa imagem pretende alertar as pessoas? Comente.

Os mapas a seguir representam a distribuição da Mata Atlântica no território brasileiro, no século XVI e no século XXI, respectivamente.



Disponível em: < <http://www.cristofoli.com/biosseguranca/?tag=mata-atlantica> >. Acesso em: 10 out. 2013

2. O que os mapas apresentam nos dois momentos distintos?
3. Quais as possíveis causas e consequências do ocorrido?
4. A Mata Atlântica ocorre na região onde você vive?

A Mata Atlântica apresenta uma variedade de formações, engloba um diversificado conjunto de ecossistemas florestais com estrutura e composições florísticas bastante diferenciadas, acompanhando as características climáticas da região onde ocorre. Cerca de 70% da população brasileira vive no território da Mata Atlântica, as nascentes e mananciais abastecem as cidades, esse é um dos fatores que tem contribuído para os problemas de crise hídrica, associados à escassez, ao desperdício, à má utilização da água, ao desmatamento e à poluição. A biodiversidade da Mata Atlântica é semelhante à da Amazônia. Os animais mais conhecidos da Mata Atlântica são: mico-leão-dourado, onça-pintada, bicho-preguiça e capivara.

5- Consulte diferentes fontes (internet, textos, livros, revistas, vídeos) e conheça algumas espécies de animais ameaçados de extinção para pesquisar. Registre suas descobertas e socialize para sua turma.

Atividade 10 – Reconhecendo algumas características da caatinga

Observe a imagem abaixo e responda às questões que se seguem.



Disponível em: <<http://www.biblioteca.ifc-camboriu.edu.br>>. Acesso em: 10 out. 2013

1. Descreva as características da vegetação.
2. Descreva as características do solo.
3. As regiões que possuem a caatinga como Bioma principal lhe parecem ser regiões de clima mais seco ou úmido?

Mandacarus, facheiros, xiquexiques, coroas-de-frade são nomes de alguns cactos da caatinga. Estão sempre verdes, mesmo na pior das secas. Suas folhas são transformadas em espinhos. O caule polpudo guarda água da época das chuvas. Suas flores, muito bonitas, abrem-se à noite. Os polinizadores das flores de cactos são de hábitos noturnos.

RODRIGUES, Rosicler Martins. **Vida na terra; conhecer para proteger**. São Paulo: Moderna, 1991. p. 24-8.

4. Quais são as características típicas da vegetação da Floresta Amazônica, que diferem da vegetação da caatinga?
5. Muitas das espécies típicas da vegetação da caatinga apresentam folhas transformadas em espinhos como, por exemplo, os cactos. Por que será que isso ocorre?
6. De que forma, o fato das flores dos cactos abrirem à noite favorece a vida de seus polinizadores?
7. Pesquise e descubra alguns animais que fazem parte do ecossistema da caatinga. Descubra, ainda, que características desses animais permitem-lhes sobreviverem nesse ecossistema.

Atividade 11 – Reconhecendo algumas características do cerrado típico

Observe a imagem abaixo e responda às questões que se seguem.



Imagem disponível em: <<http://www.infoescola.com>>. Acesso em: 10 out. 2013

1. Qual é o aspecto da vegetação do cerrado?
2. Comparado com a vegetação da Caatinga, como deve ser a disponibilidade de água do cerrado?
3. O cerrado é uma paisagem onde as árvores apresentam casca grossa e enrugada. Por que será que isso acontece?

A vegetação do cerrado desenvolveu raízes, que chegam a atingir vinte metros de profundidade.

4. Busque uma explicação para o fato de as árvores do cerrado apresentarem raízes tão longas.
5. Pesquise e descubra alguns animais que fazem parte do ecossistema do cerrado. Descubra, ainda, que características desses animais permitem-lhes sobreviver nesse ecossistema.

Atividade 12 – Para pensar, discutir e se posicionar...

Exercite a
interdisciplinaridade.
Convide professores das áreas humanas,
para enfocarem conflitos atuais que envolvem
aspectos socioeconômicos, culturais e
ambientais.

Oriente a leitura do texto a seguir e a realização das atividades propostas.

O mundo está de olho

Ano após ano, chegam à Amazônia agricultores, criadores de gado, garimpeiros, comerciantes, homens e mulheres vindos de todo o Brasil à procura de um novo lugar para viver. Não raro chegam também estrangeiros de várias partes do mundo, muitos na esperança de enriquecerem nessas terras tão pouco exploradas.

Para ocupar a Amazônia, essas pessoas derrubam as árvores, põem fogo nas matas, abrem estradas, constroem casas, transportam troncos, fazem plantações, criam gado, cavam a terra e peneiram a água dos rios para obter minérios e pedras preciosas.

Por causa disso tudo, a floresta está sendo destruída rapidamente. Muita gente do mundo inteiro está preocupada com o que vem acontecendo com ela e seus habitantes.

A maior preocupação tem sido com os índios. Muitos estão morrendo de sarampo, gripe, tuberculose e outras doenças que pegam dos brancos e para as quais não têm defesas. Alguns morrem de tanto beber cachaça, vício adquirido pelo contato com os brancos. Outros ainda morrem, lutando contra os invasores de suas terras.

A matança dos índios é lamentável, entre outras coisas, por ser um desrespeito à vida. Além disso, desaparecendo o índio, perderemos o conhecimento que ele tem sobre a floresta, e que pode ser útil a todos os seres da Terra. Também perderemos outros modos de ver o mundo, outras crenças. A variedade de culturas que existe na Floresta Amazônica é tão importante para a humanidade quanto a variedade de plantas e animais.

Como viver na Floresta Amazônica sem destruí-la?

A resposta a essa pergunta precisa ser encontrada antes que seja tarde demais.

RODRIGUES, Rosicler Martins. Vida na Terra; conhecer para proteger. São Paulo: Moderna. 2003. p. 30.

Após a leitura do texto, apresente para os estudantes leis da Constituição Brasileira, que protegem o meio ambiente.

Constituição/1988. Cap. VI – Do Meio Ambiente

“Art. 225: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Lei de Proteção à Caça – nº 5.197, de 03/10/67

“Art. 1º: Os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase de seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais, são propriedades do Estado, sendo proibida a sua utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha.”

1. Proponha uma discussão sobre essas leis, abordando o conhecimento das pessoas sobre elas e a forma como as populações reagem e lidam com essas leis.
2. Estimule os estudantes a sugerirem algumas ações que a população brasileira poderia adotar, para inverter essa situação, fazendo com que essas leis sejam cumpridas.
3. Peça aos estudantes que tragam reportagens sobre ocupação de terras por indígenas e fomente o debate sobre o tema. Um júri simulado pode ser uma boa possibilidade de reflexão para os estudantes.

Atividade 13 – Sistematizando o que aprendi

1. Reproduza em papel kraft o mapa do Brasil em tamanho bem grande com seus respectivos estados representados e deixe-o afixado no quadro.
2. Organize a turma em 5 grupos. Cada grupo será responsável pela caracterização de um ecossistema ou bioma. Essa caracterização pode ser feita, a partir de fichas (disponibilizada pelo professor e/ou estudantes) contendo nomes, imagens de espécies da fauna e flora, clima, solo, aspectos socioeconômicos abordados de cada bioma estudado.
3. A dinâmica para essa atividade pode ser feita de várias formas. Por exemplo: dispor fichas e gravuras no centro da sala para que os grupos procurem aquelas que melhor caracterizem seu bioma. Outra forma seria disponibilizar 5 kits de imagens e fichas com informações que contemplem os diferentes biomas para cada um dos grupos. Pedir aos grupos que selecionem, no material, imagens e informações, relativas ao seu bioma. Em seguida, os grupos devem trocar as demais fichas entre si, de modo a conseguirem todas aquelas específicas de seu bioma.
4. De posse das fichas finais, os grupos deverão representar no mapa o Bioma, fazendo colagens.
5. Estimule o registro individual como forma de sistematização do apreendido. Solicite que, no registro, o estudante destaque as características da fauna, flora, aspectos geográficos e socioculturais do ecossistema estudado pelo grupo.

Avaliação da Aprendizagem

Como já destacamos nas *orientações didáticas*, a avaliação deve ser processual, visando apontar o estágio de desenvolvimento de cada estudante, identificando as concepções e dificuldades referentes à temática. A partir do diagnosticado, é importante que o professor redirecione suas propostas e ações a fim de sanar, ao máximo, as deficiências individuais.

Nesta sequência, sugerimos atividades de diversas naturezas e, assim vários instrumentos avaliativos podem ser utilizados. No item *Avaliação da Aprendizagem*, o professor pode eleger o mais adequado para ser aplicado nos diferentes momentos do trabalho.

O importante é sempre analisar com o estudante o que os instrumentos apontam, levando-o a refletir com tranquilidade acerca do seu processo e a se (co)responsabilizar com seu aprendizado. Sugerimos que o professor privilegie instrumentos que o ajudem a observar os avanços não somente cognitivos, mas também os atitudinais, seja nas tarefas individuais ou coletivas.

Textos para leitura complementar

Texto 1 – Bioma da Amazônia⁶



Localizada ao norte do continente sul-americano, dos pouco mais de 6 milhões de km² que se estima ser hoje a área total da Floresta Amazônica na América do Sul, 67% estão em território brasileiro. O restante encontra-se distribuído entre a Venezuela, Suriname, Guianas, Bolívia, Colômbia, Peru e Equador.

O Bioma Amazônia abrange no Brasil uma área em torno de 4.196.943 km² (IBGE, 2004a). Apesar de sua grande dimensão, da riqueza de espécies e diversidade de habitats, as lacunas no conhecimento sobre flora, fauna e processos ecológicos nesta região são enormes, tornando o processo de escolha de áreas para a conservação da biodiversidade um desafio (Amazônia, 2006).

Esse bioma abrange os Estados do Pará, Amazonas, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso, Acre, Amapá, Rondônia e Roraima com uma população em torno de vinte milhões de habitantes, 60% dela vivendo em áreas urbanas e é composto por grandes extensões de florestas ombrófilas densa e aberta, campinaranas, zonas de contato e savanas.



Área de Floresta no Estado do Acre.



Aldeia Indígena no Estado de Rondônia.

⁶ SANTOS, C. P. F. dos. Uso e Cobertura da Terra na Floresta Amazônica. FUNCATE. 2006. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/amazonia/documentos/relatorio_final.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.



A Amazônia é quase mítica: um verde e vasto mundo de águas e florestas, onde as copas de árvores imensas escondem o úmido nascimento, reprodução e morte de mais de um-terço das espécies que vivem sobre a Terra.

A bacia amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo: cobre cerca de 6 milhões de km² e tem 1.100 afluentes. Seu principal rio, o Amazonas, corta a região para desaguar no Oceano Atlântico, lançando ao mar cerca de 175 milhões de litros d'água a cada segundo. As estimativas situam a região como a maior reserva de madeira tropical do mundo. Seus recursos naturais, além da madeira, incluem enormes estoques de borracha, castanha, peixe e minérios que representam uma abundante fonte de riqueza natural.

A região abriga também grande riqueza cultural, incluindo o conhecimento tradicional sobre os usos e a forma de explorar esses recursos naturais sem esgotá-los nem destruir o habitat natural. Toda essa grandeza não esconde a fragilidade do ecossistema local, porém. A floresta vive a partir de seu próprio material orgânico, e seu delicado equilíbrio é extremamente sensível a quaisquer interferências.

Os danos causados pela ação antrópica são muitas vezes irreversíveis. Ademais, a riqueza natural da Amazônia se contrapõe dramaticamente aos baixos índices socioeconômicos da região, de baixa densidade demográfica e crescente urbanização. Dessa forma, o uso dos recursos florestais é estratégico para o desenvolvimento da região.

Texto 2 – Bioma da Caatinga⁷



A caatinga ocupa uma área de cerca de 844.453 quilômetros quadrados, o equivalente a 11% do território nacional. Engloba os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais.

Rico em biodiversidade, o bioma abriga 178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 espécies de anfíbios, 241 de peixes e 221 abelhas.

Cerca de 27 milhões de pessoas vivem na região, a maioria carente e dependente dos recursos do bioma para sobreviver. A caatinga tem um imenso potencial para a conservação de serviços ambientais, uso sustentável e bioprospecção que, se bem explorado, será decisivo para o desenvolvimento da região e do país.

A biodiversidade da caatinga ampara diversas atividades econômicas voltadas para fins agrosilvopastoris e industriais, especialmente nos ramos farmacêutico, de cosméticos, químico e de alimentos.

Apesar da sua importância, o bioma tem sido desmatado de forma acelerada, principalmente nos últimos anos, devido principalmente ao consumo de lenha nativa, explorada de forma ilegal e insustentável para fins domésticos e industriais, ao sobrepastoreio e à conversão para pastagens e agricultura.

Frente ao avançado desmatamento que chega a 46% da área do bioma, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA), o governo busca concretizar uma agenda de criação de mais unidades de conservação federais e estaduais no bioma, além de promover alternativas para o uso sustentável da sua biodiversidade.

Em relação às Unidades de Conservação (UC's) federais, em 2009 foi criado o Monumento Natural do Rio São Francisco, com 27 mil hectares, que engloba os estados de Alagoas, Bahia e Sergipe e, em 2010, o Parque Nacional das Confusões, no Piauí foi ampliado em 300 mil hectares, passando a ter 823.435,7 hectares.

Em 2011 foi criado o Parque Nacional da Furna Feia, nos Municípios de Baraúna e Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, com 8.494 ha. Com estas novas unidades, a área protegida por unidades de conservação no bioma aumentou para cerca de 7,5%. Ainda assim, o bioma continuará como um dos menos protegidos do país, já que pouco mais de 1% destas unidades são de Proteção Integral. Ademais, grande parte das unidades de

⁷ Texto disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 10 de jun. 2013.

conservação do bioma, especialmente as Áreas de Proteção Ambiental – APAs, têm baixo nível de implementação.

Paralelamente ao trabalho para a criação de UCs federais, algumas parcerias vêm sendo desenvolvidas entre o MMA e os estados, desde 2009, para a criação de unidades de conservação estaduais.

Em decorrência dessa parceria e das iniciativas próprias dos estados da caatinga, os processos de seleção de áreas e de criação de UC's foram agilizados. Os primeiros resultados concretos já aparecem, como a criação do Parque Estadual da Mata da Pimenteira, em Serra Talhada-PE, e da Estação Ecológica Serra da Canoa, criada por Pernambuco em Floresta-PE, com cerca de 8 mil hectares, no dia da caatinga de 2012 (28/04/12). Além disso, houve a destinação de recursos estaduais para criação de unidades no Ceará, na região de Santa Quitéria e Canindé.

Merece destaque a destinação de recursos, para projetos que estão sendo executados, a partir de 2012, na ordem de 20 milhões de reais para a conservação e uso sustentável da caatinga por meio de projetos do Fundo Clima – MMA/BNDES, do Fundo de Conversão da Dívida Americana – MMA/FUNBIO e do Fundo Socioambiental – MMA/Caixa Econômica Federal, dentre outros. Os recursos disponíveis para a caatinga devem aumentar tendo em vista a previsão de mais recursos destes fundos e de novas fontes, como o Fundo Caatinga, do Banco do Nordeste – BNB, a ser lançado ainda este ano. Estes recursos estão apoiando iniciativas para criação e gestão de UC's, inclusive em áreas prioritárias discutidas com estados, como o Rio Grande do Norte.

Também estão custeando projetos voltados para o uso sustentável de espécies nativas, manejo florestal sustentável madeireiro e não madeireiro e para a eficiência energética nas indústrias gesseiras e cerâmicas. Pretende-se que estas indústrias utilizem lenha legalizada, advinda de planos de manejo sustentável, e que economizem este combustível nos seus processos produtivos. Além dos projetos citados acima, em 2012 foi lançado edital voltado para uso sustentável da caatinga (manejo florestal e eficiência energética), pelo Fundo Clima e Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal – Serviço Florestal Brasileiro, incluindo áreas do Rio Grande do Norte.

Devemos ressaltar que o nível de conhecimento sobre o bioma, sua biodiversidade, espécies ameaçadas e sobreexploradas, áreas prioritárias, unidades de conservação e alternativas de manejo sustentável aumentou nos últimos anos, fruto de uma série de diagnósticos produzidos pelo MMA e parceiros. Grande parte desses diagnósticos pode ser acessados no site do Ministério do Meio Ambiente. Este ano estamos iniciando o processo de atualização das áreas prioritárias para a caatinga, medida fundamental para direcionar as políticas para o bioma.

Da mesma forma, aumentou a divulgação de informações para a sociedade regional e brasileira em relação à caatinga, assim como o apoio político para a sua conservação e uso sustentável. Um exemplo disso é a I Conferência Regional de Desenvolvimento Sustentável do Bioma Caatinga –

A Caatinga na Rio+20, realizada em maio deste ano, que formalizou os compromissos a serem assumidos pelos governos, parlamentos, setor privado, terceiro setor, movimentos sociais, comunidade acadêmica e entidades de pesquisa da região para a promoção do desenvolvimento sustentável do bioma. Esses compromissos foram apresentados na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável – Rio +20.

Por outro lado, devemos reconhecer que a Caatinga ainda carece de marcos regulatórios, ações e investimentos na sua conservação e uso sustentável. Para tanto, algumas medidas são fundamentais: a publicação da proposta de emenda constitucional que transforma caatinga e cerrado em patrimônios nacionais; a assinatura do decreto presidencial que cria a Comissão Nacional da Caatinga; a finalização do Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento da Caatinga; a criação das Unidades de Conservação prioritárias, como aquelas previstas para a região do Boqueirão da Onça, na Bahia, e Serra do Teixeira, na Paraíba, e finalmente a destinação de um volume maior de recursos para o bioma.

Texto 3 – Bioma do Cerrado⁸



O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional. A sua área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos enclaves no Amapá, Roraima e Amazonas. Nesse espaço territorial encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade.

Considerado como um hotspot mundial de biodiversidade, o Cerrado apresenta extrema abundância de espécies endêmicas e sofre uma excepcional perda de habitat.

Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas.

Existe uma grande diversidade de habitats, que determinam uma notável alternância de espécies entre diferentes fitofisionomias. Cerca de 199 espécies de mamíferos são conhecidas, e a rica avifauna compreende cerca de 837 espécies. Os números de peixes (1200 espécies), répteis (180 espécies) e anfíbios (150 espécies) são elevados.

⁸ Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado/fauna-e-flora>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

O número de peixes endêmicos não é conhecido, porém os valores são bastante altos para anfíbios e répteis: 28% e 17%, respectivamente. De acordo com estimativas recentes, o Cerrado é o refúgio de 13% das borboletas, 35% das abelhas e 23% dos cupins dos trópicos.

Além dos aspectos ambientais, o Cerrado tem grande importância social. Muitas populações sobrevivem de seus recursos naturais, incluindo etnias indígenas, quilombolas, geraizeiros, ribeirinhos, babaqueiras, vazanteiros e comunidades quilombolas que, juntas, fazem parte do patrimônio histórico e cultural brasileiro, e detêm um conhecimento tradicional de sua biodiversidade.

Contudo, inúmeras espécies de plantas e animais correm risco de extinção. Estima-se que 20% das espécies nativas e endêmicas já não ocorram em áreas protegidas e que pelo menos 137 espécies de animais que ocorrem no Cerrado estão ameaçadas de extinção.

Depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma brasileiro que mais sofreu alterações com a ocupação humana. Com a crescente pressão para a abertura de novas áreas, visando incrementar a produção de carne e grãos para exportação, tem havido um progressivo esgotamento dos recursos naturais da região.

Nas três últimas décadas, o Cerrado vem sendo degradado pela expansão da fronteira agrícola brasileira. Além disso, o bioma Cerrado é palco de uma exploração extremamente predatória de seu material lenhoso para produção de carvão.

Apesar do reconhecimento de sua importância biológica, de todos os hotspots mundiais, o Cerrado é o que possui a menor porcentagem de áreas sobre proteção integral. O Bioma apresenta 8,21% de seu território legalmente protegido por unidades de conservação; desse total, 2,85% são unidades de conservação de proteção integral e 5,36% de unidades de conservação de uso sustentável, incluindo RPPNs (0,07%).

Fauna e Flora

O Cerrado detém 5% da biodiversidade do planeta, sendo considerado a savana mais rica do mundo, porém um dos biomas mais ameaçados do País. Compreende um mosaico de vários tipos de vegetação, desde fisionomias campestres, savânicas e até florestais, como as matas secas e as matas de galeria. Ribeiro & Walter (2008) descreveram 11 tipos fitofisionômicos entre as formações florestais, savânicas e campestres do bioma. Alguns trabalhos citam fatores ambientais que podem influenciar na distribuição fitofisionômica e florística do Cerrado, compreendendo regime de fogo, clima, tipo de solo (fertilidade e drenagem), relevo, herbivoria, flutuações climáticas do Quaternário e distúrbios antrópicos (Eiten 1993, Miranda et al. 2002, Oliveira-Filho & Ratter 2002).

A alta diversidade de ambientes se reflete em uma elevada riqueza de espécies, com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas e cipós, totalizando 12.356 espécies que ocorrem espontaneamente e uma flora vascular nativa (pteridófitas e fanerógamas), somando 11.627 espécies (Mendonça et al. 2008), sendo aproximadamente 44% da flora endêmica (Klink & Machado 2005), tornando-o a savana tropical mais rica do mundo. Do mesmo modo, a

diversidade da fauna é elevada. Existem cerca de 320.000 espécies de animais na região, sendo apenas 0,6% formada por vertebrados. Entre esses, os insetos têm posição de destaque com cerca de 90.000 espécies, representando 28% de toda a biota do Cerrado (Aguiar et al. 2004).

No Bioma desenvolve-se expressiva produção agropecuária e importantes agroindústrias, vivendo aproximadamente 13 (treze) milhões de habitantes, que envolvem, dentre outros, as populações tradicionais, tais como os quilombolas, ribeirinhos, geraizeiros e índios. Uma grande variedade de plantas do Cerrado são usadas pela população.

Mais de 220 espécies têm uso medicinal e mais 416 podem ser usadas na recuperação de solos degradados, como barreiras contra o vento, proteção contra a erosão, ou para criar habitat de predadores naturais de pragas.

Mais de 10 tipos de frutos comestíveis são regularmente consumidos pela população local e vendidos nos centros urbanos, como os frutos do Pequi (*Caryocar brasiliensis*), Buriti (*Mauritia flexuosa*) e Mangabeira (*Hancornia speciosa*) e as sementes do Barú (*Dypteryx alata*). Muitas delas servem como base para a alimentação humana, entre elas, o pequi, o baru, a cagaita, o jatobá e tantas outras, e medicamentos, como o velame, a lobeira, a calunga, o barbatimão e uma infinidade de plantas usadas ancestralmente pelas populações do Cerrado. O conhecimento dessas comunidades associado ao uso e à aplicação das plantas medicinais do Cerrado também se constitui em um patrimônio cultural de grande importância.

Texto 4 – Bioma do Pantanal⁹

Quem não conhece muito sobre esse bioma, pode pensar que se trata de uma região pantanosa, repleta de brejos. Tudo bem, os terrenos alagados são muito comuns no pantanal. Mas lá não existem somente brejos e pântanos.

O pantanal ocupa a parte sul do estado do Mato Grosso e o noroeste do Mato Grosso do Sul. Essas são as regiões brasileiras do bioma, que somam cerca de 137 mil km². Além da fronteira, ele continua pelo norte do Paraguai e leste da Bolívia. Localizado próximo à Amazônia e ao cerrado, o pantanal guarda espécies de fauna e de flora desses outros dois biomas, além de apresentar espécies endêmicas, ou seja, que só podem ser encontradas naquela área geográfica, nativas da região.

Por sua rica biodiversidade, o pantanal é considerado pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) um Patrimônio Natural Mundial. Vamos então saber mais sobre esse tesouro.

Fauna

Até agora já foram encontradas na região 122 espécies de mamíferos, 93 de répteis, 656 de aves e 263 de peixes. Estes dois últimos grupos, aves e peixes, constituem os animais mais

⁹ Adaptado de MORAES, Denise. Bioma Pantanal. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infolid=963&sid=2>>. Acesso em: 11 de jun. 2013.

exuberantes do bioma.

O Tuiuiú é a ave símbolo do Pantanal. Com as asas abertas ele chega a medir dois metros de envergadura. Asas grandes, não acha? É, mas não é só o Tuiuiú que chama atenção nos céus do pantanal. Também se destacam aves como garças, urubus, araras, papagaios, periquitos e falcões.

Como a água é um fator abundante neste grande ecossistema, os peixes são numerosos. Existem mais espécies de peixes no pantanal do que nos rios de toda a Europa! Fazem parte desse grupo milhares de pintados, pacus, dourados, piauçus e jaús. Os jaús são bagres gigantes que chegam a medir um metro e meio de comprimento e pesar 120 quilos.

Dentre os mamíferos, podemos citar a onça-parda, a onça-pintada, a jaguatirica, a capivara, a ariranha, o macaco-prego e o cervo-do-pantanal. A maior parte dos mamíferos do pantanal vive nas matas de galeria, matas que acompanham a margem dos rios.



Ariranha

Tuiuiú

Jacaré do Pantanal

Talvez o réptil mais conhecido do pantanal seja o jacaré. Já foram encontrados jacarés com até dois metros e meio de comprimento. São três as espécies mais vistas: o jacaré-do-Pantanal, o jacaré-comum e o jacaré-do-papo-amarelo. Você imagina o que esses jacarés comem? Calma... Acredite: a dieta desses grandes jacarés é baseada em peixes. Não são animais agressivos como vemos em muitos filmes: só atacam os homens quando se sentem ameaçados.

