

Caderno da Cidade

Saberes e Aprendizagens

CIÊNCIAS NATURAIS

**9º
ANO**

5ª edição | revisada e atualizada

ENSINO FUNDAMENTAL



CURRÍCULO
da CIDADE

SECRETARIA MUNICIPAL DE
EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**
**SECRETARIA
DE EDUCAÇÃO**

Prefeitura da Cidade de São Paulo

Ricardo Nunes

Prefeito

Secretaria Municipal de Educação

Fernando Padula

Secretário Municipal de Educação

Maria Sílvia Bacila

Secretária Executiva Pedagógica

Samuel Ralize de Godoy

Secretário Adjunto de Educação

Ronaldo Tenório

Chefe de Gabinete

Sueli Mondini

Chefe da Assessoria de Articulação

das Diretorias Regionais de Educação – DREs

Secretaria Municipal de Educação de São Paulo

Caderno da Cidade

Saberes e Aprendizagens

CIÊNCIAS NATURAIS

9^o
ANO

ENSINO FUNDAMENTAL

5^a edição
revisada e atualizada

São Paulo | 2026



COORDENADORIA PEDAGÓGICA – COPED

Lucimeire Cabral de Santana - *Coordenadora*

DIVISÃO DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO – DIFEM

Raphael Johnny dos Santos - *Diretor*

EQUIPE TÉCNICA – DIFEM

Allan Cavalcanti de Moura
Amarilis Blois Crispino - *Estagiária*
Ana Carolina Porto Lemes
Bruno Carvalho da Silva Barros
Camila Oliveira Sandes
Catarina Maria dos Santos Castineiras
Eliana Sousa Santana
Erika Yukie Koshikumo - *Estagiária*
Francieli Araújo Guerra
Giseli de Oliveira Cardoso
Marcelo Alexandre Torres do Espírito Santo
Michele Ortega Gomes
Nelsi Maria de Jesus
Patrícia de Lucena da Silva
Paula Costa Vieira da Silva
Priscila Alexandre do Nascimento Pereira
Samira Novo Lopes
Sandra Salavandro Rodrigues
Shirlei Nadaluti Monteiro
Sueli Gomes Landim
Tiemi Okimura Kerr
Vanessa Figueira Santos de Freitas

EQUIPE TÉCNICA SME – CIÊNCIAS NATURAIS

Giseli de Oliveira Cardoso

REVISÃO E ATUALIZAÇÃO – 5ª EDIÇÃO

Bruna Acioli Silva Machado, Giseli de Oliveira Cardoso, Isabela da Conceição Silva Iagallo, Keli Cristina Correia

CRÉDITOS 1ª EDIÇÃO

COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO

Carla da Silva Francisco, Minéa Paschoaleto Fratelli

EQUIPE TÉCNICA SME - CIÊNCIAS NATURAIS

Daniella de Castro Marino Rubio, Daniela Harumi Hikawa, Heloísa Maria de Morais Giannichi

ASSESSORIA

Daniela Lopes Scarpa, Gabriel de Moura Silva, Maíra Batistoni e Silva

ELABORAÇÃO

Celina Martins de Mello Moraes, Gabriel de Moura Silva, Marcelo Jorge de Moraes, Vitor Fabrício Machado Souza, Daniela Lopes Scarpa

REVISÃO DE CONTEÚDO

Harlei Alberto Florentino

REVISÃO TEXTUAL

Roberta Cristina Torres da Silva, Yara Dias da Silva

GRUPO DE APOIO À REVISÃO – LEITURA CRÍTICA

Adriana Duran, Ângela Silva do Carmo, Barbara Regina Bouças Pontes, Bruno Bueno, Caio Gueratto Coelho da Silva, Cintia Mitsue Kamura, Daniela Dalbone Treviño, Eduardo Murakami da Silva, Edward Júlio Zvingila, Francisco Marcos Alencar da Silva, Frank de Souza, Helena Xavier Soares, Iara Sobrinho Frederico, Kátia Sayuri Endo, Leandro Alves dos Santos, Lucimária da Silva Souza, Marcelo Grazzini, Maria Eliane de Souza, Marilena Wackler, Paloma Damiana Rosa Cruz, Renata Bressan Schreiber Almeida, Rodrigo Hissashi Tsuzuki, Rosa Carolina Ferreira Tanaka, Sérgio Eduardo Moreno Haeitmann, Sônia Rejes de Simoni, Thalita Mota Justino, Viviane Silva Santana

Edições anteriores:

1ª edição - 2018; 2ª edição - 2020; 3ª edição - 2022; 4ª edição - 2024.