Além dos jacarés, estão entre os répteis diferentes cobras, como a sucuri, a jararaca e a jiboia e o sinimbu, um tipo de lagarto. Existe ainda no pantanal uma infinidade de formigas, cupins, aranhas e mosquitos.

Vegetação

A vegetação é na verdade um conjunto de diversas paisagens. Já falamos aqui que o bioma fica próximo à região amazônica e ao cerrado. Pois bem, a proximidade com tais áreas faz com que o pantanal apresente algumas formações vegetais próximas às da Amazônia, como as que aparecem em terrenos alagados, e outras parecidas com as do cerrado, como nos campos não inundados ou nas matas de galeria.

Nas matas de galeria ou ciliares, que ficam nas margens dos rios, cresce uma floresta mais densa, com jenipapos, figueiras, ingazeiros, palmeiras e o pau-de-formiga. E aqui vai uma curiosidade: o pau-de-formiga tem esse nome, porque é uma árvore que serve de abrigo a formigas, cujas

picadas ardem bastante. Quando a árvore é balançada, por exemplo, quando alguém tenta cortá-la ou encosta nela, as formigas caem e começam a picar quem está embaixo.



Nas áreas alagadas raramente, semelhantes aos campos limpos do bioma cerrado, aparecem tapetes de gramíneas, como por exemplo, o capim-mimoso. Em locais nunca alagados, aparecem árvores grandes, como o carandá, o buriti e os ipês, que nos meses de julho e agosto colore o pantanal com flores rosas, lilás e roxas.

Nos terrenos alagados constantemente são encontrados vegetais aquáticos flutuantes, como o aguapé e a erva-de-santa-luzia, além de vegetais fixos com folhas imersas, como a sagitária, e plantas que permanecem submersas, como a cabomba e a utriculária.

Existem ainda na paisagem pantaneira matas conhecidas como paratudais. Nessas matas crescem árvores com cascas espessas, rugosas e com galhos retorcidos. Nelas predominam os ipês-amarelos, conhecidos na região também como Paratudo. Daí o nome desse tipo de vegetação.

Solo

O solo da planície pantaneira foi formado a partir de fragmentos vindos de terrenos mais altos. É uma superfície pouco permeável. As características deste solo são resultado das constantes inundações: como há excesso de água, a decomposição de matéria orgânica se dá de forma mais lenta e difícil, o que diminui a fertilidade.

A fertilidade só chega às regiões que foram alagadas quando elas voltam a secar. Quando as chuvas param e os terrenos secam, fica sobre a superfície uma mistura de areia, restos de animais e vegetais, sementes e húmus, uma camada que torna o solo mais fértil.

Nos terrenos mais altos e mais secos, o solo é arenoso e ácido. Nestes locais a água absorvida é retida no subsolo, em lençóis freáticos. Estes solos também são limitados em relação à fertilidade.

Relevo

A planície é o tipo de relevo predominante no Pantanal. Quando a planície está alagada, no meio das águas podem ser vistas elevações arenosas, com até seis metros de altura. Estas elevações são conhecidas como cordilheiras. Cercando a planície existem alguns terrenos mais altos, como chapadas, serras e maciços. O mais famoso maciço é o de Urucum, em Mato Grosso.

Água

No grande ecossistema chamado pantanal, a água é um elemento que regula a vida. Estamos falando da maior planície alagável do mundo: calcula-se que cerca de 180 milhões de litros de água entram na planície pantaneira por dia. As enchentes ocorrem nos meses de chuva. Nessa época o volume dos rios que cortam a região aumenta. Com isso, as planícies pantaneiras que têm baixo declive, ou seja, são pouco inclinadas, retêm as águas que por elas passam. Como o solo das planícies é pouco permeável, ele não consegue absorver todo o volume de água, que acaba por inundar grandes áreas. E assim são formadas lagoas, baías, pântanos e brejos que permanecem ligados através dos cursos dos rios.

Destacam-se como importantes rios da região o Cuiabá, o São Lourenço, o Itiquira, o Correntes, o Aquidauana e o Paraguai. Todos eles fazem parte da bacia hidrográfica do Rio da Prata, que engloba grande parte do sudoeste brasileiro.

Clima

O clima no Pantanal é classificado como tropical, caracterizado por temperaturas elevadas. A região apresenta duas estações bem definidas: o verão chuvoso, de outubro a março, quando a temperatura fica em torno de 32° C e o inverno seco, de abril a setembro, quando a média de temperatura é de 21° C. As chuvas fortes são um fator determinante da paisagem pantaneira.

Texto 5 – Bioma do Pampa¹⁰



O Pampa está restrito ao estado do Rio Grande do Sul, onde ocupa uma área de 176.496 km² (IBGE, 2004). Isso corresponde a 63% do território estadual e a 2,07% do território brasileiro. As paisagens naturais do Pampa são variadas, de serras a planícies, de morros rupestres a coxilhas. O bioma exibe um imenso patrimônio cultural associado à biodiversidade. As paisagens naturais do Pampa se caracterizam pelo predomínio dos campos nativos, mas há também a presença de matas ciliares, matas de encosta, matas de pau-ferro, formações arbustivas, butiazais, banhados, afloramentos rochosos, etc.

Por ser um conjunto de ecossistemas muito antigos, o Pampa apresenta flora e fauna próprias e grande biodiversidade, ainda não completamente descrita pela ciência. Estimativas indicam valores em torno de 3000 espécies de plantas, com notável diversidade de gramíneas, são

¹⁰ Texto disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>>. Acesso em: 11 jun. 2013.

mais de 450 espécies (capim-forquilha, grama-tapete, flechilhas, brabas-de-bode, cabelos-de-porco, dentre outras). Nas áreas de campo natural, também se destacam as espécies de compostas e de leguminosas (150 espécies) como a babosa-do-campo, o amendoim-nativo e o trevo-nativo. Nas áreas de afloramentos rochosos podem ser encontradas muitas espécies de cactáceas. Entre as várias espécies vegetais típicas do Pampa vale destacar o Algarrobo (*Prosopis algorobilla*) e o Nhandavaí (*Acacia farnesiana*) arbusto cujos remanescentes podem ser encontrados apenas no Parque Estadual do Espinilho, no município de Barra do Quaraí.

A fauna é expressiva, com quase 500 espécies de aves, dentre elas a ema (*Rhea americana*), o perdigão (*Rynchotus rufescens*), a perdiz (*Nothura maculosa*), o quer-quer (*Vanellus chilensis*), o caminheiro-de-espora (*Anthus correndera*), o joão-de-barro (*Furnarius rufus*), o sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*) e o pica-pau do campo (*Colaptes campestris*). Também ocorrem mais de 100 espécies de mamíferos terrestres, incluindo o veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*), o graxaim (*Pseudalopex gymnocercus*), o zorrilho (*Conepatus chinga*), o furão (*Galictis cuja*), o tatu-mulita (*Dasypus hybridus*), o preá (*Cavia aperea*) e várias espécies de tuco-tucos (*Ctenomys sp.*).

O Pampa abriga um ecossistema muito rico, com muitas espécies endêmicas tais como: Tuco-tuco (*Ctenomys flamarioni*), o beija-flor-de-barba-azul (*Helimaster furcifer*); o sapinho-de-barriga-vermelha (*Melanophryniscus atroluteus*) e algumas ameaçadas de extinção tais como: o veado campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*), o cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*), o caboclinho-de-barriga-verde (*Sporophila hypoxantha*) e o picapauzinho-chorão (*Picooides mixtus*) (Brasil, 2003).

Trata-se de um patrimônio natural, genético e cultural de importância nacional e global. Também é no Pampa que fica a maior parte do aquífero Guarani.

Desde a colonização ibérica, a pecuária extensiva sobre os campos nativos tem sido a principal atividade econômica da região. Além de proporcionar resultados econômicos importantes, tem permitido a conservação dos campos e ensejado o desenvolvimento de uma cultura mestiça singular, de caráter transnacional representada pela figura do gaúcho.

A progressiva introdução e expansão das monoculturas e das pastagens com espécies exóticas têm levado a uma rápida degradação e descaracterização das paisagens naturais do Pampa. Estimativas de perda de hábitat dão conta de que em 2002 restavam 41,32% e em 2008 restavam apenas 36,03% da vegetação nativa do bioma Pampa (CSR/IBAMA, 2010).

A perda de biodiversidade compromete o potencial de desenvolvimento sustentável da região, seja perda de espécies de valor forrageiro, alimentar, ornamental e medicinal, seja pelo comprometimento dos serviços ambientais proporcionados pela vegetação campestre, como o controle da erosão do solo e o sequestro de carbono que atenua as mudanças climáticas, por exemplo.

Em relação às áreas naturais protegidas no Brasil o Pampa é o bioma que menor tem representatividade no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), representando apenas 0,4% da área continental brasileira protegida por unidades de conservação. A

Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), da qual o Brasil é signatário, em suas metas para 2020, prevê a proteção de pelo menos 17% de áreas terrestres representativas da heterogeneidade de cada bioma.

As “Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira”, atualizadas em 2007, resultaram na identificação de 105 áreas do bioma Pampa, destas, 41 (um total de 34.292 km²) foram consideradas de importância biológica extremamente alta. Esses números contrastam com apenas 3,3% de proteção em unidades de conservação (2,4% de uso sustentável e 0,9% de proteção integral), com grande lacuna de representação das principais fisionomias de vegetação nativa e de espécies ameaçadas de extinção da fauna e da flora.

A criação de unidades de conservação, a recuperação de áreas degradadas e a criação de mosaicos e corredores ecológicos foram identificadas como as ações prioritárias para a conservação, juntamente com a fiscalização e a educação ambiental.

O fomento às atividades econômicas de uso sustentável é outro elemento essencial para assegurar a conservação do Pampa. A diversificação da produção rural, a valorização da pecuária com manejo do campo nativo, juntamente com o planejamento regional, o zoneamento ecológico-econômico e o respeito aos limites ecossistêmicos são o caminho para assegurar a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento econômico e social. O Pampa é uma das áreas de campos temperados mais importantes do planeta.

Cerca de 25% da superfície terrestre abrangem regiões cuja fisionomia se caracteriza pela cobertura vegetal como predomínio dos campos – no entanto, estes ecossistemas estão entre os menos protegidos em todo o planeta.

Na América do Sul, os campos e pampas se estendem por uma área de aproximadamente 750 mil km², compartilhada por Brasil, Urugui e Argentina.

No Brasil, o bioma Pampa está restrito ao Rio Grande do Sul, onde ocupa 178.243 km² – o que corresponde a 63% do território estadual e a 2,07% do território nacional.

O bioma exibe um imenso patrimônio cultural associado à biodiversidade. Em sua paisagem predominam os campos, entremeados por capões de mata, matas ciliares e banhados.

A estrutura da vegetação dos campos – se comparada à das florestas e das savanas – é mais simples e menos exuberante, mas não menos relevante do ponto de vista da biodiversidade e dos serviços ambientais. Ao contrário: os campos têm uma importante contribuição no sequestro de carbono e no controle da erosão, além de serem fonte de variabilidade genética para diversas espécies que estão na base de nossa cadeia alimentar.

Texto 6 – Bioma Mata Atlântica¹¹



Paisagem da Mata Atlântica

Este bioma ocupa uma área de 1.110.182 Km², corresponde 13,04% do território nacional e que é constituída principalmente por mata ao longo da costa litorânea que vai do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. A Mata Atlântica passa pelos territórios dos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina, e parte do território do estado de Alagoas, Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, São Paulo e Sergipe.

A Mata Atlântica apresenta uma variedade de formações, engloba um diversificado conjunto de ecossistemas florestais com estrutura e composições florísticas bastante diferenciadas, acompanhando as características climáticas da região onde ocorre. Cerca de 70% da população brasileira vive no território da Mata Atlântica, as nascentes e mananciais abastecem as cidades, esse é um dos fatores que tem contribuído com os problemas de crise hídrica, associados à escassez, ao desperdício, à má utilização da água, ao desmatamento e à poluição. A biodiversidade da Mata Atlântica é semelhante à da Amazônia. Os animais mais conhecidos da Mata Atlântica são: mico-Leão-Dourado, onça-pintada, bicho-preguiça e capivara.

História

Logo em seguida ao descobrimento, grande parte da vegetação da Mata Atlântica foi destruída devido à exploração intensiva e desordenada da floresta. O pau-brasil foi o principal alvo de extração e exportação dos exploradores que colonizaram a região e hoje está quase extinto. O primeiro contrato comercial para a exploração do pau-brasil foi feito em 1502, o que levou o Brasil a ser conhecido como “Terra Brasilis”, ligando o nome do país à exploração dessa madeira avermelhada como brasa. Outras madeiras de valor também foram exploradas até a beira da extinção: tapinhoã, sucupira, canela, canjarana, jacarandá, araribá, pequi, jenipaparana, peroba, urucurana e vinhático.

Os relatos antigos falam de uma floresta densa aparentemente intocada, apesar de habitada por vários povos indígenas com populações numerosas. A Mata Atlântica fez parte da inspiração utópica para o renascimento do mito do paraíso terrestre, em obras como as de Tommaso Campanella e Bacon.

No nordeste brasileiro a extinção foi quase total, o que agravou as condições de sobrevivência da população, causando fome, miséria e êxodo rural só comparados às regiões mais pobres do mundo.

Nesta região, seguindo a derrubada da mata, vieram as plantações de cana-de-açúcar mais ao sul na região sudeste, foi a cultura do café a principal responsável pela destruição em massa

¹¹ Texto disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica.html>> . Acesso em: 11 de jun. 2013.

da vegetação nativa, restando uma área muito pequena para a preservação de espécies que estão em risco devido à poluição ambiental ocasionada pela emissão industrial de agentes nocivos à sua sobrevivência como, por exemplo, no município de Cubatão S.P.; mais ao sul na região sul a exploração predatória da Mata Atlântica devastou o ecossistema da Floresta das Araucárias devido ao valor comercial da madeira pinho extraída da Pinheiro-do-Paraná.

Além da exploração predatória dos recursos florestais, houve também um significativo comércio de exportação de couros e peles de onças (que chegou ao preço de um boi), antas, cobras, capivaras, cotias, lontras, jacarés, jaguatiricas, pacas, veados e outros animais, de penas e plumas e carapaças de tartarugas.

Ao longo da história, personagens como José Bonifácio de Andrada e Silva, Joaquim Nabuco e Euclides da Cunha protestaram contra esse modelo predatório de exploração.

Hoje, praticamente 90% da Mata Atlântica em toda a extensão territorial brasileira está totalmente destruída. Do que restou, acredita-se que 75% estão sob risco de extinção total, necessitando de atitudes urgentes de órgãos mundiais de preservação ambiental às espécies que estão sendo eliminadas da natureza de forma acelerada. Os remanescentes da Mata Atlântica situam-se principalmente nas Serras do Mar e da Mantiqueira, de relevo acidentado, além de pequenos trechos, contudo, consideráveis, no Sul da Bahia, destacando-se a cidade de Ilhéus, citada constantemente nos romances do escritor brasileiro Jorge Amado.

Exemplos da destruição da mata são a Ilha Grande, Serra da Bocaina e muitas regiões do estado do Rio de Janeiro. Entre 1990 e 1995, cerca de 500.317 já foram desmatados. É a segunda floresta mais ameaçada de extinção do mundo. Esse ritmo de desmatamento é 2,5 vezes superior ao encontrado na Amazônia no mesmo período.

Em relação à exuberância do passado, poucas espécies sobreviveram à destruição intensiva. Elas se encontram nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, sendo que existe a ameaça constante da poluição e da especulação imobiliária.

As áreas de domínio (área cuja vegetação clímax era esta formação vegetal) abrangia total ou parcialmente dezessete estados.

A área original era 1.315.460 km², 15% do território brasileiro. Atualmente o remanescente é 102.012 km², 7,91% da área original.[1]

Ecossistemas do bioma da Mata Atlântica

Definidas pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) em 1992: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Estacional Decidual; Floresta Estacional Semidecidual; Mangues e Restingas.

A proteção do CONAMA se estende não só à mata primária, mas também aos estágios sucessionais em áreas degradadas que se encontram em recuperação. A mata secundária é protegida em seus estágios inicial, médio e avançado de regeneração.

Biodiversidade

Nas regiões onde ainda existe, a Mata Atlântica caracteriza-se pela vegetação exuberante, com acentuado higrofitismo. Entre as espécies mais comuns encontram-se algumas briófitas, cipós, e orquídeas.

A fauna endêmica é formada principalmente por anfíbios (grande variedade de anuros), mamíferos e aves das mais diversas espécies. É uma das áreas mais sujeitas à precipitação no Brasil. As chuvas são orográficas, em função das elevações do planalto e das serras.

A biodiversidade da Mata Atlântica é semelhante à biodiversidade da Amazônia. Há subdivisões do bioma da Mata Atlântica em diversos ecossistemas devido a variações de latitude e altitude. Há ainda formações pioneiras, seja por condições climáticas, seja por recuperação, zonas de campos de altitude e enclaves de tensão por contato. A interface com essas áreas cria condições particulares de fauna e flora.

A vida é mais intensa no estrato alto, nas copas das árvores, que se tocam, formando uma camada contínua. Algumas podem chegar a 60 m de altura. Esta cobertura forma uma região de sombra que cria o microclima típico da mata, sempre úmido e sombreado. Dessa forma, há uma estratificação da vegetação, criando diferentes habitats nos quais a diversificada fauna vive. Conforme a abordagem, encontram-se de seis a onze estratos na Mata Atlântica, em camadas sobrepostas.

Da flora, 55% das espécies arbóreas e 40% das não arbóreas são *endêmicas* ou seja só existem na Mata Atlântica. Das bromélias, 70% são endêmicas dessa formação vegetal, palmeiras, 64%. Estima-se que 8 mil espécies vegetais sejam endêmicas da Mata Atlântica.

Observa-se também que 39% dos mamíferos dessa floresta são endêmicos, inclusive mais de 15% dos primatas, como o Mico-leão-dourado. Das aves 160 espécies, e dos anfíbios 183, são endêmicas da Mata Atlântica.

Flora



A exuberância da biodiversidade

Orquídeas

Bromélias

Se você fizer uma viagem do nordeste ao sul do Brasil, pelo litoral e pelos planaltos interioranos, não irá admirar simplesmente a bela paisagem da Mata Atlântica, mas sim uma série de ecossistemas com características próprias como a Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual, além de ecossistemas associados como os campos de altitude, brejos interioranos, manguezais, restingas e ilhas oceânicas

no litoral. Tal variedade se explica pois, em toda sua extensão, a Mata Atlântica é composta por uma série de ecossistemas cujos processos ecológicos se interligam, acompanhando as características climáticas das regiões onde ocorrem e tendo como elemento comum a exposição aos ventos úmidos que sopram do oceano. Isso abre caminho para o trânsito de animais, o fluxo gênico das espécies e as áreas de tensão ecológica, onde os ecossistemas se encontram e se transformam.

É fácil entender, portanto, porque a Mata Atlântica apresenta estruturas e composições florísticas tão diferenciadas. Uma das florestas mais ricas em biodiversidade no Planeta, a Mata Atlântica detém o recorde de plantas lenhosas (angiospermas) por hectare (450 espécies no Sul da Bahia), cerca de 20 mil espécies vegetais, sendo 8 mil delas endêmicas, além de recordes de quantidade de espécies e endemismo em vários outros grupos de plantas. Para se ter uma ideia do que isso representa, em toda a América do Norte são estimadas 17.000 espécies existentes, na Europa cerca de 12.500 e, na África, entre 40.000 e 45.000.

Mas a Mata Atlântica encontra-se em um estado de intensa fragmentação e destruição, iniciada com a exploração do pau-brasil no século XVI. Até hoje, ao longo do bioma são exploradas inúmeras espécies florestais madeireiras e não madeireiras como o caju, o palmito-juçara, a erva-mate, as plantas medicinais e ornamentais, a piaçava, os cipós, entre outras. Se por um lado essa atividade gera emprego e divisas para a economia, grande parte da exploração da flora atlântica acontece de forma predatória e ilegal, estando muitas vezes associada ao tráfico internacional de espécies.

Contribuem ainda para o alto grau de destruição da Mata Atlântica, hoje reduzida a 8% de sua configuração original, a expansão da indústria, da agricultura, do turismo e da urbanização de modo não sustentável, causando a supressão da biodiversidade em vastas áreas, com a possível perda de espécies conhecidas e ainda não conhecidas pela ciência, influenciando na quantidade e qualidade da água de rios e mananciais, diminuindo a fertilidade do solo, bem como afetando características do microclima nesses delicados ecossistemas e contribuindo com o problema do aquecimento global. Os números impressionantes da destruição do bioma demonstram a deficiência das políticas de conservação ambiental no país e a precariedade do sistema de fiscalização dos órgãos públicos.

A busca de um contexto de desmatamento zero no bioma passa pela adoção de critérios de sustentabilidade em todas as atividades humanas. Isso significa um esforço coletivo da indústria, do comércio, da agricultura e do setor energético na adoção de novos modelos de produção, menos agressivos ao meio ambiente, bem como do poder público, no sentido de garantir a fiscalização ambiental e a elaboração e o cumprimento das leis, e finalmente a conscientização dos cidadãos em geral acerca da necessidade de se fazer o reflorestamento utilizando mudas principalmente de espécies endêmicas e nativas que ainda não foram extintas, exigindo padrões de sustentabilidade enquanto consumidores, cobrando dos governantes e se mobilizando pela manutenção da floresta de pé e pela recuperação das áreas degradadas. Além disso, a Mata Atlântica oferece outras possibilidades de atividades econômicas, que não implicam na destruição do meio ambiente e em alguns

casos podem gerar renda para as comunidades locais e tradicionais. Alguns exemplos são o uso de plantas para se produzir remédios, matérias-primas para a produção de vestimentas, corantes, essências de perfumes; insumos para a indústria alimentícia ou ainda a exploração de árvores por meio do corte seletivo para a produção de móveis certificados, o chamado manejo sustentável, o ecoturismo e mais recentemente o mercado de carbono.

Principais exemplos vegetais: pau-brasil, cedro, canela, ipê, jacarandá, jatobá, jequitibá, palmeira, epífitas (orquídeas e outros), cipós etc.

Fauna



Mico-leão-dourado, onça-pintada, bicho-preguiça, capivara. Estes são alguns dos mais conhecidos animais que vivem na Mata Atlântica. Mas a fauna do bioma onde estão as principais cidades brasileiras é bem mais abrangente do que nossa memória pode conceber. São, por exemplo, 261 espécies conhecidas de mamíferos. Isso significa que, se acrescentássemos à nossa lista inicial o tamanduá-bandeira, o tatu-peludo, a jaguatirica, e o cachorro-do-mato, ainda faltariam 252 mamíferos para completar o total de espécies dessa classe na Mata Atlântica.

O mesmo acontece com os pássaros, répteis, anfíbios e peixes. A garça, o tiê-sangue, o tucano, as araras, os beija-flores e periquitos. A jararaca, o jacaré-do-papo-amarelo, a cobra-coral, o sapo-cururu, a perereca-verde e a rã-de-vidro. Ou peixes conhecidos como o dourado, o pacu e a traíra. Esses nomes já são um bom começo, mas ainda estão longe de representar as 1020 espécies de pássaros, 197 de répteis, 340 de anfíbios e 350 de peixes que são conhecidos até hoje no bioma. Sem falar de insetos e demais invertebrados e das espécies que ainda nem foram descobertas pela ciência e que podem estar escondidas bem naquele trecho intacto de floresta que você admira quando vai para o litoral.

Outro número impressionante da fauna da Mata Atlântica se refere ao endemismo, ou seja, as espécies que só existem em ambientes específicos dentro desse bioma. Das 1711 espécies de vertebrados que vivem ali, 700 são endêmicas, sendo 55 espécies de mamíferos, 188 de aves, 60 de répteis, 90 de anfíbios e 133 de peixes. Os números impressionantes são um dos indicadores desse bioma como o de maior biodiversidade na face da Terra.

A grande riqueza da biodiversidade na Mata Atlântica também é responsável por surpresas, como as descobertas de novas espécies de animais. Recentemente, foram catalogadas a rã-de-alcatrázes e a rã-cachoeira, os pássaros tapaculo-ferrerrinho e bicudinho-do-brejo, os

peixes *Listrura boticario* e o *Moenkhausia bonita*, e até um novo primata, o mico-leão-de-cara-preta, entre outros habitantes.

Num bioma reduzido a cerca de 8% de sua cobertura original é inevitável que a diversidade faunística esteja pressionada pelas atividades humanas. A Mata Atlântica abriga hoje 383 dos 633 animais ameaçados de extinção no Brasil, de acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

Causas para o desaparecimento de espécies e indivíduos são a caça e a pesca predatórias, a introdução de seres exóticos aos ecossistemas da Mata Atlântica, mas principalmente a deterioração ou supressão dos habitats dos animais, causados pela expansão da agricultura e pecuária, bem como pela urbanização e implementação mal planejada de obras de infraestrutura.

No caso dos anfíbios, por exemplo, seus locais de procriação, como brejos e áreas alagadas, são muitas vezes considerados um empecilho e são eliminadas do meio ambiente através de práticas de drenagem ou então esses locais são até utilizados para despejo de esgoto. Os anfíbios são animais de extrema importância para o equilíbrio das populações das espécies que se relacionam nas teias alimentares, pois controlam a população de insetos e outros invertebrados e servem de comida para répteis, aves e mamíferos.

A proteção da fauna e da flora está diretamente relacionada à proteção do meio ambiente onde essas espécies convivem, se relacionam e sobrevivem. Em paralelo, outras medidas importantes são a fiscalização da caça, da posse de animais em cativeiro, do comércio ilegal de espécies silvestres; fiscalização efetiva da atividade pesqueira e realização de programas de educação ambiental junto à população visando à conscientização da população humana, acerca da necessidade de preservar o meio ambiente estabelecendo limites para a ocupação do solo e incrementando a formação de novas áreas de preservação ambiental em todos os municípios situados dentro desse delicado bioma da Mata Atlântica.

No que se refere à legislação, a proteção da fauna está prevista em nível federal na Constituição pela Lei 5.197/67 e também pela Lei de Crimes Ambientais (9.605/98). Iniciativas de caráter global com desdobramentos de ação regional e local, como a Agenda 21, também são um instrumento de apoio para a proteção da fauna. Mas todos esses elementos dependem da vontade política dos governantes, da conscientização, mobilização e participação dos cidadãos e divulgação do conceito de sustentabilidade nas atividades econômicas.

Principais exemplos de fauna: macacos, preguiças, onças, jaguatiricas, papagaios, araras, tucanos, cobras, cachorros-do-mato, porcos-do-mato, lagartos, grande diversidade de pássaros e insetos etc.

Espécies endêmicas ameaçadas de extinção

É possível que muitas espécies tenham sido extintas sem mesmo terem sido catalogadas. Estima-se que 269 espécies de animais, sendo 88 de aves endêmicas da Mata Atlântica, estão ameaçadas de extinção. Segundo o relatório mais recente do Instituto Brasileiro de

Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, entre essas espécies estão o miqui, mico-leão-dourado, bugio, entre outros.

Água



Queda-d'água em Curitiba.

As regiões da Mata Atlântica têm alto índice pluviométrico devido às chuvas de encosta causadas pelas montanhas que barram a passagem das nuvens.

É comum pensarmos na complexidade de um bioma por aspectos de sua fauna e flora, mas um elemento fundamental para a existência da biodiversidade é a água. E se a água é essencial para dar vida a um bioma como a Mata Atlântica, suas florestas têm um papel vital para a manutenção dos processos hidrológicos que garantem a qualidade e volume dos cursos d'água. Além disso, as atividades humanas desenvolvidas dentro do bioma também dependem da água para a manutenção da agricultura, da pesca,

da indústria, do comércio, do turismo, da geração de energia, das atividades recreativas e de saneamento.

Atualmente, um conceito-chave para se estudar a relação entre a água, a biodiversidade e as atividades humanas é o da bacia hidrográfica, ou seja, o conjunto de terras drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. Na Mata Atlântica estão localizadas sete das nove grandes bacias hidrográficas do Brasil, alimentadas pelos rios São Francisco, Paraíba do Sul, Doce, Ribeira de Iguape e Paraná. As florestas asseguram a quantidade e qualidade da água potável que abastece mais de 110 milhões de brasileiros em aproximadamente 3,4 mil municípios inseridos no bioma.

Mas o fato de 61% da população brasileira estar concentrada em regiões de domínio da Mata Atlântica resulta em grande pressão sobre a biodiversidade e os recursos hídricos do bioma, que já enfrenta em diversas regiões problemas de crise hídrica, associados à escassez, ao desperdício, à má utilização da água, ao desmatamento e à poluição.

Em relação à escassez, as causas envolvem o aumento do consumo que acompanha o crescimento populacional, o desmatamento e a poluição, associados ao desenvolvimento desordenado das cidades e aos impactos das atividades econômicas, além do desperdício e da falta de políticas públicas que estimulem o uso sustentável, a participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos e a educação ambiental.



Mata Atlântica virgem na Zona da Mata, no Pernambuco.

Quanto ao desperdício, estima-se que no Brasil o índice de perda chegue a 70%, sendo que 78% de toda a água consumida são utilizados no ambiente doméstico. Associado ao desperdício também está o mau uso dos recursos hídricos, como no caso de técnicas ultrapassadas para irrigação na agricultura e para o uso na indústria e a opção ainda tímida pelo reúso da água.

Finalmente, destaca-se o desmatamento como fator agravante da crise hídrica, já que a supressão da vegetação, principalmente em áreas de mata ciliar, acarreta no assoreamento dos cursos d'água e até desaparecimento de mananciais. Como se não bastasse, a poluição por esgoto, lixo e agrotóxicos afeta a vida dos rios, podendo levá-los à morte e tornando a água imprópria para uso.

Em busca de maneiras de se gerir mais eficientemente a água e promover a preservação ambiental, o conceito das bacias hidrográficas vem sendo trazido, desde a década de 1970, para a esfera governamental e também para estratégias de conscientização, mobilização e participação pública. A ideia central dessa abordagem é que todo desenvolvimento de regiões urbanizadas e rurais é definido de acordo com a disponibilidade de água doce, em termos de quantidade e qualidade. Também faz parte desse pensamento o entendimento dos recursos hídricos de modo interligado e interdependente, ou seja, uma ação realizada em determinada região de uma bacia pode afetar outra região, como é o caso de lançamento de esgoto em rios, a contaminação por agrotóxicos, obras de infraestrutura etc.

O processo político decorrente dessa visão sobre a água resultou entre outros desdobramentos na criação da Lei 9.433/97, que estabelece a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Recordes mundiais da Mata Atlântica

- 454 espécies de árvores por hectare — no Sul da Bahia
- Animais: aproximadamente 1.600.000 espécies, incluindo insetos
- Mamíferos, aves, répteis e anfíbios: 1361 espécies, 567 endêmicas
- 2 % de todas as espécies do planeta somente para estes grupos de vertebrados
- 3% de felinos

A preservação

Atualmente existem menos de 10% da mata nativa. Dos 232.939 fragmentos florestais acima de 3 hectares existentes na Mata Atlântica, apenas 18.397 são maiores que cem hectares ou 1 km². [1] Existem diversos projetos de recuperação da Mata Atlântica, que esbarram sempre na urbanização e o não planejamento do espaço, principalmente na região Sudeste. Existem algumas áreas de preservação em alguns trechos em cidades como São Sebastião (litoral norte de São Paulo). Em nível nacional, graças aos inúmeros parques e bosques dentro de seu perímetro urbano, Curitiba é a cidade brasileira onde a Mata Atlântica está melhor preservada [2].

No Paraná, graças à reação cultural da população, à criação de APAs (Áreas de Preservação Ambiental), apoiadas por uma legislação rígida e fiscalização intensiva dos cidadãos, aparentemente a derrubada da floresta foi freada e o pequeno remanescente dessa vegetação preserva um alto nível de biodiversidade, na qual estão o mico-leão-dourado, as orquídeas e as bromélias.

Um trabalho coordenado por pesquisadores do Instituto Florestal de São Paulo mostrou que, neste início de século, a área com vegetação natural em São Paulo aumentou 3,8% (1,2 quilômetro quadrado) em relação à existente há dez anos. O crescimento, ainda tímido, concentrou-se na faixa de Mata Atlântica, o ecossistema mais extenso do estado.

A Constituição Federal de 1988 coloca a Mata Atlântica como *patrimônio nacional*, junto com a Floresta Amazônica brasileira, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira. A derrubada da mata secundária é regulamentada por leis posteriores, já a derrubada da mata primária é proibida.

A Política da Mata Atlântica (Diretrizes para a política de conservação e desenvolvimento sustentável da Mata Atlântica), de 1998, contempla a preservação da biodiversidade, o desenvolvimento sustentável dos recursos naturais e a recuperação das áreas degradadas.

Importância econômica

Da população brasileira, 61% vivem na área de domínio da Mata Atlântica [1], que mantém as nascentes e mananciais que abastecem as cidades e comunidades do interior, regula o clima (temperatura, umidade, chuvas) e abriga comunidades tradicionais, incluindo povos indígenas.

Entre os povos indígenas que vivem no domínio da Mata Atlântica estão os Wassu, Pataxó, Tupiniquim, Gerén, Guarani, Krenak, Kaiowa, Nandeva, Terena, Kadiweu, Potiguara, Kaingang, guarani M'Bya e tangang.

Entre os usos econômicos da mata estão as plantas medicinais (a maioria não estudadas), como espinheira-santa, caixeta, e o turismo ecológico.

5.4 SEQUÊNCIA 04

Eixo Temático: Vida e Ambiente

Tema da Atividade: Organização e Metabolismo – Fotossíntese

Apresentação

Este documento está estruturado da seguinte forma: apresentamos propostas de atividades que visam ao levantamento de concepções prévias acerca das cadeias alimentares, atividades de ampliação do conhecimento específico, atividade de sistematização, bem como textos para leitura complementar, suporte ao professor.

Dicas e sugestões ao professor estão distribuídas ao longo dos textos inseridos nos “balões de diálogo”.

O que apresentamos são alguns exemplos de atividades. Cabe ao professor adequá-las, ampliá-las e conduzi-las da maneira que lhe for mais conveniente, levando em consideração o público alvo, a realidade escolar, o contexto socioambiental e cultural da sua região. Essas atividades visam alcançar as expectativas de aprendizagem previstas para a temática que apresentamos a seguir.

Expectativas de Aprendizagem

As expectativas de aprendizagem para os estudantes da 3ª Fase do II Segmento da Educação de Jovens e Adultos relativas a este tema estão em conformidade com os Parâmetros Curriculares para Educação Básica do Estado de Pernambuco (outubro de 2012) que visam favorecer aos estudantes o desenvolvimento de habilidades para:

- Concluir, por meio de situações práticas, a importância da fotossíntese para os seres vivos que a realizam.
- Associar o processo fotossintético com a nutrição dos vegetais.
- Diferenciar fotossíntese de respiração celular.

Desenvolvimento

Atividade 1 – Levantamento de concepções prévias acerca dos conceitos básicos relativos à nutrição dos seres fotossintetizantes.

Professor(a)
lembre-se de que:

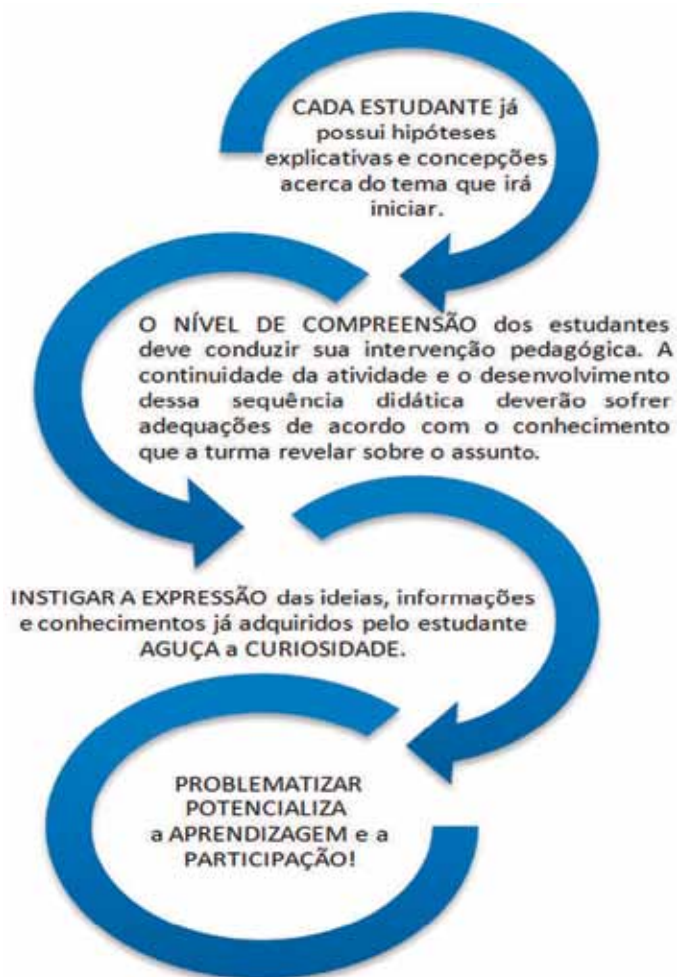


Diagrama dos princípios da problematização. Elaborado pelas autoras.

Condução da atividade

1. Apresentar as fichas como sugerimos a seguir ou similares que abordem a mesma proposta.
2. Orientar os estudantes para que, individualmente, analisem as afirmativas.

Professor, observe o registro individual. Nesse momento, os estudantes apresentam suas concepções prévias acerca dos conceitos chaves do tema. A partir destas conduza a sequência de forma a(re)significar, ampliar e transformar os equívocos em conceitos científicos aceitáveis.

3. Os estudantes devem descrever e se posicionar (concordar ou discordar) em relação a cada uma das ideias apresentadas nas fichas a seguir.

4. Em seguida, peça aos estudantes que justifiquem suas respostas registrando-as no caderno ou em folha avulsa para serem recolhidas pelo(a) professor(a) e posterior avaliação de aprendizagem do tema.

Modelos de fichas

As plantas alimentam-se pela raiz. <input type="checkbox"/> concordo <input type="checkbox"/> discordo
Justifique sua resposta:

As plantas respiram somente à noite e, durante o dia, elas realizam fotossíntese. <input type="checkbox"/> concordo <input type="checkbox"/> discordo
Justifique sua resposta:

Somente plantas verdes fazem fotossíntese. <input type="checkbox"/> concordo <input type="checkbox"/> discordo
Justifique sua resposta:

Somente as plantas terrestres fazem fotossíntese. <input type="checkbox"/> concordo <input type="checkbox"/> discordo
Justifique sua resposta:

Somente as folhas fazem fotossíntese. <input type="checkbox"/> concordo <input type="checkbox"/> discordo
Justifique sua resposta:

Algas vermelhas e bactérias clorofiladas também fazem fotossíntese. <input type="checkbox"/> concordo <input type="checkbox"/> discordo
Justifique sua resposta:

Para produzirem oxigênio (O_2), as plantas necessitam somente de gás carbônico (CO_2). <input type="checkbox"/> concordo <input type="checkbox"/> discordo
Justifique sua resposta:

Atente e registre as expressões dos grupos, especialmente as concepções usadas para justificarem suas escolhas. Contenha-se para não corrigir as respostas neste momento.

5. Convide os estudantes para que se organizem em grupos e socializem suas respostas, comparando-as.

6. Em seguida, peça aos grupos que registrem, de forma mais elaborada, as justificativas, chegando a um consenso de resposta.

7. Convide os grupos para que exponham suas conclusões para a turma e estimule o diálogo entre eles acerca das diferentes concepções apresentadas.

8. Finalize, explicando que as próximas atividades visam ampliar os conhecimentos relativos à nutrição dos seres fotossintetizantes.

Atividade 2 – Ampliando o conhecimento: de onde vem o alimento das plantas?

O que é necessário para que um vegetal cresça e se desenvolva? Justifique.

Seria o solo o alimento das plantas?
 concordo discordo

Justifique sua resposta:

A ideia do “solo ser alimento” para os vegetais é, provavelmente tão antiga como a agricultura. Foi Aristóteles, um dos primeiros filósofos a defender a hipótese de que as plantas obtêm os seus “alimentos” do solo, sob a influência do calor. E que o “alimento digerido” é absorvido pelas raízes.

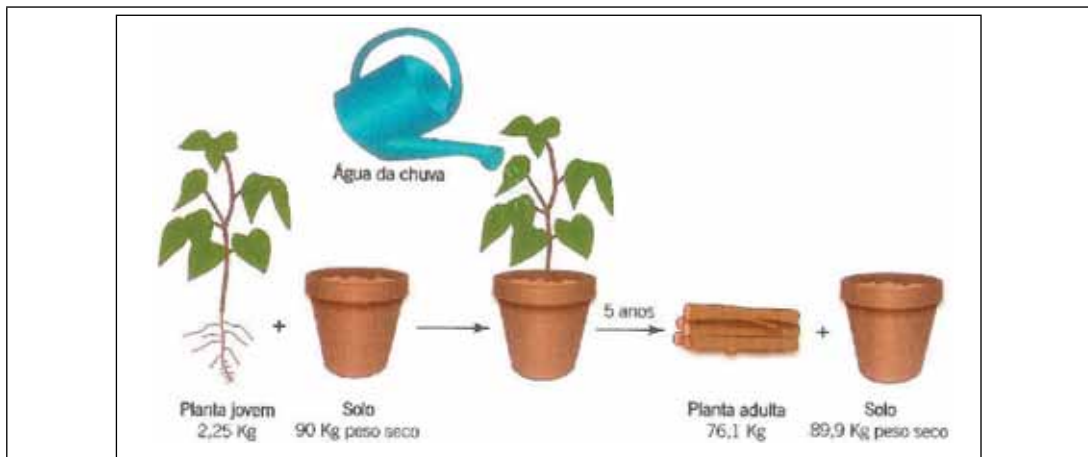
Discuta com seus colegas e responda: Aristóteles tinha razão?
 Sim Não

Justifique sua resposta:

Vamos conhecer e interpretar um pouco da história da ciência para tirar essa ideia a limpo...

No século XVII, um belga, médico, químico e fisiologista, chamado van Helmont era um grande defensor da hipótese de Aristóteles.

Ele conduziu a seguinte experiência para esclarecer a teoria de Aristóteles:



In: CARRAJOLA, C.; CASTRO, M.J.; HILÁRIO, T. **Planeta com Vida Biologia**(vol. 2). 1. ed., Edições Santillana Constância, Carnaxide, 2007(b).

“Tomei um vaso de barro, no qual coloquei 90 quilogramas de terra que havia secado em um forno (...) ali plantei um caule de salgueiro que pesava 2,25 quilogramas. (...) passados cinco anos, a árvore (...) pesava 80 quilogramas. Quando era necessário, eu sempre umedecia o vaso de barro com água de chuva ou água destilada, e o vaso era grande e estava implantado na terra.”

Para que a poeira levada pelo vento não se misturasse à terra do vaso cobri-lhe a abertura com uma placa de ferro revestida de estanho e com múltiplas perfurações. Não computei o peso das folhas que caíram em quatro outonos. (...) Após 5 anos, retirei o salgueiro e tornei a secar a terra, e ali encontrei os mesmos 90 kg com alguns gramas a menos. Portanto, 80 quilogramas de madeira, cortiça e raízes surgiram unicamente a partir da água.”

Analise o experimento, discuta com seus colegas as questões seguintes e registre no caderno suas conclusões:

1. Por que van Helmont secava a terra antes de pesá-la?
2. Como você explica a diferença de peso encontrada na terra, no início e no final do experimento?
3. Você concorda ou discorda das conclusões de van Helmont? Justifique.

Compreendendo o pensamento de van Helmont ...

Van Helmont interpretou que a matéria vegetal responsável pela diferença de peso era proveniente unicamente da água, uma vez que o peso seco da terra no final do experimento não havia sofrido perda apreciável.

Com a frase “80 quilogramas de madeira, cortiça e raízes surgiram unicamente a partir da água”, van Helmont demonstra acreditar que a água tinha *transmutado* em madeira, que ele considerava material do solo.

Estimule sempre a compreensão do sentido das palavras. Sempre que possível disponibilize dicionários para serem utilizados em sala de aula à medida que os estudantes entram em contato com novos termos.

Essa conclusão parecia lógica para os pensamentos científicos da época. Van Helmont comungava com a ideia de Aristóteles porque, assim como este e muitos outros, era um grande defensor da teoria da Abiogênese – Geração Espontânea – que afirmava que seres vivos poderiam originar de um “princípio ativo”, ou seja, que era possível “fazer” um ser vivo por meio da matéria bruta.

Para se ter ideia da força da teoria da Abiogênese, na época, van Helmont chegou a publicar um famoso livro de receitas, no qual orientava que *bastava misturar uma roupa suada com germe de trigo e esperar vinte e um dias para se obter ratos*.

O que van Helmont não levou em consideração com essa sua hipótese?

Se respondeu que os ratos adoram trigo, acertou!!!

O cheiro desse alimento, especialmente moído e estocado, é um grande atrativo para os roedores.



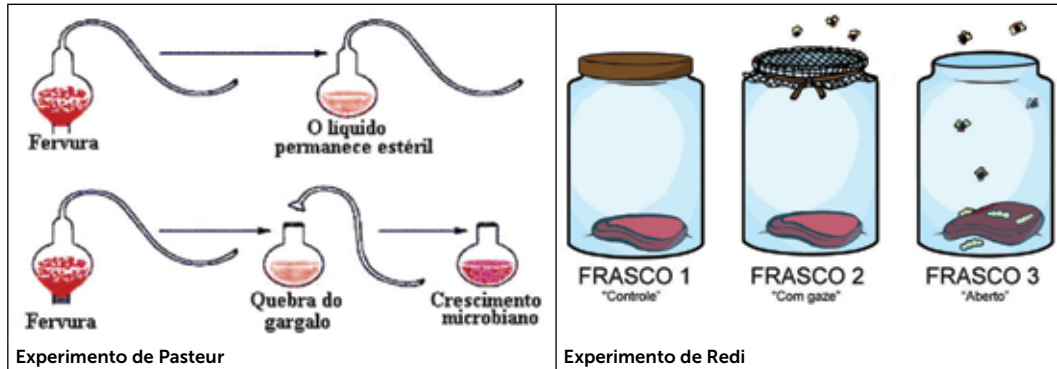
Disponível em: <<http://clipartof.com/93971>> Acesso 10 out. 2013.

A teoria da abiogênese foi enfraquecendo, a partir do século XIX, com as experiências e contestações de pesquisadores que defendiam a teoria da Biogênese.

Relembre o que já aprendeu acerca das Teorias da Origem da Vida:

Resgate os princípios da Teoria da Biogênese já estudados, estimulando debates.

Analisé os dois experimentos ilustrados abaixo.



Imagens disponíveis em: <<http://blogcoisasparapensar.blogspot.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

1. O que Pasteur e Redi buscavam investigar?
2. Que teoria de origem da vida eles comprovam?

Vamos mais além... Leia o texto a seguir e responda às questões que se seguem.

O que a Fotossíntese mudou no curso da evolução?

Um grande evento que teve lugar cerca de 2,5 bilhões de anos atrás foi a evolução da fotossíntese: a capacidade de usar a energia da luz solar para o metabolismo de energia.

Todas as células devem obter matéria prima – carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e enxofre, dentre outros e energia para alimentar o seu metabolismo. São os seres fotossintéticos que disponibilizam essas matérias primas ao seu ambiente.

As primeiras células fotossintéticas eram provavelmente similares às células procariontes atuais chamadas cianobactérias. O processo de captação de energia que eles usaram é a base de quase toda a vida na Terra hoje.

O gás oxigênio (O_2) é um subproduto da fotossíntese. Uma vez que a fotossíntese evoluiu, procariontes fotossintéticos tornaram-se tão abundantes que liberaram grandes quantidades de O_2 na atmosfera.

O O_2 que respiramos hoje não existiria sem a fotossíntese. Quando esse gás apareceu pela primeira vez na atmosfera ele, provavelmente, era venenoso para a maioria dos organismos que já viviam no planeta Terra.

Os seres procariontes que, dentro do processo evolutivo, desenvolveram a tolerância ao O_2 , foram capazes de colonizar, com sucesso, diferentes ambientes no planeta e proliferaram em grande abundância. Para os procariontes, a presença de oxigênio

abriu novos caminhos de evolução, uma vez que as reações metabólicas que usam O_2 , chamadas de metabolismo aeróbico eram (e são) mais eficientes do que o metabolismo anaeróbico (sem uso do oxigênio) que procariontes anteriores haviam usado.

O metabolismo aeróbico permitiu às células se especializarem mais. Frente a isso, este tipo de metabolismo passou a ser utilizado pela maioria dos organismos na Terra.

Ao longo do tempo, as grandes quantidades de oxigênio liberadas pelos seres fotossintetizantes tiveram outro efeito. Formado a partir de O_2 , o ozônio (O_3) começou a se acumular na superfície da atmosfera. O ozônio lentamente formou uma camada densa que agiu como um *escudo* protetor, interceptando a maior parte da radiação ultravioleta mortal do sol.

Apenas dentro dos últimos 800 milhões de anos de evolução, a presença deste *escudo* possibilitou aos organismos saírem da proteção do oceano e estabelecerem novas formas de vida na superfície da Terra.

Texto elaborado pelas autoras

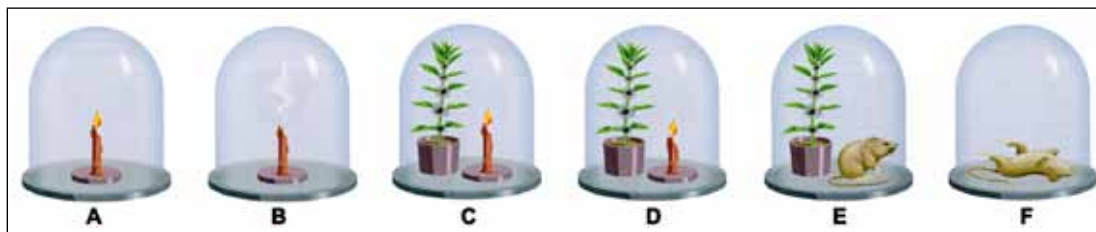
A partir da leitura do texto, pense e responda em seu caderno:

De onde veio, diretamente, a energia que os seres fotossintetizantes usaram para metabolizar as primeiras matérias primas?

Afinal, como descobriram de onde os gases vêm?