Para consulta:

educacao.sme.prefeitura.sp.gov.br/cdep

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

São Paulo (SP). Secretaria Municipal de Educação.
Coordenadoria Pedagógica.

Caderno da cidade : saberes e aprendizagens :
Ciências Naturais – 9º ano. – 5. ed. rev. e atual. – São
Paulo : SME / COPED, 2026.

272 p. : il.

1. Ensino Fundamental. 2. Aprendizagem. 3. Ciências
Naturais. I. Título.

CDD 372

Código da Memória Documental: SME9/2026
Elaborado por Patrícia Martins da Silva Rede – CRB-8/5877



Qualquer parte desta publicação poderá ser compartilhada (cópia e redistribuição do material em qualquer suporte ou formato) e adaptada (remix, transformação e criação a partir do material para fins não comerciais), desde que seja atribuído crédito apropriadamente, indicando quais mudanças foram feitas na obra. Direitos de imagem, de privacidade ou direitos morais podem limitar o uso do material, pois necessitam de autorizações para o uso pretendido.

A Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, em conformidade à Lei nº 9.610/1998, reconhece a especial proteção aos direitos autorais, mediante autorização prévia e expressa do detentor da obra. No caso de eventuais desconformidades, reitera o compromisso de diligentemente corrigir inadequações.

Acesso: educacao.sme.prefeitura.sp.gov.br

OLÁ, ESTUDANTE!

Ao receber os **Cadernos da Cidade: Saberes e Aprendizagens**, saiba que estamos juntos com você, dando continuidade a um processo que se iniciou no ano de 2017, com a publicação do Currículo da Cidade. Como você, provavelmente, já deve saber, trata-se de um trabalho colaborativo que, ao longo desse tempo, contou com a participação de professores da Rede Municipal de Ensino de São Paulo e de especialistas de cada uma das áreas que compõe esta coleção: Ciências Naturais, Geografia, História, Língua Inglesa, Língua Portuguesa e Matemática.

O Ensino Fundamental, etapa da Educação Básica da qual você faz parte, é um período de intensas aprendizagens. Em virtude disso, a proposta dos **Cadernos da Cidade** é ser mais um instrumento à disposição de seus/suas professores(as) e tem por objetivo potencializar conhecimentos importantes para sua vida em sociedade.

Assim como nos anos anteriores, este é um material consumível, ou seja, você poderá utilizá-lo para escrever, grifar, sublinhar, responder, anotar e destacar informações importantes durante as aulas em que os **Cadernos da Cidade** forem utilizados. Com isso, consideramos importante lembrar sobre a necessidade de conservação e de utilização consciente deste material, que pode servir como mais uma ponte entre os conhecimentos e saberes da sua escola, da sua cidade, do seu estado, do seu país e do mundo.

Os **Cadernos da Cidade** sempre farão mais sentido sob a orientação do(a) professor(a). Portanto, é importante que você, na condição de estudante, seja também um corresponsável pelas suas aprendizagens. Escola é lugar de aprender. Aproveite tudo o que esse ambiente pode lhe oferecer ao longo deste ano!

Por fim, desejamos que as sequências de atividades dos Cadernos da Cidade permitam que você aprenda, discuta, reflita, troque ideias, leia, resolva problemas, investigue, analise e, a partir de todas essas ações, produza outros conhecimentos indispensáveis à nossa vida em sociedade.

Bons estudos!

Fernando Padula
Secretário Municipal de Educação

SUMÁRIO

UNIDADE 1

A energia que vem do céu..... 8

ATIVIDADE 1 – Raios e trovões!!!.....	10
ATIVIDADE 2 – Domando raios e gerando energia	11
ATIVIDADE 3 – A natureza elétrica da matéria	13
ATIVIDADE 4 – Descargas elétricas	16
ATIVIDADE 5 – Descargas elétricas no corpo humano.....	19
ATIVIDADE 6 – Eletricidade em casa	22
ATIVIDADE 7 – Eletrodomésticos vorazes	25
ATIVIDADE 8 – A produção de energia elétrica.....	28
ATIVIDADE 9 – Matriz energética por raios: uma decisão	32

UNIDADE 2

A origem do Universo..... 34

ATIVIDADE 1 – As constelações em diversas culturas	37
ATIVIDADE 2 – Por que as posições entre as estrelas de uma constelação não mudam?...	42
ATIVIDADE 3 – A origem do universo em diversas culturas	45
ATIVIDADE 4 – A vida de uma estrela e o nascimento dos planetas.....	50
ATIVIDADE 5 – A origem do universo para a ciência.....	57
ATIVIDADE 6 – As estrelas paradas	63