Em fins do século XVIII, ocorreu a descoberta do gás oxigênio e seu papel essencial à vida dos seres vivos. O químico Inglês Joseph Priestley (1722-1804) foi um dos primeiros a manifestar interesse em investigar os gases necessários para a vida vegetal.

Um dos experimentos realizados por Priestley está representado abaixo.



Crédito da imagem: autoras

Várias etapas do experimento de Priestley – **A-** Vela acesa flutuando sobre a cortiça em água e coberta com uma campânula. **B-** após um tempo, a vela apagada. **C-** Planta verde colocada sobre a campânula com a vela acesa. **D-** após um tempo, a vela permanece acesa. **E-** Planta em uma campânula, após um tempo, camundongo continua vivo. **F-** Retira-se a planta da campânula, após um tempo, camundongo morto.

Observe as imagens, discuta com seus colegas de grupo e responda:

1. O que acontece com a vela na imagem B? Provavelmente, porque isso acontece?
2. O que existe nos sistemas representados nas imagens C, D e E que garantem a manutenção da vela acesa e a vida do camundongo? Justifique.

3. Por que o camundongo morre no sistema F?
4. Na sua opinião, o que Priestley conseguiu demonstrar com este experimento?

Os estudantes já devem ter a compreensão de que para que ocorra a "combustão" é necessário que exista O_2 no meio.

Como descobriram a importância da luz?

Jan Ingenhousz, médico holandês, fez diferentes variações dos experimentos de Priestley e chegou a conclusões importantes, como:

"As plantas despejavam uma chuva de ar purificado que se difundindo através da atmosfera torna-a mais adequada para a vida humana. Essa purificação começa somente depois que o Sol aparece acima do horizonte".

Pela primeira vez, a LUZ era percebida como sendo um componente necessário para o processo de purificação do ar.

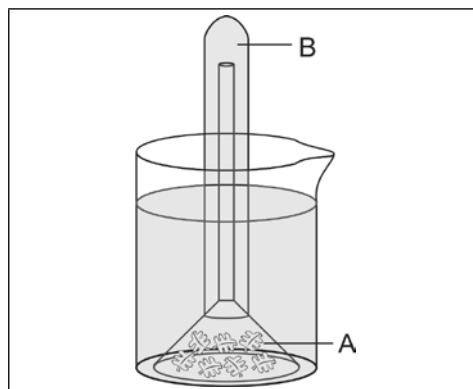
Os experimentos de Ingenhousz forneceram evidências de que as partes verdes dos vegetais eram responsáveis pelo processo de depuração do ar.

Entretanto, Ingenhousz não compreendia por que a luz era importante e nem o significado da cor verde. Da mesma forma que van Helmont explicou a incorporação da água pela planta de salgueiro, através da hipótese da transmutação, Ingenhousz sugeriu que vegetais submersos em água produziam ar através da influência da luz que **transmutavam** água e outras substâncias em matéria vegetal.

Atividade 3 – A origem do elemento oxigênio produzido pelos vegetais

No final do século dezoito, diversos experimentos foram elaborados (Berthollet, Jean Senebier e Nicholas de Saussure) na tentativa de se conhecer a origem do elemento oxigênio produzido pelos vegetais. Uma das experiências feitas por Senebier você pode repetir, juntamente com seus colegas em sala de aula, seguindo o procedimento abaixo:

Prepare o que você vai precisar: Uma cuba ou um becker ou um vidro de boca larga, um funil de vidro, um tubo de ensaio e ramos de elódea (planta aquática, comumente usada em aquário).



Modelo de sistema para reprodução do experimento de Jean Senebier. Crédito imagem: autoras.

Procedimento: Com a ajuda de seu professor, monte dois sistemas, conforme a figura acima, da seguinte maneira:

1. Coloque a elódea dentro da cuba com água, tomando o cuidado de cortar as pontas com uma lâmina de barbear nova ou um bisturi com lâmina nova (deixe que o professor essa parte faça para você). Você pode usar, também, couve picadinha, o importante é conservar sempre os ramos debaixo da água, como mostrado na parte A da figura.
2. Ponha o funil emborcado sobre os ramos da planta. A ponta do funil deve ficar submersa na água.
3. Emborque o tubo de ensaio cheio de água sobre a ponta do funil, de modo que não entre ar no tubo, como mostrado na parte B da figura.
4. **Agora para investigar...** Coloque uma das cubas ao sol e a outra no escuro, durante algumas horas.

Registre, com detalhes, o que você observa nas montagens colocadas em lugares diferentes. O que está ocorrendo? Explique por que isso ocorre.
Que conclusões você pode tirar dos experimentos acima?

Por volta de 1930, o investigador Van Niel propôs a hipótese de que o oxigênio liberado na fotossíntese proviesse da água e não do dióxido de carbono, como antes se pensava. O problema da origem do oxigênio liberado durante a fotossíntese, só foi resolvido um século mais tarde, quando em 1941, uma equipe de pesquisadores da Universidade da Califórnia realizou experimentos com algas verdes, *Chlorella*, usando técnicas bioquímicas, que comprovaram que o oxigênio liberado era originário da "quebra" da molécula de água.

No experimento de Jean Senebier, assim como no que você realizou, quando colocou as cubas em locais com pouca luminosidade, foi observado que a quantidade de oxigênio produzida foi menor do que em ambientes com grande luminosidade.

O que esse experimento mostra em relação à importância da luz na produção de oxigênio?

Senebier também demonstrou que tanto fragmentos de folhas quanto folhas inteiras, quando colocadas em água e na presença de luz, eram capazes de produzir oxigênio.

Em 1954, o experimento de Senebier foi ampliado. Foi observado que cloroplastos isolados também realizam a fotossíntese.

No século XVIII, Jan Ingenhousz já havia feito as seguintes descobertas importantes:

- 1) há necessidade de pigmentos verdes para a realização da fotossíntese.
- 2) a fotossíntese só ocorre na presença de luz.

Atualmente já se sabe que a luz fornece a energia necessária para que o processo da fotossíntese ocorra.

Atividade 4 – Descobrimo pigmentos vegetais

Ao realizar esta atividade, você terá a oportunidade de conhecer alguns pigmentos vegetais, entre eles a clorofila e a xantofila. A xantofila torna-se evidente nas folhas envelhecidas, amareladas pelo tempo.

Você vai precisar de

- placa de Petri ou pires;
- tubo de ensaio;
- suporte de tubo de ensaio;
- folhas de plantas diferentes;
- álcool;
- benzina;
- funil;
- gral e pistilo (ou mesmo um socador de alho);
- papel-filtro (cortado em forma de triângulo);
- conta-gotas.

Procedimentos

1ª parte

- Rasgue as folhas em pequenos pedaços e coloque-as no gral (recipiente de porcelana).
- Adicione álcool às folhas picadas e macere-as (esmague-as) com o pistilo (bastão de porcelana). Misture-as bastante até obter um “caldo verde”.
- Disponha os triângulos de papel-filtro na placa de Petri, com as pontas voltadas para o centro da placa.
- Cada componente do grupo terá um triângulo de papel-filtro.
- Transfira 10 gotas do caldo verde para a placa de Petri, de modo a tocar as pontas do papel-filtro.
- Reserve o restante do caldo verde para a 2ª etapa do experimento.
- Aguarde e observe o que ocorre com o papel filtro ao final do experimento.

2ª parte

- Passe o caldo verde restante para o tubo de ensaio, com a ajuda do funil, e acrescente a benzina.
- Tampe a boca do tubo de ensaio com o dedo, agite-o e observe o que ocorre após alguns minutos.

Tenha cuidado ao manusear álcool e benzina!

Responda:

1. Como você explica o “caldo verde” obtido, após a mistura de álcool e folhas picadas maceradas?

2. Qual o resultado obtido, após mergulhar o papel-filtro no álcool verde? Como você interpreta esse fato?
3. Quantas camadas surgiram no tubo de ensaio?
4. Quais as cores das camadas obtidas no tubo de ensaio?
5. Utilize o espaço abaixo para desenhar o tubo de ensaio, indicando as cores e os nomes dos respectivos pigmentos.

É com uma coloração verde que os vegetais e as algas confirmam sua presença nos ambientes. Esses seres apresentam pigmentos de clorofila em seus corpos. Os vegetais e as algas podem apresentar cores variadas: vermelhos, azuis, amarelos, marrons. Mas, a clorofila, ora escondida entre os outros pigmentos, ora bem exposta, é o principal pigmento dos produtores. Sua importância se deve ao papel que exerce nas algas e vegetais, possibilitando-lhes o processo de fotossíntese.

A fotossíntese é uma fantástica invenção da natureza!

Atividade 5 – Ampliando o conhecimento: em que as folhas auxiliam as plantas na fotossíntese?

As folhas são estruturas adaptadas à realização da fotossíntese, processo pelo qual a planta usa luz como fonte de energia para produzir compostos orgânicos, a partir de água e gás carbônico. As duas principais características que evidenciam tal adaptação são a forma laminar e a presença de tecidos formados por células ricas em cloroplastos. Estes tecidos estão organizados, de modo a facilitar a fotossíntese. Além disso, as folhas possuem algumas características que ajudam a reduzir ou controlar a perda excessiva de água. A mais importante delas é a presença de uma camada transparente de cera que impermeabiliza a superfície da folha. Na folha, encontram-se também as estruturas responsáveis pela troca de gases (oxigênio, gás carbônico) e água. Estas estruturas, os estômatos, podem ser facilmente observadas na epiderme inferior da folha.

Observando os estômatos

Você vai precisar de:

1. Microscópio
2. Estilete ou lâmina de barbear
3. Lâminas e Lamínulas de microscopia
4. Diferentes tipos de folhas podem ser utilizados para a observação dos estômatos (por ex.: tradescância, espada de São Jorge, babosa ou outra planta de que seja fácil destacar a película inferior da folha).

Procedimento:

- Com um estilete ou lâmina de barbear, retire a película inferior de uma das folhas (esta película deve ser bem fina para permitir a observação microscópica).

Nesta etapa, conte com o seu professor.

- Coloque o material sobre uma lâmina com uma gota de água.
- Cubra com lamínula.
- Observe ao microscópio, utilizando, inicialmente, a objetiva de menor aumento, e depois a objetiva de aumento médio.
- Identifique os estômatos e desenhe-os abaixo.

Veja a imagem de um estômato observada ao microscópio. Parece-se com o que você observa?



Disponível em: < <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

1. Como se apresenta a abertura dos estômatos no material observado?
2. Em qual das superfícies da folha você observa os estômatos?
3. Que função pode ser atribuída ao estômato?
4. Pesquise quais fatores ambientais influenciam a abertura dos estômatos.
5. Além de ser o responsável pelo controle da troca gasosa entre a planta e o meio externo, o estômato tem uma papel importantíssimo no controle da transpiração do vegetal. Desse modo, em que condições ambientais você espera encontrar o vegetal com estômatos abertos e fechados?

Atividade 6 – Ampliando o conhecimento: e o carbono de onde vem?

A circulação do carbono na Terra é complexa, envolvendo dois ciclos bem distintos: um meio terrestre e o outro em meios aquáticos.

No ambiente terrestre, o carbono da atmosfera (na forma de gás carbônico) é utilizado pelos vegetais, para a produção de carboidratos, durante o processo de fotossíntese.

Estima-se que, pelo processo da fotossíntese, as plantas terrestres incorporem de 20 a 30 milhões de toneladas de carbono anualmente, produzindo compostos orgânicos. Os vegetais, além da liberação de carbono para o ambiente, através dos processos respiratórios,

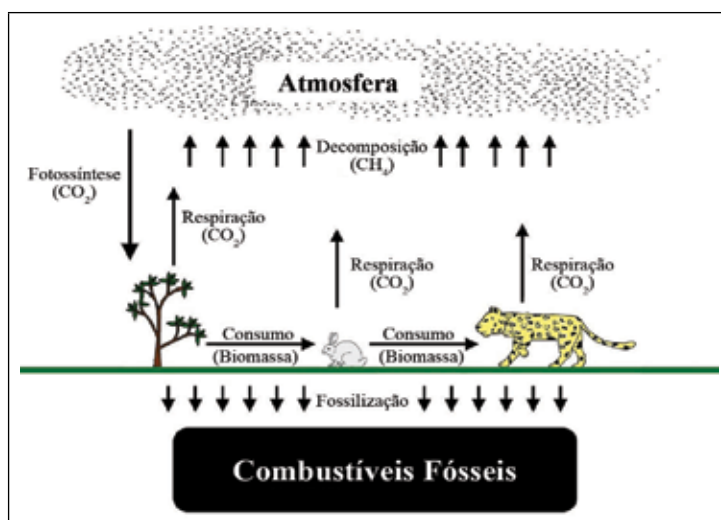
ao morrer, sofrem a ação dos decompositores em suas substâncias orgânicas. Quando servem de fonte alimentar aos animais, fornecem a estes os carboidratos, proteínas e lipídeos que serão transformados em energia, liberando o carbono (na forma de gás carbônico) de volta para a atmosfera.

Nos animais, durante seu ciclo de vida, parte do carbono obtido através da alimentação é incorporada ao seu corpo e parte é eliminada na urina, nas fezes e durante o processo de respiração. A urina e as fezes serão decompostas pelos microrganismos e o carbono é devolvido à atmosfera. Esse mesmo processo ocorre com o corpo do animal, após a sua morte.

Nos meios aquáticos, as algas unicelulares que constituem o fitoplâncton incorporam de 30 a 40 bilhões de toneladas de carbono, anualmente.

O fitoplâncton assimila o gás carbônico dissolvido na água e, através do processo da fotossíntese, produz açúcares e oxigênio. Os organismos aquáticos unicelulares (zooplâncton) e alguns peixes se alimentam de fitoplâncton que contém, entre outros, açúcares e proteínas que serão utilizados pelos animais como fonte de energia. Em seus processos respiratórios, todos os organismos aquáticos utilizam o oxigênio dissolvido na água e liberam o gás carbônico de volta para a atmosfera.

Algumas vezes, ao morrer, os organismos não sofrem completa decomposição, podendo ser enterrados por sedimentos ou lamas. Esse acúmulo de material parcialmente decomposto é conhecido como turfa. A turfa pode eventualmente ser coberta por rochas sedimentares e ficar, assim, sob pressão. Dependendo de fatores como tempo, temperatura e outros, a turfa pode ser comprimida, resultando em carvão macio ou duro, petróleo ou gás natural – os chamados combustíveis fósseis. A erosão do solo descomprimindo a turfa e a queima dos combustíveis liberam o gás carbônico, reintegrando-o à atmosfera.



Disponível em: < <http://bionoem.blogspot.com.br> > Acesso em: 10 out. 2013.

1. Interprete a imagem e, a partir de sua interpretação, elabore um texto que explique o ciclo do carbono.

Atividade 7 – Sistematize o que aprendeu acerca da importância da fotossíntese

Todos os seres vivos necessitam de energia para a sua sobrevivência. Essa energia é obtida a partir da oxidação dos compostos orgânicos, principalmente a glicose, durante o processo conhecido como respiração celular. Alguns organismos, os vegetais, conseguem produzir sua própria energia (autótrofos) enquanto outros, os heterótrofos, necessitam obter a energia através da alimentação. Neste estudo, veremos como a energia oriunda do Sol, sob a forma de luz, é captada pelos vegetais e convertida em energia química.

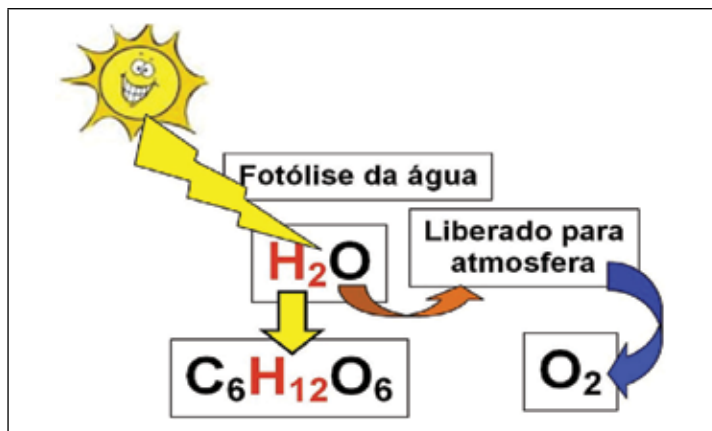
Vimos, nas discussões anteriores, que a planta realiza a fotossíntese somente na presença de luz e que um dos produtos desse processo é o oxigênio. Discutimos, ainda, que a partir de luz, água e gás carbônico, as plantas conseguem produzir matéria orgânica – a glicose – que é utilizada não só pela planta como fonte de energia, mas também por todos os seres vivos que delas se alimentam.

O processo de fotossíntese é representado quimicamente pela seguinte equação:



Discuta com seu grupo e faça uma frase para explicar a equação acima.

Analisar a figura abaixo e responder às perguntas que se seguem.

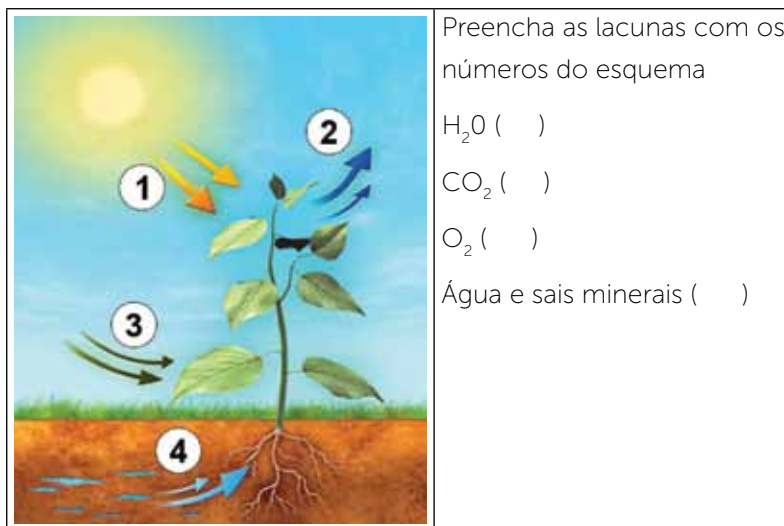


Disponível em: <<http://www.ricardogauchobio.com.br>>. Acesso em: 11 maio 2013.

- Com a ajuda do dicionário, explique o que é Fotólise da água.
- Qual molécula fornece o hidrogênio que compõe a molécula de glicose?
- Qual molécula fornece o oxigênio liberado na fotossíntese?
- Qual o destino do oxigênio liberado?

Atividade 8 – Síntese do processo fotossintético na planta

Observe o esquema e responda às questões que se seguem:



Disponível em: <<http://www.brasilescola.com>>. Acesso em: 10 out. 2013.

1. Qual a origem de CO₂? Como essa molécula entra na planta?
2. Qual a origem da água que entra na planta? Quais nutrientes ela fornece à planta?
3. Como a água chega até o local da fotossíntese?
4. O que acontece com a glicose produzida na fotossíntese?
5. Enfim, qual é o alimento das plantas?
6. Faça um texto sintético, descrevendo o processo e a importância da fotossíntese para a manutenção da vida em nosso planeta.

Avaliação da Aprendizagem

Como já destacamos nas orientações didáticas, a avaliação deve ser processual, visando apontar o estágio de desenvolvimento de cada estudante, identificando as concepções e dificuldades referentes à temática. A partir do diagnosticado, é importante que o professor redirecione suas propostas e ações, a fim de sanar, ao máximo, as deficiências individuais.

Nesta Sequência Didática, sugerimos atividades de diversas naturezas e, assim, vários instrumentos avaliativos podem ser utilizados. No item Avaliação da Aprendizagem, o professor pode eleger o mais adequado para ser aplicado nos diferentes momentos do trabalho.

O importante é sempre analisar com o estudante o que os instrumentos apontam, levando-o a refletir com tranquilidade acerca do seu processo e se (co)responsabilizar pelo seu aprendizado. Sugerimos que o professor privilegie instrumentos que o ajudem a observar os avanços não somente cognitivos, mas também os atitudinais, seja nas tarefas individuais ou coletivas.

Texto de Leitura Complementar

A EVOLUÇÃO DA ATMOSFERA TERRESTRE¹²

Wilson F. Jardim

A evolução da atmosfera terrestre ao longo de 4,5 bilhões de anos nos revela transformações químicas drásticas. O aparecimento da vida no nosso planeta acarretou uma situação de constante desequilíbrio na nossa atmosfera, sendo que essa instabilidade tem se agravado nestas últimas décadas, fruto das atividades antrópicas. Os perigos associados à alteração da composição química da atmosfera também são discutidos.

► atmosfera, termodinâmica, fotossíntese, respiração ◀

ATerra tem aproximadamente 4,5 bilhões de anos. Seria pouco provável que nosso planeta tivesse permanecido por todo esse tempo idêntico, na sua forma e na sua composição, ao planeta que hoje habitamos. O mesmo ocorre com a atmosfera terrestre, que nem sempre apresentou a mesma composição química que a atual, conforme apresenta o Quadro 1. Muito embora todos nós tenhamos a idéia de que grandes mudanças devem ter ocorrido nesses bilhões de anos, sempre nos resta uma pergunta: como podemos reconstituir a atmosfera terrestre primitiva de modo a avaliar a magnitude dessas transformações? Simplesmente tentando entender as marcas deixadas por essas transformações no nosso planeta através da química, da geologia e da biologia, trabalhando integralmente como uma equipe multidisciplinar. E à medida que desvendamos as grandes transformações químicas que a atmosfera terrestre vivenciou, procuramos avaliar quais foram as conseqüências dessas mudanças para a manutenção da vida na Terra. Assim, podemos aprender muito com a história, de modo a não cometermos os mesmos erros (ou pelo menos nos

protegermos de seus efeitos), os quais ficaram registrados na crosta do planeta ao longo desses bilhões de anos.

O processo mais importante ocorrido no planeta Terra foi o aparecimento da vida, o que deve ter ocorrido há aproximadamente 3,5 bilhões de anos. Até então, estima-se que nosso planeta apresentava uma atmosfera bastante redutora, com uma crosta rica em ferro elementar e castigada por altas doses de radiação UV, já que o Sol era em torno de 40% mais ativo do que é hoje e também não havia oxigênio suficiente para atuar como filtro dessa radiação, como ocorre na estratosfera atual (vide artigo sobre química atmosférica). Dentro dessas características redutoras, conclui-se que a atmosfera primitiva era rica em hidrogênio, metano e amônia. Estes dois últimos, em processos fotoquímicos mediados pela intensa radiação solar, muito provavelmente terminavam se transformando em nitrogênio e dióxido de

carbono. Conforme esperado, todo oxigênio disponível tinha um tempo de vida muito curto, acabando por reagir com uma série de compostos presentes na sua forma reduzida.

A termodinâmica e o conceito de vida

Uma observação mais criteriosa da composição química da atmosfera terrestre (Quadro 1) mostra que o nosso planeta é ímpar quando comparado com nossos vizinhos mais próximos, Marte e Vênus. Se fosse possível tomar uma amostra de cada uma das atmosferas desses dois planetas e confiná-las em um sistema isolado por alguns milhões de anos, iríamos observar que as

Quadro 1: Composição química e termodinâmica da atmosfera de alguns planetas do Sistema Solar (%).

Gás	Vênus	Marte	Terra	Terra*
CO ₂	96,5	95	0,035	98
N ₂	3,5	2,7	79	1,9
O ₂	traços	0,13	21	traços
Argônio	traços	1,6	1,0	0,1
$\Delta fG_{m}^{\circ}/\text{kJ mol}^{-1}$ **	-365	-376	-1,8	-377

* Composição provável antes do aparecimento da vida no planeta.

** Detalhes sobre como calcular os valores da energia livre padrão molar de formação apresentados nesta tabela encontram-se em Jardim e Chagas, 1992.

¹² Texto na íntegra, disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/evolucao.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2013.

suas composições químicas não se alterariam. Ou seja, sob o ponto de vista termodinâmico, essas atmosferas estão em equilíbrio, conforme mostram os dados termodinâmicos presentes na última linha do Quadro 1. No entanto, se tomarmos uma amostra do ar que respiramos hoje e procedermos do mesmo modo que fizemos para as amostras de Marte e Vênus,

ou seja, confiná-la de modo a excluir qualquer interação com seres vivos, iríamos descobrir que sua composição química seria drasticamente alterada, e no final teríamos uma atmosfera muito similar àquela encontrada nesses dois planetas, conforme mostrado na última coluna do Quadro 1.

Isso demonstra que a atmosfera terrestre está muito distante do equilíbrio termodinâmico, o que intuitivamente é sabido, pois como poderíamos explicar que em uma atmosfera tão rica em oxigênio (poderoso oxidante) pudessem coexistir espécies reduzidas tais como metano, amônia, monóxido de carbono e óxido nítrico? Em uma análise mais abrangente, poderíamos dizer que esse quadro único em termos de composição química da atmosfera da Terra é fruto da vida que se desenvolveu no planeta há mais de 3,5 bilhões de anos. O oxigênio que hoje compõe a atmosfera é quase todo produto da fotossíntese, pois todas as outras fontes fotoquímicas inorgânicas de produção de oxigênio juntas contribuem com menos de um bilionésimo do estoque de O_2 que respiramos. Assim, os processos biológicos

(em outras palavras, a vida!) produzem não apenas o oxidante atmosférico mas também os gases reduzidos, gerando um estado de baixa entropia, mantido pela inesgotável fonte de

energia proveniente da radiação solar.

Essa análise termodinâmica da atmosfera terrestre foi muito importante na década de 60, quando os EUA e a extinta União Soviética, no auge do período denominado 'Guerra Fria', estavam interessados na exploração do espaço e na investigação da possibilidade da existência de vida extraterrestre.

Imagine uma nave não-tripulada pousando em Marte para investigar a existência de vida nesse planeta, e que você fosse o encarregado de idealizar um experimento que pudesse elucidar essa dúvida. Na realidade, esse cenário não é de ficção, e realmente ocorreu. Dentre as várias propostas de experimentos que foram apresentadas (busca de DNA, detecção de carbono assimétrico etc.), todas pecavam porque assumiam que a existência da vida seria caracterizada por

indícios com os quais estamos familiarizados, ou seja, estavam centrados na nossa concepção do que é vida. No entanto, o pesquisador inglês James Lovelock (1982) propôs que não seria necessário ir até estes planetas para verificar se haveria ou não vida neles, uma vez que em um conceito muito mais amplo (e válido para todo o Sistema Solar), a vida poderia ser detectada pela simples observação, daqui da Terra mesmo, do estado de entropia da atmosfera alienígena. Dentro dessa

concepção química extremamente abrangente de vida, Marte e Vênus são hoje tidos como planetas estéreis porque suas atmosferas estão em equilíbrio termodinâmico. Você já havia

pensado que a química pode fornecer uma das melhores e mais abrangentes definições do que é a vida?

O aparecimento da vida na Terra

A evolução da vida no nosso planeta pode ser resgatada através das evidências deixadas na crosta terrestre (incluindo as calotas polares), basicamente pela análise geoquímica (especificação química e radio-isotópica) de rochas e meteoritos, ou pelos fósseis de organismos que habitaram a Terra, além de uma boa dose de criatividade balizada pelas evidências científicas e pelo bom senso. O Quadro 2 esboça os principais eventos que determinaram a evolução da vida, mostrando a época em que ocorreram e as evidências usadas para inferi-los.

As rochas mais antigas mostrando provável evidência de vida foram encontradas na Groenlândia e são sedimentos carbonáticos com 3,8 bilhões de anos. Antes disso, acredita-se que a crosta terrestre era tão bombardeada por

meteoritos que a vida seria improvável. Nessas rochas já se verifica um desbalanço isotópico, ou seja, o empobrecimento de ^{13}C em relação ao ^{12}C , o que geralmente é indicativo de atividade biológica (vide detalhes no box).

Em rochas oriundas da Austrália, com idade em torno de 2,8 bilhões de anos, foram encontradas cadeias de filamentos que muito se assemelham às cianofícias filamentosas (algas azuladas) de hoje. No entanto, os primeiros fósseis que realmente mostram organismos multicelulares são oriundos do Lago Superior, na América do Norte, e têm 2 bilhões de anos. Nesses fósseis foram encontradas as primeiras evidências de mecanismos de proteção ao oxigênio e à fotooxidação em cianofíceas.

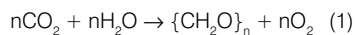
Uma análise centrada nas mudanças químicas que acompanharam essa evolução está apresentada no Quadro 2, e nos mostra que o período mais crítico vivido pela nossa atmos-

Mesmo dentro de uma concepção química extremamente abrangente de vida, Marte e Vênus são hoje tidos como planetas estéreis, porque suas atmosferas estão em equilíbrio termodinâmico

As rochas mais antigas mostrando provável evidência de vida foram encontradas na Groenlândia e são sedimentos carbonáticos com 3,8 bilhões de anos. Antes disso, acredita-se que a crosta terrestre era tão bombardeada por meteoritos que a vida seria improvável

Devido às características redutoras da nossa atmosfera primitiva, a biomassa era gerada através da fermentação, processo que ocorre também nos dias atuais

fera foi há aproximadamente dois bilhões de anos, quando os organismos passaram a realizar a fotossíntese. É sabido que para gerar uma nova célula um organismo necessita de matéria e energia. Devido às características redutoras da nossa atmosfera primitiva, a biomassa era gerada através da fermentação, processo que ocorre também nos dias atuais (vide a produção de álcool a partir da cana-de-açúcar, a produção do vinho etc.). No entanto, mesmo nesse ambiente fortemente redutor, organismos fotossintéticos começaram a aparecer há dois bilhões de anos, o que a princípio nos parece uma tentativa de suicídio coletivo. Na fotossíntese, a biomassa é produzida por meio da redução do CO_2 em presença de água e luz solar, conforme mostrada na equação (1)



Sabendo-se que o oxigênio é um agente oxidante muito poderoso (basta cortar uma maçã e deixá-la exposta ao ar por poucos minutos e você verá o quanto nossa atmosfera é oxidante) e que os organismos que habitavam a Terra não poderiam sobreviver em uma atmosfera rica em O_2 , uma das perguntas que normalmente se faz é: por que apareceram os organismos fotossintéticos? A explicação mais plausível é que a fotossíntese fornece 16 vezes mais energia aos organismos do que a fermentação. Desse modo, os orga-

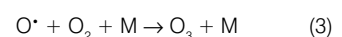
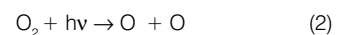
O significado biológico da razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou do $\delta^{13}\text{C}$

Durante a fotossíntese, as plantas promovem o fracionamento dos isótopos do carbono. Essa diferença isotópica entre o teor de ^{13}C e ^{12}C do CO_2 fixada nas plantas fica assim registrada nos diferentes compostos orgânicos que constitui a matéria orgânica vegetal. Existem 3 ciclos fotossintéticos na natureza: as plantas C_3 , as C_4 e as plantas CAM (ciclo do ácido crassuláceo) que discriminam os isótopos do carbono diferentemente. Embora todas concentrem mais ^{12}C do que ^{13}C , as plantas C_3 são as que mais discriminam quando comparadas com as C_4 . As C_3 têm composição isotópica na faixa de -34 a -24‰ (partes por mil) e as C_4 na faixa de -16 a 9‰ ; as plantas CAM, uma vez que fixam CO_2 sob luz usando o ciclo C_3 e no escuro usando o ciclo C_4 , têm composição isotópica intermediária às plantas dos outros dois ciclos, ou seja, entre -29 a -9‰ . Decorrente disto, os sedimentos podem atuar como registro histórico das contribuições das diferentes fontes de matéria orgânica de um ambiente através de $\delta^{13}\text{C}$. Um outro processo que promove um fracionamento isotópico é a precipitação de fases minerais tais como o carbonato de cálcio (CaCO_3) na forma de calcita, por exemplo. Esse processo, quando promovido sob equilíbrio isotópico entre o carbonato cristalizado e o carbono inorgânico dissolvido, estabelece uma diferença isotópica de ^{13}C tal que, a grande maioria dos carbonatos formados em tempos geológicos têm um $\delta^{13}\text{C}$ da ordem de zero; as rochas marinhas têm uma composição moderadamente constante através dos períodos Cambriano e Terciário. Já as rochas de sistemas de águas doces têm composição muito variável e com composições mais leves de ^{13}C (isto é, teores menores de ^{13}C), graças ao equilíbrio com um reservatório de carbono inorgânico dissolvido que também tem composição mais leve nestes isótopos exatamente devido à atividade. Portanto, a existência de rochas carbonáticas com valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais leves representam indícios de atividade biológica no período em que o carbonato se formou, sendo por conseguinte um forte indício de vida no ambiente aquático naquele período.

nismos agora tinham um ganho energético muito atrativo, mas um preço muito alto a pagar: a toxicidade de um dos produtos da fotossíntese, o oxigênio. Assim, os organismos tinham que

se proteger desse agente até então virtualmente inexistente na atmosfera, seja pela adaptação bioquímica de seus organismos, seja evitando a exposição ao mesmo. Ou ambos!

Vamos voltar a imaginar a nossa atmosfera há dois bilhões de anos, onde o oxigênio começa a se formar fruto da fotossíntese. Sabendo que a radiação UV que atingia a crosta terrestre era intensa e muito energética, o excesso de oxigênio era fotoquimicamente transformado em ozônio, de acordo com as reações (2) e (3), conforme detalhado neste número, no artigo *Atmosfera: a química sobre nossa cabeças* (p. 43):



Fruto destas reações químicas, a nossa atmosfera deve ter se transformado em um ambiente duplamente

Quadro 2: Evolução da vida na Terra.

Tempo (10 ⁶ anos)	Evidência	% de oxigênio na atmosfera*
400	Peixes grandes, primeiras plantas terrestres	100
550	Explosão da fauna cambriana	10
1.400	Primeiras células eucariótes; células com diâmetro maior; evidência de mitose	>1
2.000	Cianofícias tolerantes ao oxigênio, com carapaça de proteção; fotossíntese	1
2.800	Cadeias de filamentos - organismos que se parecem com as cianofícias atuais; predominância da espécie Fe(II) em rochas; fermentação	<0,01
3.800	Rochas com empobrecimento de ^{13}C - Possível atividade biológica	<0,01

* porcentagem tomando como base o teor de oxigênio na atmosfera atual.

oxidante, pois além do oxigênio, agora também havia ozônio na baixa troposfera, tal qual o processo químico que ocorre hoje na nossa estratosfera, a mais de 15 km de altura, e que nos protege das radiações ultra-violeta perniciosas. Nesse ambiente altamente tóxico para os organismos fermentativos e facultativos, só restava buscar a proteção em um local: embaixo d'água, nos oceanos, onde o ozônio é pouco solúvel e a radiação UV penetra apenas nos primeiros centímetros.

Por mais 500 milhões de anos os organismos viveram evitando o ambiente oxidante, adaptando-se bioquimicamente a essa nova realidade através da produção de enzimas protetoras de espécies altamente reativas como os radicais oxigenados. Enquanto isso, a concentração do oxigênio aumentava na troposfera, e com isso a camada de ozônio ia ficando cada vez mais elevada, distante da crosta terrestre. Finalmente, os organismos hoje ditos aeróbios foram cada vez mais se adaptando ao aumento da concentração de oxigênio na atmosfera, até que nestes últimos 500 milhões de anos eles saíram da água para povoar a terra seca. Resumidamente, foram necessários mais de um bilhão de anos para que esses organismos (e muito mais recentemente o homem) se adaptassem ao maior impacto ambiental que a Terra já vivenciou, ou seja, a mudança da uma atmosfera redutora para altamente oxidante como esta em que vivemos nos dias atuais, contendo em torno de 21% de oxigênio.

As lições a serem aprendidas

As mudanças químicas que ocorreram na atmosfera terrestre nos ensinam uma grande lição: indepen-

dentemente da complexidade bioquímica dos organismos, do número de indivíduos e do seu posicionamento dentro da cadeia alimentar, é necessário um tempo muito longo para que haja a perfeita adaptação de qualquer espécie viva às novas condições ambientais. O oxigênio levou mais de 1,5 bilhão de anos para sair de uma concentração de traços e atingir os atuais 21%. No entanto, parece que os homens não estão muito atentos ao fato de que nestes últimos 150 anos houve uma mudança bastante apreciável na concentração de alguns gases minoritários presentes na nossa atmosfera. O dióxido de carbono vem crescendo a uma taxa

O oxigênio levou mais de 1,5 bilhão de anos para sair de uma concentração de traços e atingir os atuais 21%. Já nos últimos 150 anos, devido à intervenção humana, houve uma mudança apreciável na concentração de alguns gases minoritários presentes na nossa atmosfera

de 0,4% ao ano e o metano a 1% ao ano, enquanto os CFC's (clorofluoro carbonetos) crescem a uma assustadora taxa de 5% ao ano, quadruplicando sua concentração média na atmosfera nas últimas quatro décadas (vide *Atmosfera: a química sobre nossa cabeças*). Todos

estes gases, ainda que minoritários, têm uma função muito importante na química da atmosfera, pois alguns são gases causadores do efeito estufa, outros destroem a camada de ozônio e alguns dos CFCs apresentam ambas propriedades com altíssima intensidade. Cabe lembrar que a Terra sempre foi beneficiada pelo efeito estufa, devido à presença de vapor d'água e CO₂ na troposfera. Sem o efeito estufa, a temperatura média na superfície do globo ficaria abaixo de -15 °C, nosso planeta seria uma esfera rica em água no estado sólido e certamente não propícia ao aparecimento de vida pela

falta de um fluido de escoamento. Ou seja, o efeito estufa bem dosado é benéfico e essencial para a manutenção da vida, mas um aquecimento des-

controlado do planeta traria conseqüências funestas para o mesmo.

Portanto, nossa preocupação com as mudanças químicas que ocorrem na atmosfera devem ser centradas não nos gases majoritários, mas principalmente naqueles minoritários

que estão crescendo a uma velocidade tão elevada que, tudo indica, não teremos tempo de nos adaptar a uma nova situação, caso esse aumento venha a alterar o nosso clima ou a intensidade da radiação UV que chega até a crosta terrestre. E o mais importante é que na questão ambiental a precaução é o melhor remédio, pois grande parte das mudanças químicas que ocorrem na atmosfera, se não são irreversíveis, levam muito mais tempo para serem remediadas do que se fossem prevenidas. Resumindo, em qualquer assunto ligado à preservação ambiental, prevenir é sempre melhor do que remediar.

Wilson F. Jardim, professor titular do Departamento de Química Analítica do IQ-UNICAMP, responsável pelo Laboratório de Química Ambiental (LQA - lqa.iqm.unicamp.br) e já orientou 15 mestres e 11 doutores.

Referências bibliográficas

- BAUGH, M. Aerobic evolution - a fascinating world. *Educ. Chem.*, v. 28, p. 20-22, 1991.
- JARDIM, W.F. e CHAGAS, A.P. A Química Ambiental e a hipótese Gaia: uma nova visão sobre a vida na Terra? *Quim. Nova*, v. 15, p. 73-76, 1992.
- LOVELOCK, J.E. *Gaia; a new look at life on Earth*. Oxford University Press 157 p., 1982.
- SHEAR, W.A. The early development of terrestrial ecosystems. *Nature*, 1991.
- WAYNE, R.P. Origin and evolution of the atmosphere. *Chem. Brit.*, v. 24, p. 225-230, 1988.

6. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS PARA A 4ª FASE DO II SEGMENTO – EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

6.1 SEQUÊNCIA 01

Eixo Temático: Ser humano e Saúde

Tema da Atividade: Genética

Apresentação

A presente proposta está estruturada da seguinte forma: apresentamos modelos de atividades que visam levantamento de concepções prévias acerca de princípios básicos da genética, dos mecanismos de transmissão de características hereditárias e relações com a Biotecnologia, atividades de ampliação do conhecimento específico, atividade de investigação, atividades de sistematização, bem como textos de leitura complementar para suporte ao professor.

Dicas e sugestões ao professor estão distribuídas ao longo dos textos inseridos nos “balões de diálogo”.

O que apresentamos são alguns exemplos de atividades. Cabe ao professor adequar, ampliar e conduzir as atividades aqui propostas, da maneira que lhe for mais conveniente, levando em consideração o público alvo, a realidade escolar, o contexto socioambiental e cultural de sua região. Essas atividades visam alcançar as expectativas de aprendizagem previstas para o tema Genética.

Sugerimos ao professor buscar, ao máximo, exercer sua prática, dentro dos princípios da interdisciplinaridade. Em algumas das atividades aqui propostas, apontamos direcionamentos para que isto ocorra.

Expectativas de Aprendizagem

As expectativas de aprendizagem para os estudantes da 4ª Fase do II Segmento da Educação

de Jovens e Adultos relativas a este tema estão em conformidade com os parâmetros para Educação Básica do Estado de Pernambuco (outubro de 2012), que visam potencializar o desenvolvimento das seguintes habilidades:

- Compreender as bases da herança genética, possibilitando a relação com a biotecnologia.
- Reconhecer que as características físicas são herdadas da família.

Professor(a), disponibilize sempre que possível material de pesquisa para os estudantes. Ao final desta sequência, você encontrará textos complementares para suporte.

Desenvolvimento

Atividade 1 – Levantamento de concepções prévias acerca dos conceitos básicos relativos à herança genética.

Professor(a) lembre-se de que:

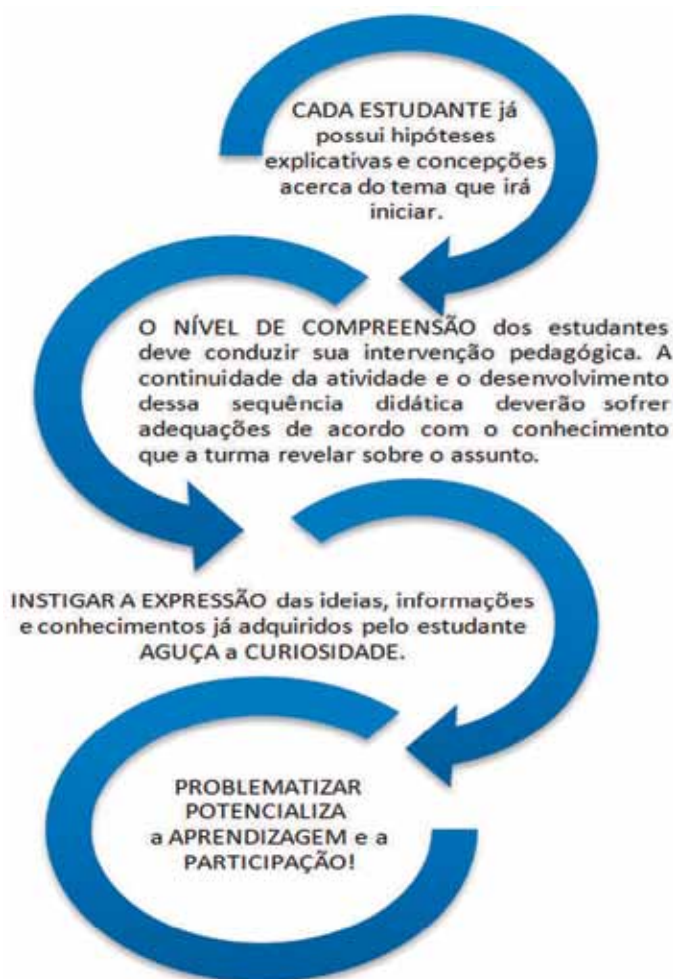


Diagrama dos princípios da problematização. Elaborado pelas autoras.

Condução da atividade

1. Projete para a turma ou forneça a cada estudante as ilustrações a seguir.

Fique atento às concepções registradas que o auxiliarão na condução da atividade, de forma a promover que os estudantes (re)signifiquem e ampliem as concepções que já possuem.

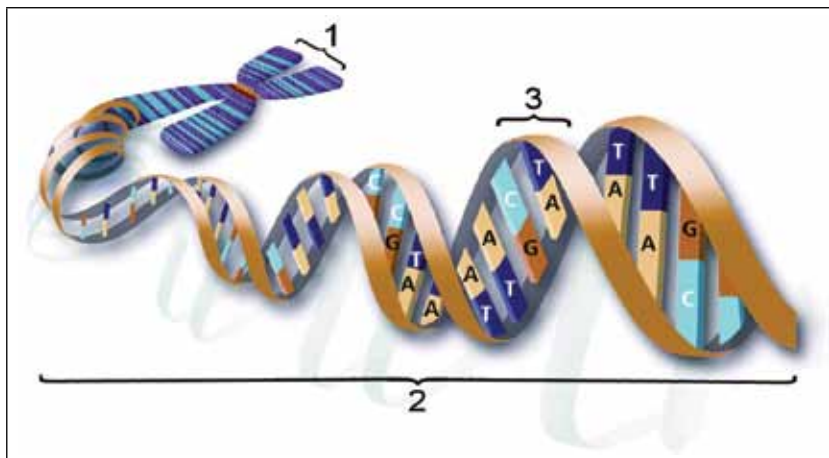


Figura 1 – Disponível em: <http://goo.gl/s19F1p>. Adaptada. Acesso em: 13 maio 2013.

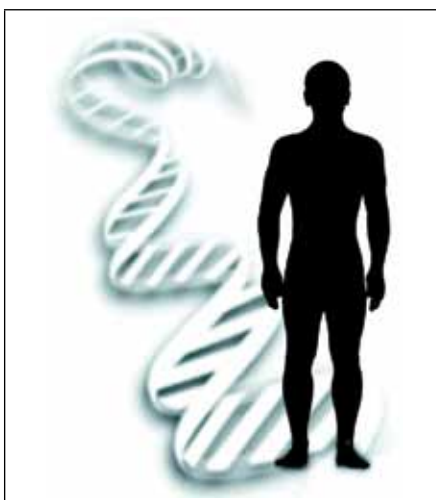


Figura 2 – Disponível em: <http://goo.gl/QR3qNB>. Acesso em: 13 maio 2013.

2. Peça aos estudantes que, individualmente, respondam as seguintes questões:
 - 2.1 – O que a figura 1 representa?
 - 2.2 – Nomeie as estruturas numeradas como 1, 2 e 3 na figura 1.
 - 2.3 – Onde a molécula representada na figura 1 é encontrada no boneco da figura 2?
 - 2.4 – Em quais outros seres vivos essa molécula é encontrada?
 - 2.5 – Qual é a função dessa molécula nos seres vivos?
 - 2.6 – Como os seres vivos adquirem essa molécula?
3. Recolha as respostas dos estudantes, analise-as e verifique quais conceitos precisam ser mais aprofundados.

Atividade 2 – Ampliando conhecimentos: herdando características

Muitos de nós já ouvimos estas expressões: “filho de peixe... peixinho é” e/ou “é a cara do pai...”.

A que elas estão se referindo?

Se respondeu que estão dizendo que herdamos as características de nossos pais, acertou!

Mas, como isso acontece?

Vamos entender mais acerca disso...

Esclareça que a imagem é uma representação didática que não corresponde à distribuição de cromossomas em células reais.

Inicie analisando o esquema abaixo, que apresenta uma representação dos cromossomos existentes em células masculinas e femininas.

Troque ideias com os colegas de grupo e resolva as questões propostas.

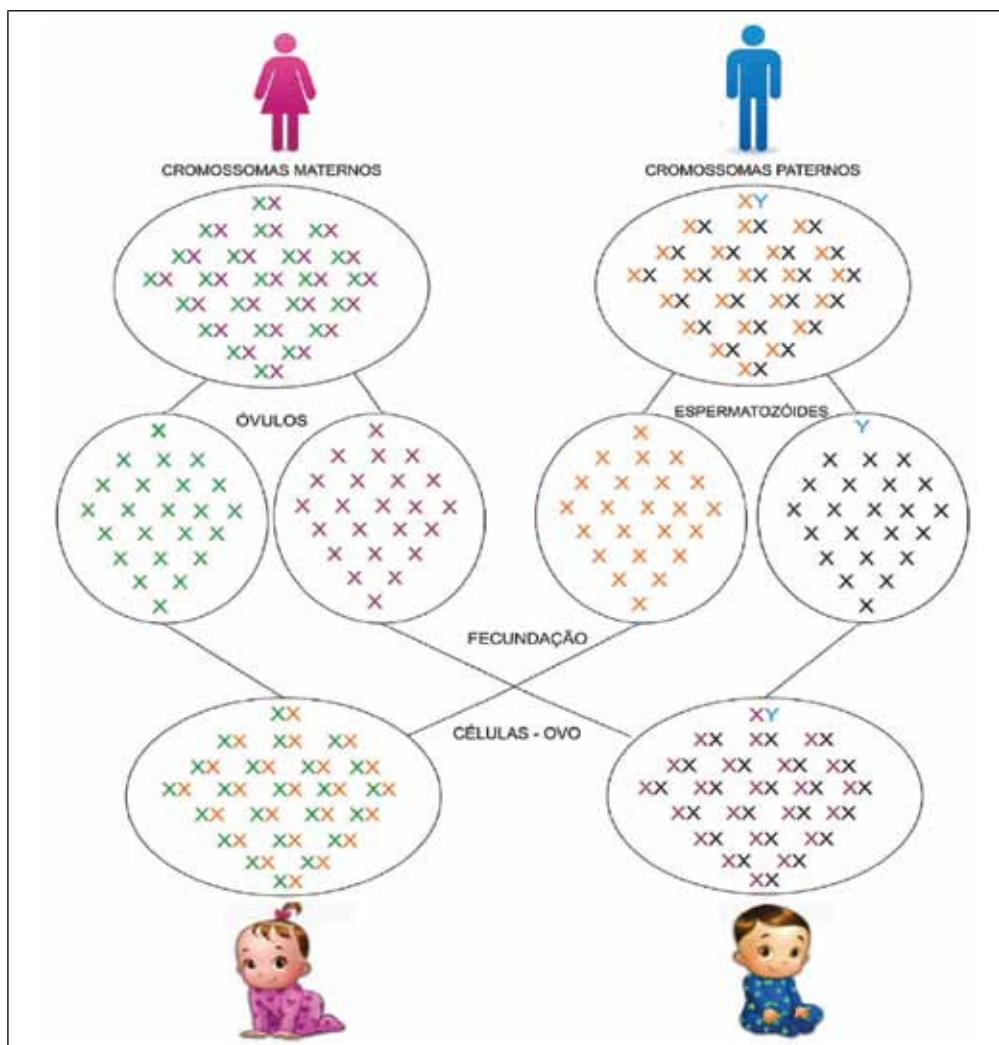


Figura 3 – Transmissão de caracteres cromossômicos. Imagem elaborada pelas autoras

- 1- Quantos cromossomos estão representados na primeira célula materna e paterna? Em quais células do seu corpo esse mesmo número existe?
- 2- E nas células sexuais ou gametas (espermatozoides e óvulos), quantos cromossomos têm? Que processo precisou ocorrer para que o número existente nos gametas ficasse diferente da célula materna e da paterna?
- 3- O que ocorreria se os gametas apresentassem o mesmo número de cromossomos que as demais células do corpo?
- 4- Para formar as células dos bebês o que ocorreu? Em que essas células são diferentes?
5. Quem é o responsável pela determinação do sexo dos filhos, o pai ou a mãe?

Concluindo...

Nas moléculas de DNA, que compõem cada um dos cromossomos, estão os conjuntos de gens que contêm as informações responsáveis pelas características que herdamos de nossos pais.

Atividade 3 – Investigando na família... Quem se parece com quem?

Como são as semelhanças em sua família? Vamos pesquisar?

- 1- Faça uma investigação em casa e preencha a tabela a seguir, marcando os quadrinhos que correspondem a sua observação.

		Características de fácil observação													
		Ocorrência na família													
Características	Aspecto	Materno		Paterno		Irmãos									
		Avô	Avó	Avô	Avó	Mãe	Pai	Você	1	2	3	4	5	6	
cor de olhos	claros														
	escuros														
cor de pele	clara														
	escura														
cor de cabelo	claro														
	escuro														
tipo de cabelo	crespo														
	liso														
tipo de nariz	longo														
	curto														
lobo de orelha	solto														
	preso														
tipo de lábio	fino														
	grosso														
tipo de dedos	longos														
	curtos														
tipo de sobancelha	grossa														
	fina														

2. Socialize seus registros com o grupo, troque ideias e registre as conclusões do grupo acerca da transmissão das características hereditárias.
3. Algumas pessoas se parecem mais com o pai, outras mais com a mãe. Parecer mais com o pai ou com a mãe significa ter herdado mais gens de um do que de outro? Justifique.
4. Você ou seus irmãos têm alguma característica física que seus pais não apresentam, mas, que estão presentes em seus avós? Em caso afirmativo, como você justifica esse fato?

Concluindo...

Ninguém é igual a ninguém. Excetuando-se os gêmeos idênticos ou univitelinos, cada indivíduo tem constituição genética única e exclusiva. Mas, todos nós herdamos um conjunto de gens que estão nos cromossomos de nossos pais. São esses gens, presentes nas moléculas de DNA dos cromossomos, que determinam as nossas características e nos tornam semelhantes em muitas delas.

Atividade 4 – Ampliando conhecimentos: construindo cariótipos humanos

Condução da atividade

1. Nesta atividade, todos montam um cariótipo, feminino e/ou masculino (como o modelo que apresentamos) ou cada grupo pode montar um cariótipo de diferente síndrome (basta o professor alterar o modelo).
2. Organize a turma em grupos.
3. Disponibilize tubos de cola, tesouras, folhas impressas com cromossomos e folhas suporte para a montagem dos cariótipos.
4. Distribua aos estudantes o roteiro de orientação de como montar um cariótipo.

Disponibilize informações para a turma ou solicite aos estudantes pesquisa sobre as síndromes: Down, Turner e Klinefelter.

Montando um Cariótipo

Com auxílio de microscópios sofisticados, os geneticistas em seus laboratórios, conseguem fotografar os cromossomos das células. Ampliando e recortando essas fotografias, eles organizam os cromossomos e reproduzem a coleção de gens dos indivíduos, ou seja montam o que chamamos de cariótipo (Fig. 4).

Com a análise do cariótipo, os geneticistas podem diagnosticar doenças genéticas determinadas, muitas vezes, por um cromossomo a mais ou a menos, ou mesmo pela falta de pedaços de cromossomos.

Para montar um cariótipo os geneticistas organizam os cromossomos aos pares, identificando os que são semelhantes (chamados de homólogos), ou seja o que foi recebido do pai e o da mãe. Esses cromossomos são organizados em 6 grupos: **do grupo A ao grupo G**,

obedecendo critérios de tamanho, forma, posição e peso molecular das faixas.

Observe o modelo a seguir:

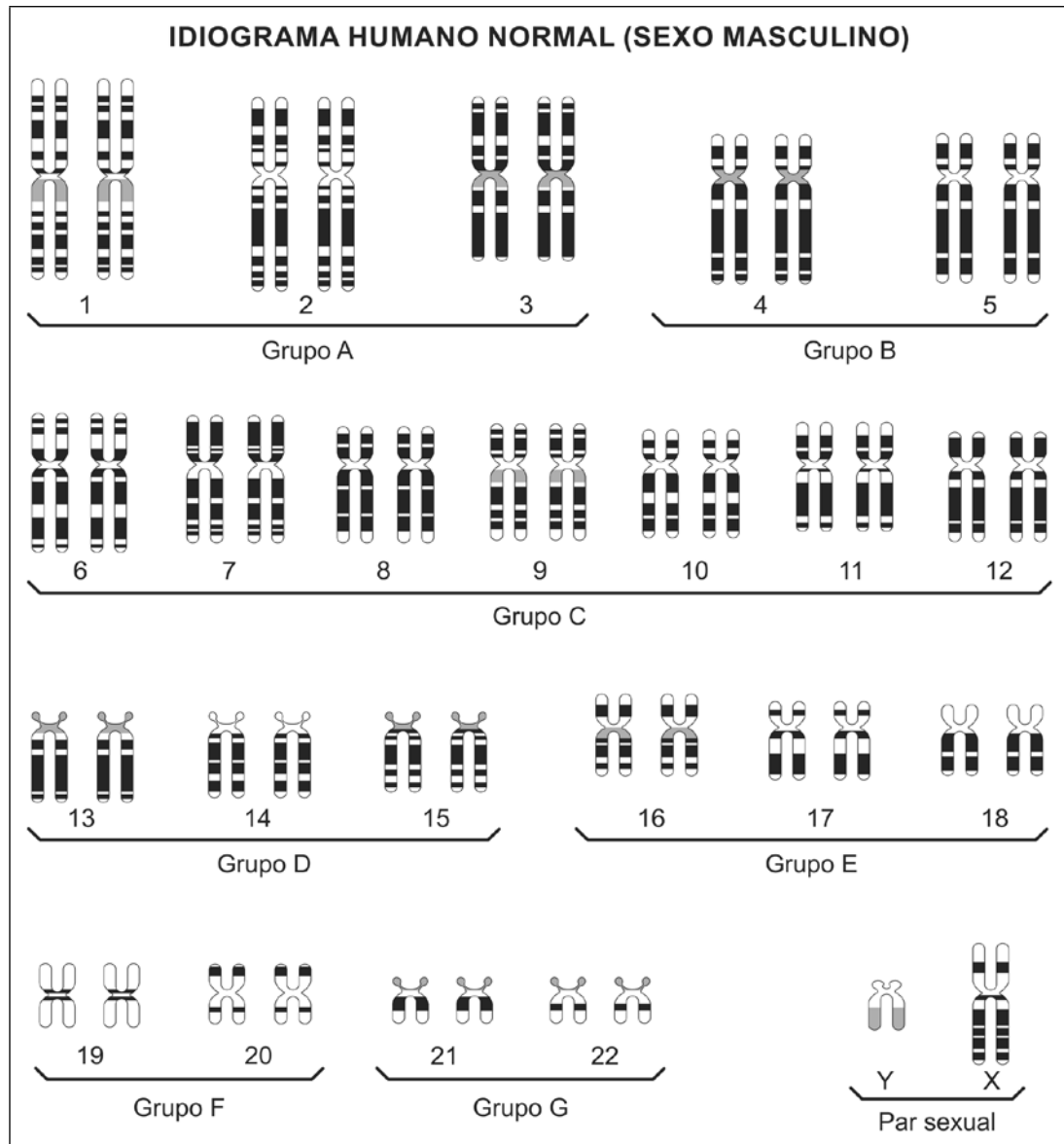


Figura 4 – Cariótipo humano masculino normal. Disponível em: <http://goo.gl/VxZDH6>. Acesso em: 15 ago. 2013.

Nesta atividade, você vai receber coleções de cromossomos ilustrados e vai trabalhar, de maneira semelhante aos geneticistas, montando cariótipos e fazendo o diagnóstico.

Material necessário:

- tesoura;
- cola;
- folha com cromossomos impressos para recorte;
- folha suporte para montagem do cariótipo.

Procedimento:

- De posse da folha impressa, conte os cromossomos ilustrados e anote esse número.
- Numere os pares de cromossomos homólogos (que têm a mesma forma e tamanho), usando como referência o modelo de cariótipo (Figura 4).
- Recorte os cromossomos da folha modelo (Figura 5), seguindo as linhas pontilhadas, sem contorná-los.
- Monte o cariótipo, de forma provisória na folha suporte (Figura 6), sem usar a cola colocando, cada par de cromossomo, no seu devido lugar.
- Cole os cromossomos na folha suporte (Figura 6).

Como fazer o diagnóstico do cariótipo:

Na figura 4, o cariótipo apresentado é de um indivíduo do sexo masculino normal e sua representação é feita da seguinte maneira: $44 XY$

O número 44 corresponde aos 22 pares de cromossomos distribuídos de A a G, e em destaque XY, corresponde ao par de cromossomos sexuais. Lembre-se de que o cromossomo Y é específico dos indivíduos do sexo masculino.

Troque ideias com seu grupo e responda às questões propostas.

- Qual a diferença estrutural entre os cromossomos sexuais feminino e masculino?
- Como seria a representação do cariótipo feminino normal?

Pessoas com síndrome de Down apresentam trissomia do cromossomo 21, isso é, um cromossomo do grupo G, cromossomo 21 a mais.

- Como seria a representação dos cariótipos de um Down masculino e um Down feminino?

Pessoas com síndrome de Turner são sempre do sexo feminino e apresentam apenas um cromossomo sexual.

- Como seria a representação do Cariótipo de uma pessoa com Síndrome de Turner?

Pessoas com síndrome de Klinefelter são sempre do sexo masculino e apresentam um cromossomo sexual X a mais.

- Como seria a representação do cariótipo da síndrome de Klinefelter?
- Agora, que você já sabe diferenciar diferentes cariótipos, qual o diagnóstico dos cariótipos que você e seu grupo de trabalho montaram?

O modelo apresentado a seguir contém cromossomos para cariótipo feminino normal. Para os demais cariótipos, acrescente ou retire os devidos cromossomos.

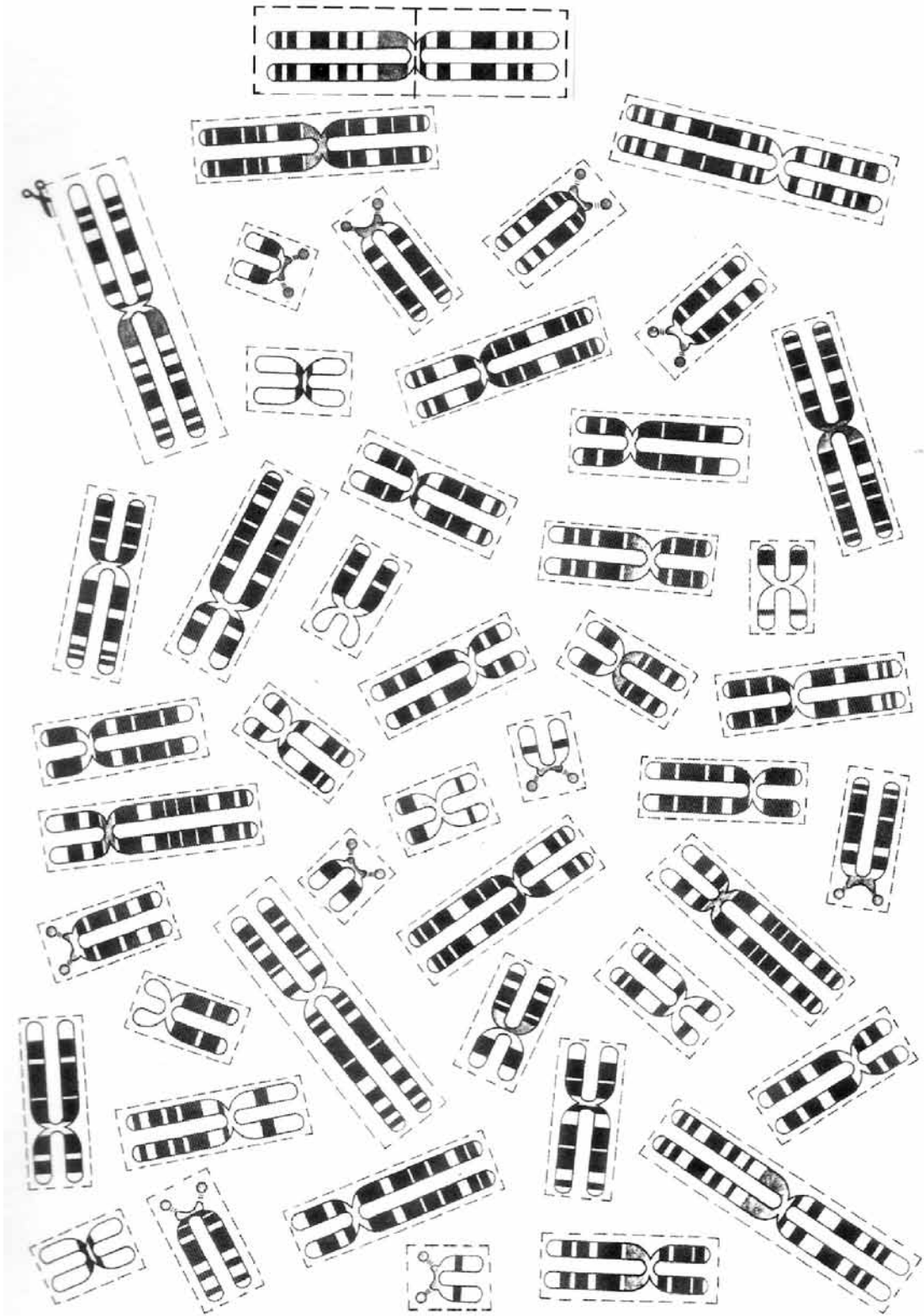


Figura 5 – Folha Modelo de Cariótipo (Ilustração das autoras)

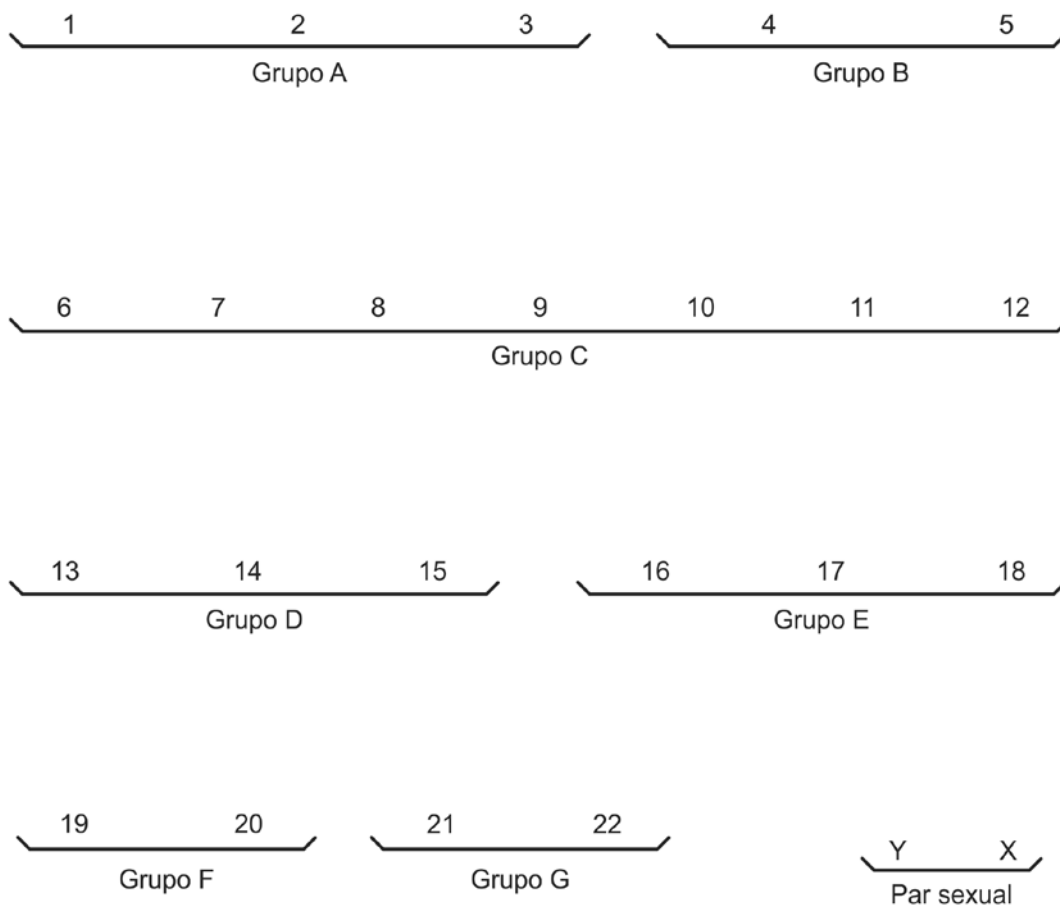


Figura 6 – Folha Suporte para montagem do cariótipo (Ilustração das autoras)

Diagnóstico: _____

Atividade 5 – Aguce a curiosidade, fique por dentro da BIOTECNOLOGIA

Para quê? Conhecer, reconhecer e criticar

A biologia molecular é a área da biologia que propiciou, nas últimas décadas, os maiores avanços em conhecimentos e tecnologia. Graças à genética, técnicas como o sequenciamento rápido de DNA, a hibridação *in vitro* de células, o uso de enzimas de restrição, a transferência de genes e a clonagem estão permitindo a investigação de questões altamente complexas, ampliando-se, assim, consideravelmente as fronteiras do conhecimento em biologia, antes impossíveis de serem consideradas.

Incentivada pela biologia molecular uma das fronteiras que se expande rapidamente é o estudo de questões relativas à evolução. Com o uso cada dia mais frequente da comparação de sequências de gens de DNA de diferentes organismos tem sido possível estabelecer, por exemplo, relações de proximidade entre as diferentes espécies. Também têm sido significativos os resultados obtidos no estudo comparativo da constituição genética das diferentes populações humanas, o que tem alargado os horizontes do conhecimento a respeito de nossa própria espécie e de sua história evolutiva (COSTA & COSTA, 2006, p.21).

1. Cite alguma informação que você conheça que se refere ao uso da Biotecnologia.
2. Agora, leia o texto abaixo, grifando as ideias-chave trazidas pela autora.

Como o material genético de uma célula pode conter toda a informação que dará origem às células de um organismo inteiro?¹³

Lyria Mori

Todo potencial de desenvolvimento embrionário de um animal está contido em um ovo fertilizado. Quando o espermatozoide se une a um óvulo, ocorre a reunião do material hereditário (genes) paterno e materno, com todas as instruções detalhadas para o desenvolvimento de um novo ser, isto é, uma poupança herdada de cerca de 100 mil genes com um imenso repertório de funções para construir as células e todo um organismo. Esses genes são os verdadeiros segredos do talento artístico da célula: uma vez ativados, eles produzem mensagens específicas para a síntese de proteínas capazes de construir novas células e de modificá-las de infinitas maneiras.



O que inicia o processo de diferenciação das células?

Eventos importantes ocorrem durante o desenvolvimento de um animal, mesmo antes de o ovo ser fertilizado. Ou seja, substâncias nutritivas e determinantes são transportadas para o ovo a partir de células maternas vizinhas, fornecendo alimento para o futuro embrião e organizando o ovo para seu subsequente desenvolvimento. Em algumas espécies, esses produtos gênicos traçam o perfil do plano corporal básico do embrião, distinguindo a região anterior da posterior e a dorsal da ventral.

¹³ Texto na íntegra, retirado de: COSTA, Vera Rita da & COSTA, Edson Valério da (Orgs.). **Coleção Explorando o Ensino**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v. 6, 2006. p. 23-24.

Conforme as divisões celulares progredem e mais e mais células compõem o embrião, elas começam a conversar quimicamente entre si, especificando as informações mais complexas sobre a forma, função e posição. Uma célula destinada a formar a mão, por exemplo, deve enviar a mensagem química para a célula vizinha originar um grupo de células descendentes e ativar os genes para formar um braço. O ovo recém fertilizado (zigoto) é totipotente: ele dá origem a todos os tipos celulares do adulto.

Em que ponto do desenvolvimento embrionário as células começaram a ficar irreversivelmente restritas em seus potenciais de desenvolvimento?

Existem casos de nascimentos múltiplos em que irmãos idênticos são derivados de um único ovo fertilizado por um só espermatozoide. Portanto, podemos concluir que a informação genética foi fielmente reproduzida durante pelo menos três divisões celulares após a fertilização (duas divisões produzem quatro células e quintuplos idênticos já foram registrados). Muitos organismos diferenciados podem regenerar novos órgãos e tecidos. Por exemplo, uma lagartixa pode regenerar a cauda, e um corpo humano pode regenerar um fígado lesado. Até recentemente pensava-se que isso só era possível em determinados tecidos.

Embora a regeneração de um organismo completo a partir de uma única célula somática (já diferenciada) não tenha sido observada entre os animais na natureza, em laboratório isso já se tornou uma realidade com o nascimento da ovelha Dolly, a partir de um núcleo de uma célula mamária introduzido em um ovo anucleado. Esse experimento mostra, de certo modo, que qualquer núcleo do organismo tem no seu material genético todas as informações necessárias para o desenvolvimento completo de um organismo, e que isso ocorrerá desde que esse material esteja rodeado dos determinantes adequados para ativar os genes do desenvolvimento. Não se sabe, ainda, como os genes e proteínas do final da cascata realmente constroem, por exemplo, os axônios no final das células nervosas, ou as densas redes de fibras que compõem o cristalino nos olhos. De fato, esses genes efetores (em oposição aos reguladores) são na maior parte desconhecidos. Conhecê-los será um desafio para o próximo milênio.

Com base no texto responda:

1. O que a autora diz da relação 01 Gene = 01 tipo de proteína?
2. Como se formam as células do embrião, a partir de uma única célula ovo?
3. O que é uma célula *Totipotente*?

Atividade 6 – Sistematizando o conhecimento

1. Analise a imagem e a frase apresentadas abaixo.



Figura 7 – Espelho do homem. Disponível em: < http://luzecalor.blogspot.com.br/2011_12_01_archive.html>. Acesso 11 maio 2013.

“O homem ainda traz em sua estrutura física a marca indelével de sua origem primitiva”.

(DARWIN, 1871).

Responda às seguintes questões:

- Em que a imagem da figura 7 se relaciona com a frase de Darwin?
- O que existe no animal apresentado no espelho que também existe no homem?
- A que Darwin se referia quando disse [...] *marca indelével de sua origem primitiva*?
- Em grupo, socialize suas respostas e, a partir delas, você e os seus colegas de grupo devem produzir um pequeno texto, associando as palavras cromossomo, DNA, gene, proteína, célula e características hereditárias.

Avaliação da Aprendizagem

Como já destacamos nas *Orientações Didáticas*, a avaliação deve ser processual, visando apontar o estágio de desenvolvimento de cada estudante, identificando as concepções e dificuldades referentes à temática. A partir do diagnosticado, é importante que o professor redirecione suas propostas e ações a fim de sanar, ao máximo, as deficiências individuais.

Neste documento, sugerimos atividades de diversas naturezas e, assim, vários instrumentos avaliativos podem ser utilizados. No item *Avaliação da Aprendizagem*, o professor pode eleger o mais adequado para ser aplicado nos diferentes momentos do trabalho.

O importante é sempre analisar com o estudante o que os instrumentos apontam, levando-o a refletir com tranquilidade acerca do seu processo e se (co)responsabilizar pelo seu aprendizado. Sugerimos que o professor privilegie instrumentos que o ajudem a observar os avanços não somente cognitivos, mas também os atitudinais, seja nas tarefas individuais ou coletivas.

Textos para leitura complementar

Texto 1

De que maneira é feita a modificação genética de organismos, como no caso das moscas *Drosophila*?¹⁴

Blanche Christine Bitner-Mathé

Há várias técnicas para transformar geneticamente organismos como as drosófilas, mas todas introduzem DNA no núcleo de uma célula ovo ou em uma célula embrionária, ainda não diferenciada, do organismo receptor para que o gene se integre ao genoma da célula e seja transmitido às suas descendentes.

Quando se usa uma célula embrionária não diferenciada, nem todas as células do organismo adulto serão descendentes dela e, portanto, portadoras do gene. Mas, é necessário que as células germinativas sejam provenientes da célula transformada para que os gametas (óvulos ou espermatozoides) do novo indivíduo portem o gene e possam passá-lo à próxima geração.

O DNA pode ser introduzido no núcleo por injeção, sob microscópio, usando-se uma microseringa. Mas existem técnicas mais sofisticadas, como um “revólver” adaptado que atira microprojéteis de tungstênio cobertos por DNA. Uma vez no núcleo, o gene integra-se ao genoma do receptor por um processo que pode ocorrer naturalmente, graças à tendência ao emparelhamento e recombinação entre sequências semelhantes de DNA (recombinação homóloga).

Contudo, diversas espécies têm facilitadores dessa integração – a bactéria de solo *Agrobacterium tumefaciens*, por exemplo, é capaz de infectar várias espécies de plantas e transferir um segmento de DNA para o seu hospedeiro.

No caso da modificação genética da *Drosophila melanogaster* (mosca-das-frutas), pode-se construir e injetar na célula uma molécula de DNA que contenha o gene que se quer transferir e uma sequência de DNA capaz de se mover de um ponto para outro qualquer do genoma (o elemento de transposição P).



No entanto, ainda existem alguns problemas para a transformação genética dos organismos eucariotos (os que têm núcleos diferenciados nas células), como a morte de muitas das células injetadas e a integração aleatória do DNA injetado, que nem sempre ocorre em um local favorável à expressão do gene. É feito um grande número de tentativas para, com sorte, obter-se um organismo adulto transformado geneticamente.

¹⁴ Texto na íntegra retirado de: COSTA, Vera Rita da & COSTA, Edson Valério da (orgs). **Coleção Explorando o Ensino**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, vol. 6. 2006. p. 28-29.

Texto 2

Pode a ovelha Dolly ser considerada um Organismo Geneticamente Modificado (OGM)?¹⁵

Fermin Roland Schramm

Se entendermos a engenharia genética no seu sentido estrito de “tecnologia do DNA recombinante” – vigente na biologia molecular –, Dolly não pode ser considerada um claro produto da engenharia genética nem um OGM ortodoxo. Isso porque não houve, estritamente falando, alteração – uma recombinação de DNAs diferentes –, mas apenas manipulação, no sentido de uma transferência de um “pacote fechado” de DNA nuclear de uma célula doadora para uma célula receptora (oócito), previamente enucleada (cujo núcleo foi retirado anteriormente), ou seja, sem fusão nem recombinação entre DNAs diferentes.



Existe, no entanto, outras interpretações, que partem de uma distinção entre “ontogenia” e “função”, isto é, entre o que a célula é enquanto ente e sua função (o que ela “faz”) no processo de clonagem. Nesse caso, enquanto ente, o conjunto formado pelo núcleo da célula diferenciada doadora e o oócito enucleado receptor talvez não possa ser considerado um OGM.

Mas, do ponto de vista funcional, houve manipulação genética de célula germinativa e, portanto, pode também ser considerado, pelo menos funcionalmente, um OGM. É esse desvio de função um dos aspectos mais relevantes da experiência do embriologista escocês Ian Wilmut e de sua equipe, ao lado do fato de se tratar da clonagem de uma ovelha adulta, sem passar pelo processo de reprodução por fecundação.

¹⁵ Texto na íntegra, retirado de: COSTA, Vera Rita da; COSTA, Edson Valério da (Orgs.). **Coleção Explorando o Ensino**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v. 6, 2006. p. 29-30.

Texto 3

Qual foi a alteração introduzida na soja transgênica Roundup Ready e que riscos ela pode trazer para o meio ambiente e a saúde humana?¹⁶

Rubens Onofre Nodari

A principal alteração da soja transgênica é a introdução de um segmento de DNA (material genético), através de técnicas biotecnológicas, que codifica a expressão de proteínas bacterianas até então ausentes na planta original. Sequências de nucleotídeos de origem viral com função regulatória também fazem parte do material genético introduzido. A nova soja é resistente ao herbicida Roundup, cujo princípio ativo – o glifosate – controla plantas daninhas inibindo a enzima 5 α -enolpiruvato-chiquimato-3-fostato-sintase (EPSPS). Essa enzima catalisa uma reação na cadeia de biossíntese dos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, triptofano e tirosina) presente em plantas e microrganismos e ausente em animais, peixes e aves. Quando aplicado, o glifosate acaba matando as plantas de soja, pois a enzima nativa tem baixa resistência ao referido herbicida.

Genes heterólogos ao da soja já estudados em outras espécies apresentam níveis variáveis de resistência ao herbicida. O gene CP4 EPSPS, que confere alto nível de resistência ao herbicida, foi retirado da *Agrobacterium* estirpe CP4 e introduzido na soja, onde é responsável pela produção da enzima CP4 EPSPS em grandes quantidades (0,2% das proteínas da semente). O grau de similaridade com a enzima nativa da soja é de 51%.

Vários são os riscos à saúde humana segundo trabalhos de Mae-Wan Ho, da Open University, na Inglaterra. A soja alterada geneticamente contém sequências de bactérias, de vírus e da petúnia que não fazem parte da nossa alimentação. Também são desconhecidos seus efeitos no aumento ou na diminuição da alergenicidade (capacidade de provocar alergia) que a soja já apresenta naturalmente. Seus possíveis efeitos pleiotrópicos (produzidos por genes que levam a duas ou mais características diferentes) ou epistáticos (interferência de um gene na expressão de outros) não são conhecidos.

Embora estudos já tenham comprovado que houve, na soja transgênica, um aumento na expressão do inibidor da tripsina (proteína alergênica) e que pode provocar desnutrição em ratos, a empresa que desenvolveu tal soja insiste em considerá-la quimicamente equivalente à soja não transgênica. Essa equivalência foi aceita pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) em 24 de setembro de 1998, quando considerou que o produto não apresentava risco à saúde humana e ao meio ambiente.

¹⁶ Texto na íntegra, retirado de: COSTA, Vera Rita da; COSTA, Edson Valério da (Orgs.). **Coleção Explorando o Ensino**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v. 6. 2006. p. 30-31.

Outro aspecto importante é que a soja contém fitoestrógenos – substâncias envolvidas com anomalias reprodutivas em camundongos, ratos e humanos. Sabe-se que o glifosate induz a síntese do fitoestrógeno em algumas leguminosas, o que pode ocorrer também na soja. Como nenhum resultado experimental relacionado ao assunto foi apresentado para a soja transgênica submetida à aplicação do herbicida glifosate, não é possível prever o risco que o produto consumido, se contiver resíduo do herbicida, pode causar. Resíduos do herbicida já foram detectados em moranguinho, alface, cenoura, cevada e peixes.

Também não constam do processo enviado à CTNBio dados sobre os resíduos do glifosate em partes da planta ou em seus produtos. Na Califórnia, esse herbicida é, entre os agrotóxicos, o terceiro mais comum a provocar problemas, como irritação da pele e dos olhos, depressão cardíaca e vômitos. A toxicidade crônica do produto causou câncer nos testículos de ratos e reduziu seu número de espermatozoides. Outros estudos indicaram que fórmulas contendo glifosate causam mutações em genes.



Do ponto de vista ambiental, os riscos também são altos. O herbicida usado mata plantas indiscriminadamente, com efeitos diretos na dinâmica populacional de bactérias, fungos e insetos. O herbicida pode ser altamente tóxico para peixes, minhocas e fungos micorrízicos. Outro aspecto é que o aumento da aplicação de um mesmo produto químico acelera o desenvolvimento de plantas resistentes.

Já existem várias espécies resistentes ao herbicida glifosate que podem causar prejuízos à agricultura brasileira. Não se exclui também a possibilidade da transferência desse gene de resistência ao herbicida para outras variedades ou espécies por polinização cruzada.

A transferência horizontal dos genes via infecção para organismos do solo também é um risco. Se microrganismos do solo suscetíveis ao glifosate adquirem resistência ao herbicida, sua dinâmica populacional deverá se alterar profundamente, sem que se saibam quais serão as reais consequências. Dados os riscos que a soja transgênica apresenta, a SBPC- Sociedade Brasileira do Progresso da Ciência- considera sua liberação para cultivo e consumo prematura, pois não há garantia de que o produto seja sadio, seguro e vantajoso para a agricultura brasileira.

Texto 4

Células-tronco: a medicina do futuro¹⁷

Antonio Carlos Campos de Carvalho

Introdução

A produção de diferentes tipos de células em laboratório e sua utilização para recuperar tecidos ou órgãos lesados está deixando de ser um sonho. Estudos com células-tronco vêm demonstrando que elas podem se diferenciar em todos os tipos celulares presentes em um organismo adulto, e acredita-se que tal processo será controlado em breve. Mesmo os debates éticos e religiosos sobre o uso de células-tronco retiradas de embriões perderam o sentido, com a descoberta de que essas células existem em indivíduos adultos e mantêm sua capacidade de diferenciação. Está aberto o caminho para a bioengenharia, que revolucionará a medicina.

As células-tronco

Todo organismo pluricelular é composto por diferentes tipos de células. Entre as cerca de 75 trilhões de células existentes em um homem adulto, por exemplo, são encontrados em torno de 200 tipos celulares distintos. Todos eles derivam de células precursoras, denominadas 'células-tronco'. O processo de diferenciação, que gera as células especializadas – da pele, dos ossos e cartilagens, do sangue, dos músculos, do sistema nervoso e dos outros órgãos e tecidos humanos – é regulado, em cada caso, pela expressão de genes específicos na célula-tronco, mas ainda não se sabe em detalhes como isso ocorre e que outros fatores estão envolvidos. Compreender e controlar esse processo estão entre os grandes desafios da ciência na atualidade.

A célula-tronco prototípica é o óvulo fertilizado (zigoto). Essa única célula é capaz de gerar todos os tipos celulares existentes em um organismo adulto, até os gametas – óvulos e espermatozoides – que darão origem a novos zigotos (figura 1). A incrível capacidade de gerar um organismo adulto completo a partir de apenas uma célula tem fascinado os biólogos desde que o fisiologista alemão Theodor Schwann (1810-1882) lançou, em 1839, as bases da teoria celular.

¹⁷ Texto adaptado. Íntegra, disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/biologia/0010.html>> . Acesso em: 12 jun. 2013.

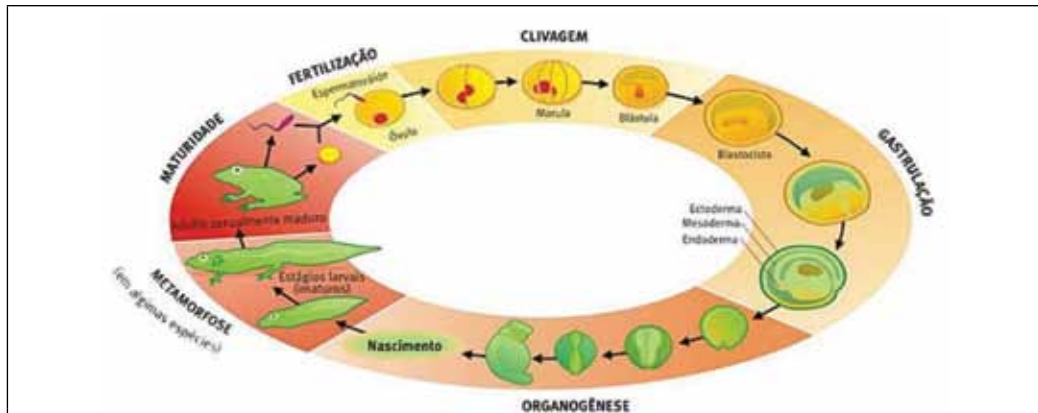


Figura 1: Entender em detalhes como um organismo completo, com inúmeros tipos diferentes de células, forma-se a partir de apenas uma célula – o óvulo fertilizado (zigoto) – ainda é um desafio para a ciência.

Já no início do século 20, vários embriologistas, entre eles os alemães Hans Spemann (1869-1941) e Jacques Loeb (1859-1924), começaram a decifrar os segredos das células-tronco através de experimentos engenhosos com células de embriões. Tais pesquisas revelaram que, quando as duas primeiras células de um embrião de anfíbio são separadas, cada uma é capaz de gerar um girino normal, e que, mesmo após as quatro primeiras divisões celulares de um embrião de anfíbio, o núcleo dessas células embrionárias ainda pode transmitir todas as informações necessárias à formação de girinos completos, se transplantado para uma célula da qual o núcleo tenha sido retirado (célula enucleada).

A originalidade desses experimentos permitiu que Spemann formulasse, em 1938, uma pergunta fundamental para a moderna biologia do desenvolvimento: o núcleo de uma célula totalmente diferenciada seria capaz de gerar um indivíduo adulto normal, se transplantado para um óvulo enucleado? Em 1996, o nascimento da ovelha Dolly, primeiro mamífero clonado a partir do núcleo de uma célula adulta diferenciada (uma célula epitelial de glândula mamária), trouxe a resposta.

A continuação dos estudos sobre as células-tronco demonstrou que elas têm as seguintes características básicas: são indiferenciadas e têm a capacidade de gerar não só novas células-tronco como grande variedade de células diferenciadas funcionais. Para realizar essa dupla tarefa (replicação e diferenciação), a célula-tronco pode seguir dois modelos básicos de divisão: o determinístico, no qual sua divisão gera sempre uma nova célula-tronco e uma diferenciada, ou o aleatório (ou estocástico), no qual algumas células-tronco geram somente novas células-tronco e outras geram apenas células diferenciadas (figura 2).

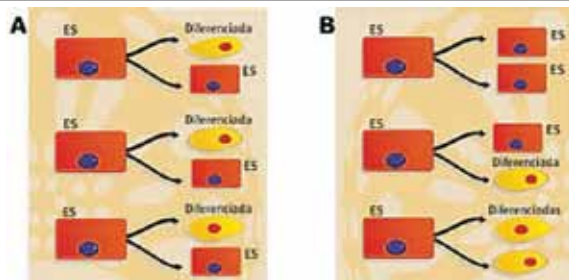


Figura 2: A divisão das células-tronco embrionárias segue dois modelos: o determinístico (A), que gera sempre uma célula-tronco e uma célula diferenciada, e o aleatório (B), em que podem ser geradas diversas combinações de células.

As células-tronco conhecidas há mais tempo são as embrionárias, que aos poucos, com o desenvolvimento do embrião, produzem todas as demais células de um organismo. Mas nas últimas décadas descobriu-se que tecidos já diferenciados de organismos adultos conservam essas células precursoras.

As células-tronco embrionárias

As células-tronco embrionárias são estudadas desde o século 19, mas só há 20 anos dois grupos independentes de pesquisadores conseguiram imortalizá-las, ou seja, cultivá-las indefinidamente em laboratório. Para isso, utilizaram células retiradas da massa celular interna de blastocistos (um dos estágios iniciais dos embriões de mamíferos) de camundongos. Essas células são conhecidas pela sigla ES, do inglês *embryonic stem cells* (células-tronco embrionárias), e são denominadas pluripotentes, pois podem proliferar indefinidamente *in vitro* sem se diferenciar, mas também podem se diferenciar se forem modificadas as condições de cultivo (figura 3). De fato, é preciso cultivar as células ES sob condições muito especiais para que proliferem e continuem indiferenciadas, e encontrar essas condições foi o grande desafio vencido pelos cientistas.

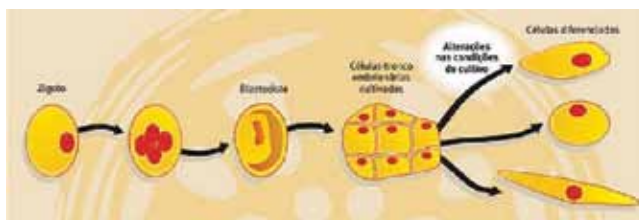


Figura 3: As células-tronco embrionárias são denominadas pluripotentes, porque podem proliferar indefinidamente *in vitro* sem se diferenciar, mas se diferenciam se forem alteradas as condições de cultivo.

Outra característica especial dessas células é que, quando reintroduzidas em embriões de camundongo, dão origem a células de todos os tecidos de um animal adulto, mesmo as germinativas (óvulos e espermatozoides). Apenas uma célula ES, no entanto, não é capaz de gerar um embrião. Isso significa que tais células não são totipotentes, como o óvulo fertilizado.

A disponibilidade de células ES de camundongos tornou corriqueira a manipulação genética desses animais. A possibilidade de introduzir ou eliminar genes nas células ES *in vitro* e depois reimplantá-las em embriões permitiu gerar camundongos transgênicos (que expressam genes exógenos) e *knockouts* (que não têm um ou mais genes presentes em animais normais) essenciais para muitas pesquisas (figura 4). As células-tronco modificadas podem originar até células germinativas nos animais transgênicos adultos, permitindo em muitos casos a sua reprodução. Esses animais têm ajudado a caracterizar muitas doenças humanas resultantes de alterações genéticas.

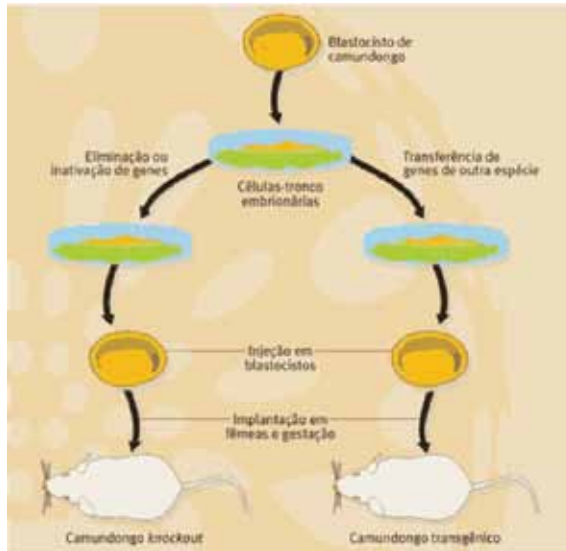


Figura 4: Introduzindo ou eliminando genes nas células ES *in vitro* e em seguida reimplantando-as em embriões foi possível gerar camundongos transgênicos (que expressam genes exógenos) e knockouts (que não têm ou não expressam um ou mais genes presentes em animais normais).

O fato de as células ES reintroduzidas em embriões de camundongo gerarem tipos celulares integrantes de todos os tecidos do animal adulto revela que elas têm potencial para se diferenciar também *in vitro* em qualquer desses tipos, de uma célula da pele a um neurônio. Na verdade, vários laboratórios já conseguiram a diferenciação de células ES de camundongos, em cultura, em tipos tão distintos quanto as células hematopoiéticas (precursoras das células sanguíneas) e as do sistema nervoso (neurônios, astrócitos e oligodendrócitos), entre outras (figura 5).

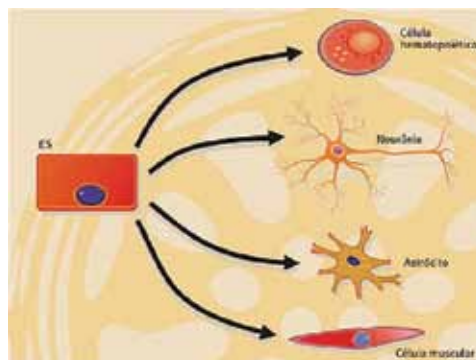


Figura 5: Estudos em laboratórios de vários países já conseguiram que as células-tronco embrionárias se diferenciassem, em cultura, em diversos tipos celulares.

A capacidade de direcionar esse processo de diferenciação permitiria que, a partir de células-tronco embrionárias, fossem cultivados controladamente os mais diferentes tipos celulares, abrindo a possibilidade de construir tecidos e órgãos *in vitro*, na placa de cultura, tornando viável a chamada bioengenharia.

Esse sonho biotecnológico tornou-se um pouco mais real em 1998, quando o biólogo James Thomson e sua equipe conseguiram, na Universidade de Wisconsin (Estados Unidos), imortalizar células ES de embriões humanos. No mesmo ano, também foram imortalizadas células embrionárias germinativas humanas (EG, do inglês *embryonic germ cells*), derivadas das células reprodutivas primordiais de fetos, pelo embriologista John Gearhart, da Universidade Johns Hopkins (Estados Unidos) e equipe. Como as ES, as EG também são pluripotentes, ou seja, podem gerar qualquer célula do organismo adulto.

A disponibilidade de células ES e EG humanas abriu horizontes impensáveis para a medicina, mas também trouxe complexos problemas ético-religiosos. Se já podemos imaginar o cultivo de células ES humanas gerando neurônios em cultura, que substituiriam células nervosas danificadas em doenças como as de Parkinson e de Alzheimer, não podemos esquecer que esse cultivo é feito a partir de células retiradas de embriões humanos, e para isso eles precisam ser sacrificados. Além disso, com a disponibilidade de células ES humanas e com as experiências de transferência nuclear, a clonagem de seres humanos tornou-se uma possibilidade cada vez mais real.

Diante de questões tão polêmicas, é preciso que a sociedade como um todo se manifeste, através de seus legisladores, e defina o que é socialmente aceitável no uso de células-tronco embrionárias humanas para fins médicos. Inaceitável é impedir o progresso científico baseado na premissa de que o uso do conhecimento pode infringir conceitos religiosos ou morais. O Congresso dos Estados Unidos parece ter chegado a essa conclusão ao autorizar recentemente o uso de células ES humanas nas pesquisas financiadas pelo National Institutes of Health (NIH).

As células-tronco adultas

Sabe-se, desde os anos 60, que alguns tecidos de um organismo adulto se regeneram constantemente. Isso acontece com a pele, com as paredes intestinais e principalmente com o sangue, que têm suas células destruídas e renovadas o tempo inteiro, em um complexo e finamente regulado processo de proliferação e diferenciação celular.

Os estudos feitos há décadas sobre a hematopoiese (processo de produção de células sanguíneas) a partir de células-tronco multipotentes, localizadas no interior dos ossos, mostraram que elas originam células progressivamente mais diferenciadas e com menor capacidade proliferativa. Essas células-tronco podem gerar as linhagens precursoras mieloide e linfoide, que terminam por dar origem a todos os nove tipos celulares presentes no sangue, de hemácias a linfócitos. A renovação do sangue é tão intensa que diariamente entram em circulação cerca de 8 mil novas células sanguíneas. É assombroso que o organismo consiga controlar um processo proliferativo tão exuberante, impedindo, em circunstâncias normais, que o número de células produzidas exceda o necessário e que as células liberadas na circulação estejam no estágio correto de diferenciação.

É relativamente recente a constatação de que, além da pele, do intestino e da medula óssea, outros tecidos e órgãos humanos — fígado, pâncreas, músculos esqueléticos (associados ao sistema locomotor), tecido adiposo e sistema nervoso — têm um estoque de células-tronco e uma capacidade limitada de regeneração após lesões. Mais recente ainda é a ideia de que essas células-tronco 'adultas' são não apenas multipotentes (capazes de gerar os tipos celulares que compõem o tecido ou órgão específico onde estão situadas), mas também pluripotentes (podem gerar células de outros órgãos e tecidos).

O primeiro relato incontestável dessa propriedade das células-tronco adultas foi feito em 1998 por cientistas italianos, após um estudo — liderado pela bióloga Giuliana Ferrari, no Instituto San Raffaele-Telethon — em que células derivadas da medula óssea regeneraram um músculo esquelético. Embora esse tipo de músculo também tenha células-tronco ('células-satélite'), os pesquisadores usaram células da medula óssea, geneticamente marcadas para identificação posterior. Essas células, quando injetadas em músculos (lesados quimicamente) de camundongos geneticamente imunodeficientes, mostraram-se capazes de se diferenciar em células musculares, reduzindo a lesão.

Em outro experimento, em vez da injeção de células medulares diretamente na lesão muscular, os camundongos imunodeficientes receberam um transplante de medula óssea. Feito o transplante, os pesquisadores verificaram que as células-tronco (geneticamente marcadas, e por isso identificáveis como do animal doador) migraram da medula para a área muscular lesada do animal. Isso demonstrou que, existindo uma lesão muscular, células-tronco medulares adultas podem migrar até a região lesada e se diferenciar em células musculares esqueléticas.

O trabalho, portanto, estabeleceu duas novas e importantes ideias: células-tronco de medula óssea podem dar origem a células musculares esqueléticas e podem migrar da medula para regiões lesadas no músculo. Nesse trabalho, porém, as células-tronco de medula, de reconhecida plasticidade, deram origem a células não medulares, mas de mesma origem embriológica, já que tanto o tecido muscular quanto as células do sangue derivam do mesoderma (uma das três camadas germinais que aparecem no início da formação do embrião).

Um resultado ainda mais surpreendente foi relatado em janeiro de 1999 por cientistas liderados por dois neurobiólogos, o canadense Christopher Bjornson e o italiano Angelo Vescovi. Em seu trabalho, publicado na revista *Science*, com o título 'Transformando cérebro em sangue: um destino hematopoiético adotado por uma célula-tronco neural adulta *in vivo*', eles demonstraram que células-tronco neurais de camundongos adultos podem restaurar as células hematopoiéticas em camundongos que tiveram a medula óssea destruída por irradiação.

Esse achado revolucionou os conceitos até então vigentes, pois demonstrou que uma célula-tronco adulta derivada de um tecido altamente diferenciado e com limitada capacidade de proliferação pode seguir um programa de diferenciação totalmente diverso se colocada em um ambiente adequado. Também deixou claro que o potencial de diferenciação das células-tronco adultas não é limitado por sua origem embriológica: células neurais têm origem no ectoderma e células sanguíneas vêm do mesoderma embrionário.

Ainda em 1999, em outros estudos, células-tronco adultas da medula óssea de camundongos transformaram-se em precursores hepáticos e, pela primeira vez, células-tronco adultas de medula óssea humana foram induzidas a se diferenciar, *in vitro*, nas linhagens condrocítica (cartilagem), osteocítica (osso) e adipogênica (gordura). Em junho de 2000, um grupo do Instituto Karolinska (Suécia), liderado por Jonas Frisen, confirmou que células-tronco neurais de camundongos adultos têm capacidade generalizada de diferenciação, podendo gerar qualquer tipo celular, de músculo cardíaco a estômago, intestino, fígado e rim, quando injetadas em embriões de galinha e camundongo. Esse resultado quebrou todos os dogmas, indicando que uma célula-tronco adulta é capaz de se diferenciar em qualquer tipo de célula, independentemente de seu tecido de origem, desde que cultivada sob condições adequadas.

Essa pluripotencialidade das células-tronco adultas coloca a questão do uso medicinal dessas células em bases totalmente novas. São eliminadas não só as questões ético-religiosas envolvidas no emprego das células-tronco embrionárias, mas também os problemas de rejeição imunológica, já que células-tronco do próprio paciente adulto podem ser usadas para regenerar seus tecidos ou órgãos lesados. Torna ainda possível imaginar que um dia não haverá mais filas para os transplantes de órgãos, nem famílias aflitas em busca de doadores compatíveis. Em breve, em vez de transplantes de órgãos, os hospitais farão transplantes de células retiradas do próprio paciente. Não há dúvida de que a terapia com células-tronco será a medicina do futuro.

A luta contra as doenças cardíacas

O infarto do miocárdio é hoje uma das principais causas de mortalidade no mundo. Quando não mata de imediato, o infarto em geral provoca uma lesão que resulta em insuficiência cardíaca — a capacidade de bombeamento do coração fica reduzida, impedindo o paciente de exercer atividades que requerem maior esforço. Quanto maior a área de músculo cardíaco lesada durante o infarto, maior o grau de insuficiência. Infelizmente, a insuficiência cardíaca é progressiva, de modo que o quadro clínico dos pacientes só piora: 22% dos homens e 46% das mulheres que sofrem infartos evoluem para insuficiência cardíaca congestiva em um prazo de seis anos. Essa doença é grave e sua incidência vem crescendo, tanto que, nos Estados Unidos, a taxa de mortalidade por insuficiência cardíaca aumentou 138% entre 1979 e 1998. É óbvia, portanto, a necessidade de uma terapia — ainda inexistente — que possa dar aos pacientes maior expectativa de vida após o infarto.

Curiosamente, embora haja células-tronco em vários tecidos diferenciados, elas ainda não foram encontradas no coração adulto. No entanto, a já citada pluripotencialidade das células-tronco hematopoiéticas e neurais permite imaginar que tais células, se cultivadas em ambiente adequado, poderiam originar células cardíacas. Isso foi confirmado em fins de 1999, quando surgiu (no *Journal of Clinical Investigation*) o primeiro — e até agora único — relato da diferenciação de células-tronco hematopoiéticas em células do músculo cardíaco em cultura, feito por Shinji Makino e colaboradores, na Universidade de Keio, no Japão.

Vários laboratórios, inclusive o da UFRJ, tentam desde então, sem sucesso, reproduzir os resultados da equipe de Makino. O sistema hematopoiético, porém, não é a única fonte de células-tronco para os transplantes cardíacos. Os músculos esqueléticos contêm células-tronco (as células-satélite), que podem se diferenciar facilmente em células desses músculos (e restaurar áreas lesadas), embora não exista relato da transformação de células-satélite em células do músculo cardíaco.

Texto 5

**Por que é que não somos chimpanzés, se partilhamos 95% do ADN?
Finalmente a ciência começa a dar respostas.¹⁸**



Se sempre achou que o homem havia de ter mais qualquer coisinha do que um chimpanzé para ter chegado aonde chegou – passem-se as interrogações próprias das crises que vamos vivendo – está enganado. Um estudo publicado ontem na revista “Nature” dá a resposta mais pormenorizada dos últimos anos, à luz dos avanços da genética, sobre o que faz de nós humanos.

Investigadores da Universidade de Stanford, nos EUA, defendem que a resposta não parece estar no que temos a mais, mas no que não temos. Uma primeira análise comparativa entre o genoma humano, o dos chimpanzés e o dos ratinhos revelou 510 segmentos de ADN que só já não existem no homem (entenda-se que também já não existiam nos Neandertais, há 500 mil anos). Os investigadores conseguiram associar as diferenças a atributos bem humanos, como cérebros grandes, e à perda de outros considerados mais primários, como os pênis espinhosos e os bigodes sensoriais.

A investigação mostra que os genes, que partilhamos com animais tão diferentes como a mosca ou o chimpanzé, não parecem ser a chave das diferenças evolutivas mas, sim, as chamadas zonas regulatórias do ADN, que ditam quando e como é que os genes são codificados. Hoje sabe-se que os genes, que nos humanos são entre 20 mil e 25 mil, representam apenas 2% do genoma, o manual de instruções de um organismo. Ou seja, o segredo pode não estar nos ingredientes mas nos passos que a evolução foi retirando à receita da vida.

O trabalho publicado na “Nature” é a ponta do icebergue daquilo que se adivinha sobre as futuras lições do genoma. Dez anos depois de o genoma humano ter sido sequenciado por 3 milhões de dólares (e ter dado trabalho durante uma década), hoje a tecnologia já

¹⁸ Texto disponível em: <<http://biogilde.wordpress.com/2011/03/10/o-homem-visto-pelo-adn-a-evolucao-tirou-nos-os-bigodes-sensoriais-e-deu-nos-cerebros-grandes/#more-2905>>. Acesso : em11 jun. 2013.

permite análises por 10 mil dólares e em poucos meses. José Pereira Leal, investigador do Instituto Gulbenkian da Ciência, em Oeiras, explicou que a descoberta, embora remeta para explicações preliminares sobre o que diferencia os humanos de outros animais, vem reforçar uma tese que no início dos anos 90 suscitou alguma surpresa entre os cientistas.

“Quando começamos a estudar o genoma achamos que teríamos 100 mil genes. No final dos anos 90, quando vimos que tínhamos pouco mais genes do que uma mosca, começaram a surgir dúvidas sobre o que levaria à formação de diferentes tecidos e à diferenciação entre espécies. A última moda tornou-se não perceber os genes porque é que os usamos como os usamos, e a explicação parece estar nos segmentos regulatórios do ADN.”

Genes repórteres – A conclusão dos investigadores de Stanford pode parecer pouco óbvia, diz o coautor do trabalho Philip Reno, mas não foi uma surpresa perante os mecanismos evolutivos já conhecidos na natureza. “A supressão de sequências de ADN pode ser considerada uma forma de mutação, como uma mudança na ordem das letras do código genético”, explica.

“É possível que algumas supressões tenham acontecido em segmentos que já não eram necessários. Contudo, uma vez que se mantiveram em ratinhos, macacos e chimpanzés e a maioria parece continuar a ser funcional passados milhões de anos, propomos que muitas tenham ocorrido para alterar a forma como os genes são regulados e assim produzir algumas características físicas que nos fazem humanos.” A investigação utilizou um método de manipulação laboratorial que utiliza genes repórteres, que ativam um marcador azul quando são utilizadas determinadas instruções. Os investigadores puderam assim verificar em embriões de ratinhos qual o papel das sequências suprimidas nos humanos.

Destacam para já duas grandes descobertas, embora ainda haja trabalho pela frente. Uma das sequências foi associada ao gene que codifica o receptor de androgênio, associado a características específicas dos machos como ter barba. Apesar de os humanos manterem este atributo, perderam outros agora associados a um dos 510 segmentos suprimidos: os bigodes sensoriais ou a genitália com espinhos, presente em primatas não humanos ou nos gatos. A perda dos espinhos nos humanos já tinha sido associada a relações sexuais mais prolongadas e não ao contexto de competição de outros primatas, bem como à evolução da monogamia.

A outra grande descoberta foi a de uma sequência que parece regular a atividade do gene GADD45g, que nos ratinhos restringe o crescimento celular numa camada do cérebro e que parece explicar a evolução da inteligência humana. Pelo menos em parte, refletem, uma vez que os traços serão demasiado complexos para serem explicados numa simples correlação. Para os investigadores, esta linha de investigação pode vir a explicar não só diferenças fisiológicas e anatômicas mas também a susceptibilidade a doenças como artrite, cancro, sida, ou doenças neurodegenerativas como Alzheimer e Parkinson. Para Pereira Leal, pode ainda fazer-se outras leituras. “Temos a ideia de que somos seres mais complicados quando parece que estamos a perder instruções.”

Texto 6

Um novo tratamento que bloqueia um gene específico das células atacadas pelo vírus da sida – o HIV – deu resultados promissores, notícia a revista Nature.¹⁹



O HIV ataca células específicas do sistema imunitário – os linfócitos T CD4, matando-os progressivamente. O vírus entra nestas células e utiliza a sua maquinaria para se replicar. Uma das portas mais importantes de entrada do vírus é uma proteína que se encontra na membrana das células, chamada CCR5. Os cientistas sabem que há pessoas resistentes ao vírus da sida porque têm uma mutação no gene que codifica a proteína CCR5. Inspirada nesta mutação natural, uma equipe de cientistas resolveu utilizar a terapia genética para bloquear a atividade da CCR5 e impedir o vírus de entrar nas células.

A equipe da Clínica de Investigação Quest, em São Francisco, nos Estados Unidos, tirou uma amostra de linfócitos T CD4 em seis homens infectados com o vírus. Apesar de estes pacientes terem uma carga viral pequena devido aos medicamentos antiretrovirais que tomavam, tinham uma população de células T muito baixa. Os cientistas utilizaram uma enzima artificial, cujo nome técnico é "nuclease dedos de zinco" (em inglês *zinc finger nuclease*). Esta pequena proteína foi concebida para se ligar a sequências específicas da molécula de ADN, alterando-as. Neste caso, a sua actividade foi direccionada para alterar e bloquear o gene CCR5 dos linfócitos T CD4.

Depois de fazerem esta terapia *in vitro* nas células, os cientistas voltaram a injectar os linfócitos T CD4 nos respectivos pacientes. E o número destas células aumentou em cinco dos seis pacientes. Os resultados dos primeiros testes clínicos foram apresentados a 28 de fevereiro, num congresso em Boston, nos Estados Unidos. Segundo Jacob Lalezari, director da clínica, as células alteradas viajaram pelo corpo até ao tecido da mucosa do tubo digestivo, um dos principais reservatórios do HIV, onde se multiplicaram, escreveu a revista Nature.

¹⁹ Texto disponível em: <<http://biogilde.wordpress.com/2011/03/05/terapia-genetica-contra-o-hiv-da-resultatados-promissores/#more-2858>>. Acesso em: 11 jun. 2013.

"É muito entusiasmante", disse à Nature, John Rossi, biólogo molecular do City of Hope's Beckman Research Institute, na Califórnia. "Se se fizer isto várias vezes a um doente, pode conseguir-se uma grande percentagem de células resistentes ao HIV." No entanto, o cientista alerta que ainda não se sabe o que está na origem destes resultados. Os linfócitos podem ter se multiplicado no organismo por terem sido tratados *in vitro*. Por outro lado, estes indivíduos já tinham poucos vírus e não se sabe se a terapia vai resultar em pessoas com uma contagem alta de HIV.

7. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n4/a05v17n4.pdf>>. Acesso em: 05 de maio 2013.

COSTA, Vera Rita da; COSTA, Edson Valério da (Orgs.). **Coleção Explorando o Ensino**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v. 6. 2006. p. 28-29.

DARWIN, Charles, 1871. **The descent of man, and selection in relation to sex**. 7th thousand. London: John Murray. v. 1.

GUIMARÃES, A. M.; DIAS, R. Ambientes de aprendizagem: reengenharia da sala de aula. In: COSCARELLI, C. V. (Org.). **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002. p. 23-42.

JOLY, Carlos A. et al. Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. **Rev. USP**, São Paulo, n. 89, maio 2011. Disponível em: <http://rusp.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-99892011000200009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 11 jun. 2013.

PURVES, W.K. e outros. **Vida: a Ciência da Biologia**. ARTEMED, fig. 1.6, p.8, 2006.

Sites consultados

Disponíveis em:

<<http://www.bionoem.blogspot.com.br>>. Acesso em: 12 de junho de 2012.

<<http://www.blogcoisasparapensar.blogspot.com.br>>. Acesso em: 10 de junho de 2012.

<<http://www.clipartof.com/93971>>. Acesso em: 2 de junho de 2012.

<<http://www.portaldoprofessor.mec.gov.br>>. Acesso em: 12 de junho de 2012.

<<http://www.qnesc.sbg.org.br/online/cadernos/01/evolucao.pdf>>. Acesso em: 11 de jun. 2013.

<<http://www.educamais.com>>. Acesso em: 2 de junho de 2012.

<<http://www.manguestin.blogspot.com>>. Acesso em: 2 de junho de 2012.

<<http://www.portalsaofrancisco.com.br>>. Acesso em: 2 de junho de 2012.

<<http://www.pt.wikinoticia.com>>. Acesso em: 2 de junho de 2012.

<<http://biogilde.wordpress.com/2011/03/05/terapia-genetica-contr-o-hiv-da-resulatados->

promissores/#more-2858>. Acesso em: 11 de jun. 2013.

<<http://biogilde.wordpress.com/2011/03/10/o-homem-visto-pelo-adn-a-evolucao-tirou-nos-os-bigodes-sensoriais-e-deu-nos-cerebros-grandes/#more-2905>>. Acesso em: 11 de jun. 2013.

<<http://freepages.genealogy.rootsweb.ancestry.com/~ncscotts/Y-DNA/Miscellaneous/DNA%20Gallery/DNA%20with%20Features.jpg>>. Acesso em: 13 de maio 2013.

<<http://freepages.genealogy.rootsweb.ancestry.com/~ncscotts/Y-DNA/Miscellaneous/DNA%20Gallery/Human%20with%20DNA%20Shadow.jpg>>. Acesso em: 13 de maio 2013.

<<http://geografiamodelo-biomas.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 17 de maio de 2013.

<http://luzecalor.blogspot.com.br/2011_12_01_archive.html>. Acesso em: 11 de maio de 2013.

<<http://profangelobiol.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 15 de maio 2013.

<<http://vitroladossousa.files.wordpress.com/2010/12/fotossintese1.jpg>>. Acesso em: 12 de maio 2013.

<<http://www.andrevaleilustrador.blogspot.com>>. Acesso em: 16 de maio de 2013.

<<http://www.biblioteca.ifc-camboriu.edu.br>>. Acesso em: 25 de maio 2013.

<http://www.bottlebiology.org/investigations/decomp_main.html>. Acesso em: 09 de junho 2013.

<<http://www.brasilecola.com>>. Acesso em: 25 de maio de ???

<<http://www.coladaweb.com/biologia/ecologia/cadeia-alimentar>>. Acesso em: 2 de junho de 2012.

<<http://www.colegioweb.com.br/trabalhos-escolares/biologia/nucleo/o-cariotipo-humano.html>>. Acesso em: 14 de maio 2013.

<<http://www.cristofoli.com/biosseguranca/?tag=mata-atlantica>>. Acesso em: 30 de maio de 2013.

<<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/biologia/0010.html>>. Acesso em: 12 jun. 2013.

<<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 10 de jun. 2013.

<<http://www.ricardogauchobio.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2010/06/fluxo-de-energia1.png>>. Acesso em: 12 de maio 2013.

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/bio_ecologia/ecologia9.php>. Acesso em: 20 de maio de 2013.

<<http://www.static.assimsefaz.com.br/images>>. Acesso em: 2 de junho de 2012.

<<http://www.vivendocomciencia.blogspot>>. Acesso em: 30 de maio de 2013.

<<https://www.picofisicos.wikispaces.com>>. Acesso em: 12 de junho de 2012.

<www.biblioteca.ifc-camboriu.edu.br>. Acesso em: 30 de maio de 2013.

<www.infoescola.com>. Acesso em: 30 de maio de 2013.

Sugestão de bibliografia complementar

AMARAL, I. A. Currículo de Ciências: das tendências clássicas aos movimentos atuais de renovação. In: BARRETO, Elba Siqueira de Sá. **Os currículos do ensino fundamental para as escolas brasileiras**. Coleção Formação de Professores. São Paulo: Editora Autores Associados, 1998. p. 201-232.

AULER, D. e BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto Educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru: UNESP, v.7, n.1, p.1-13. 2001.

AUSUBEL, D. P. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York: Grune & Stratton. 1963.

BIZZO, N. M. V. **Ciências: fácil ou difícil?** 2. ed., v. 1. São Paulo: Ática, 2000.

BONADIMAN. H, ZANON L.B, MALDANER. O. A. **Ciências 8ª Série-Proposta Alternativa de Ensino-Ijuí**. FIDENE. Porto Alegre: *Livraria UNIJUI/Editora Vozes*,1986.

BRASIL. Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes curriculares para o ensino fundamental**. Parecer CEB 04/98. Brasília, 1998.

_____. Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes curriculares para o ensino fundamental**. Parecer CEB 22/98. Brasília, 1998.

_____. **Indagações sobre Currículo**. Brasília: SEF/MEC, 2007.

_____. **Lei de Diretrizes de Bases da Educação Nacional**. (Lei n. 9.394). Brasília, 1996.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. 3.º e 4.º ciclos**. Brasília: MEC/ SEF, 1998.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Proposta Curricular para educação de Jovens e Adultos – segundo segmento de Ensino Fundamental – Ciências Naturais**, v. 3. Brasília, SEED/MEC, 2002.

BUSSMANN, Antônia Carvalho. Apresentação. In: BONADIMAN. H, ZANON L.B, MALDANER. O. A. **Ciências 8ª Série-Proposta Alternativa de Ensino-Ijuí**. *Fidene*. Porto Alegre: Livraria UNIJUI. Editora Vozes,1986.

_____. O projeto político pedagógico e a gestão da escola. In: VEIGA, Ilma Passos A. (Org.). **Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível**. Campinas: Papirus, 1995.

CACHAPUZ, A; CARVALHO, A. M. P.; GIZ-PÉREZ, D. **A necessária renovação do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARNEIRO, M. H. da S.; SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S. Livro Didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, dez. 2005.

CARVALHO, A. M. P. e GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 2001.

CARVALHO, A. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira, 2004.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1997.

_____. **Alfabetização científica**: proposta de pesquisa que faz inclusão. *XII Endipe*. Curitiba, PUCPR, 2004.

COLL, C. **Psicologia e currículo**: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar. São Paulo: Ática, 2001.

CUNHA, C. A. L. e AMORIM, A. C. R., **ATAS – I ENCONTRO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS**. Campinas: Unicamp, 1986.

DOLABELA, Fernando. **Pedagogia Empreendedora – O Ensino do Empreendedorismo na Educação Básica, voltado para o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Editora de Cultura, 2003.

DOLL Jr, William E. **Currículo**: Uma perspectiva pós-moderna. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

ELER, D., VENTURA, P. C. S. **Alfabetização e letramento em ciência e tecnologia**: reflexões para a educação tecnológica. VI ENPEC. Florianópolis, 2007.

FERRY, L. **A nova ordem ecológica**. São Paulo: Ensaio, 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. **Educação como prática para a liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989.

GIORDAN, M. O Ensino de ciências nos tempos da internet. O que desejamos com o ensino de ciências In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R. J. de (Org.). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Unisinos, 1998.

GOUVEIA, C P; VENTURA, P C S. **Letramento Científico**: Reflexões conceituais para o desenvolvimento de uma proposta no EJA. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA, 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2010.

GUBA, E.G; LINCOLN, Y.S. **Fourth generation evaluation**. London: Sage Publications, 1989.

HAMBURGUER, Ernst W. (Org.). **O desafio de ensinar ciências no século 21**. São Paulo: Edusp/Estação Ciência, 2000.

HARGREAVES, Andy. **O Ensino na Sociedade do Conhecimento**: a educação na era da insegurança. Coleção Currículo, Políticas e Práticas. Porto: Porto Editora, 2003.

KNELLER, George F. **A Ciência como atividade humana**. Rio de Janeiro/São Paulo: Zahar/Edusp, 1980.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. Petrópolis: Vozes, 1997.

KRAMER, S. O que é básico na escola básica? Contribuições para o debate sobre o papel da escola na vida social e na cultura: In: KRAMER, S. e LEITE, M. I. F. P. (Orgs.). **Infância e produção cultural**. Campinas: Papirus, 1998.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1989.

LAJOLO, Marisa. **Livro didático**: um (quase) manual de usuário. Em Aberto, Brasília, v. 16, n.

69, jan./mar. 1996.

LATOURE, B. **Ciência em ação**. São Paulo: UNESP, 2000.

LEITE, L. S. (Coord.). **Tecnologia educacional**: descubra suas possibilidades na sala de aula. Petrópolis: Vozes, 2003.

LIBÂNEO, J. C. **Didática. Formação do Professor**. São Paulo: Cortez, 1994.

LIMA, C. P. **Genética**: o estudo da herança e da variação biológica. São Paulo: Ática, 2000.

LIMA, E. S. **Avaliação na escola**. São Paulo: Editora Sobradinho107, 2003.

LOPES, A. C. e MACEDO, E. (Orgs.). **Currículo de ciências em debate**. Campinas: Papyrus, 2004.

LORENZETTI, L. O ensino de ciências naturais nas séries iniciais. **Revista Virtual – Contestado e Educação**, n.2, out/dez. 2002.

LUCKESI, Cipriano C. Avaliar não é julgar o educando. **Jornal do Brasil**. Rio de Janeiro, 30 de jul. 2000.

MACEDO, E. Ciência, tecnologia e desenvolvimento: uma visão cultural do currículo de ciências. In: LOPES, A. C. e MACEDO, E. (Org.). **Currículo de Ciências em Debate**. 1. ed. Campinas: Papyrus, 2004.

_____, OLIVEIRA, I. B., MANHÃES, L. C. e ALVES, N. **Criar currículo no cotidiano**. São Paulo: Cortez, 2002.

MACHADO, N. J. **Epistemologia e didática**. São Paulo: Cortez, 1995.

MATOS, S.A.; LIMA-TAVARES, M.; SILVA, N. S. Educação a distância e formação continuada: o Ensino de Ciências por Investigação como curso de especialização. IN: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA (ESUD). UNIREDE: Ouro Preto, 2011.

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco J. **A árvore do conhecimento**. 2. ed. São Paulo: Palas Athena, 2002.

MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

MOREIRA, A. F. B. Currículo, utopia e pós-modernidade. In: MOREIRA, A. F. M. (Org.). **Currículo**: questões atuais. Campinas: Papyrus, 1998.

MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie. **Aprendizagem significativa**. A teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1999.

MORETTO, V. P. **Prova**: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

MORIN, Edgar. **As cegueiras do conhecimento**: o erro e a ilusão. Os sete saberes necessários à educação do futuro. Tradução: Catarina E. F. da Silva e Jeanne Sawaya. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2000.

MOURTHÉ, C. A. J.; SANTOS, A.; MATOS, S.A.; LAGES, M. F. **Ciências**: 6º ano. Belo Horizonte: Editora Educacional, 2011.

_____. **Ciências**: 7º ano. Belo Horizonte: Editora Educacional, 2011.

_____. **Ciências**: 8º ano. Belo Horizonte: Editora Educacional, 2011.

_____. **Ciências**: 9º ano. Belo Horizonte: Editora Educacional, 2011.

NARDI, R. (Org.). **Questões atuais no ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 2005.

NOGUEIRA, N. R. **Temas transversais**: reflexões e práticas rumo a uma nova educação. São Paulo: Érica, 2002.

NÓVOA, António. Formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA, António. **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação. **Caderno de Expectativas de Aprendizagem**. Departamento de Educação Básica. 2012.

PERNAMBUCO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO, CULTURA E ESPORTES. **Base Curricular Comum para as Redes Públicas do Ensino de Pernambuco – BCC**, versão Preliminar, 2012a.

_____. **Orientações Teórico Metodológicas. Educação de Jovens e Adultos. Ensino Fundamental**. 2012b.

_____. Diretoria de Educação Escolar. **Subsídios para Organização da Prática Pedagógica nas Escolas: Ciências Física e Biológica**. Coleção Professor Carlos Maciel, n.11, 1997.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento**. Lisboa: Rés Editora, 1976.

POZO, Juan Ignacio (Org.). **A solução de problemas nas ciências da natureza**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PURVES, W. et al. **Vida: A ciência da Biologia**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

REIGOTA, Marcos. **Meio ambiente e representação social**. São Paulo: Cortez, 1995.

ROMANATTO, Mauro Carlos. **O Livro Didático: alcances e limites**. Disponível em http://www.sbempaulista.org.br/epem/anais/mesas_redondas/mr19-Mauro.doc. Acesso em 13/04/2009.

SANTOS, Wildson Luiz; CARNEIRO, Maria Helena da Silva. Livro Didático de Ciências: Fonte de informação ou apostila de exercícios. In: **Contexto e Educação**: Ano 21. Julho/dezembro, Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta Curricular para o ensino de Ciências e programas de saúde**: 1º grau. 3. ed. São Paulo: SEE/CENP, 1990.

_____. **Referencial de expectativas para o desenvolvimento da competência leitora e escritora no ciclo II do Ensino Fundamental**. Ciências da Natureza. 2007.

SASSERON, L H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 2008. 180 f.Tese (Doutorado em Educação) – USP –São Paulo, 2008.

_____; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental**: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.13(3), p. 333-352, 2008.

SILVA, M. R. da. (Org.). **Ciências**: formação do professor e ensino nas séries iniciais. v. V. Toledo: UNIOESTE, 1996.

SOARES, M. **Letramento**: um tema em três gêneros. Belo Horizonte, Autêntica, 1998.

TRIVELATO, Sílvia. Uma experiência de ensino para a cidadania. **Em Aberto**. Brasília, ano 11, n. 55, p. 70-73, jul./set., 1992.

WITKOWSKI, N. **Ciência e tecnologia hoje**. São Paulo: Ensaio, 1996.

ZANETIC, João. Física ainda é cultura. In: MARTINS, André F. P. (Org.). **Física ainda é cultura?** Livraria da Física: São Paulo. 2009.