UNIDADE 3

Origem da vida no planeta Terra 64

ATIVIDADE 1 – Fontes de energia 66

ATIVIDADE 2 – Vida microbiana 69

ATIVIDADE 3 – A ciência experimental da vida 73

ATIVIDADE 4 – A Terra nos primórdios e hoje em dia 82

ATIVIDADE 5 – Formas primitivas de vida 93

ATIVIDADE 6 – Como a vida se originou no planeta Terra? 99

UNIDADE 4

O gafanhoto é verde porque vive na grama ou ele vive na grama porque é verde? 102

ATIVIDADE 1 – Como explicar as adaptações? 104

ATIVIDADE 2 – Rochas e fósseis: testemunhas silenciosas da vida na Terra 106

ATIVIDADE 3 – Cada um no seu tempo 111

ATIVIDADE 4 – Iguais ou diferentes? 114

ATIVIDADE 5 – Cabe mais um? 122

ATIVIDADE 6 – Seleção natural 126

ATIVIDADE 7 – A evolução e a linguagem 135

UNIDADE 5

Por que somos iguais e diferentes ao mesmo tempo? 140

ATIVIDADE 1 – A diversidade ao nosso lado	142
ATIVIDADE 2 – De onde vem nossas características?	146
ATIVIDADE 3 – Será que somente a herança genética explica quem somos?	154
ATIVIDADE 4 – O que muda de pais para filhos?	158
ATIVIDADE 5 – Sol: amigo ou inimigo?.....	165
ATIVIDADE 6 – Teste de paternidade e análise cromossômica.....	170
ATIVIDADE 7 – Reprodução sexuada e assexuada	174
ATIVIDADE 8 – Por que somos iguais e diferentes ao mesmo tempo?.....	178

UNIDADE 6

Manipulação genética de seres vivos..... 182

ATIVIDADE 1 – Animais e suas relações com o ser humano, como tudo começou?.....	184
ATIVIDADE 2 – O sexo das moscas.....	187
ATIVIDADE 3 – Organismos transgênicos.....	193
ATIVIDADE 4 – Um mosquito a mais... ..	197
ATIVIDADE 5 – Biotecnologia em sistemas agrícolas	200
ATIVIDADE 6 – Manipulação de seres humanos.....	207

UNIDADE 7

O magnetismo 216

ATIVIDADE 1 – Os campos para as ciências.....218

ATIVIDADE 2 – O que causa o magnetismo da Terra?222

ATIVIDADE 3 – Campos magnéticos.....227

ATIVIDADE 4 – A estrutura interna da matéria232

ATIVIDADE 5 – A relação entre eletricidade e magnetismo.....238

ATIVIDADE 6 – Força Magnética242

ATIVIDADE 7 – O magnetismo da Terra.....247

ANEXOS..... 249

UNIDADE 1

A energia que vem do céu

PRIMEIRAS PALAVRAS

Vistos por toda humanidade antiga como poderosa fonte de poder e fúria dos deuses ou da natureza e, pela ciência atual, como essencial para o desenvolvimento da vida no planeta Terra, sempre houve questionamento se os raios ou descargas elétricas na atmosfera podem ser usados para gerar energia elétrica em nossas casas. O Brasil é o país com maior incidência de raios do mundo e isso pode ajudar muito na hora de gerar energia para residências. Mas devemos pensar se vale a pena. O perigo, o aproveitamento, a disponibilidade de criar e estimular raios, o meio ambiente, o desenvolvimento de tecnologia pioneira no mundo, são muitas coisas para se considerar. **Afinal, é possível gerar, em grande escala, energia elétrica a partir dos raios?**





Raio fotografado na zona oeste da Cidade de São Paulo

ATIVIDADE 1 – Raios e trovões!!!

Para os babilônicos antigos, o raio era resultado da fúria do deus Adad. Na Grécia, o raio era lançado pelos ciclopes, as criaturas de um olho só, para punir os homens arrogantes. Para os nórdicos, Thor produzia os raios ao lançar o seu martelo. Para o povo indígena Guarani Mbya do Sul e Sudeste do Brasil, um raio sobre uma árvore indica uma punição ou susto contra ela e deve ser lido como um sinal para que alguma coisa na aldeia mude. Não importa o tempo ou a explicação, os raios são fenômenos da natureza que assustam animais e humanos de qualquer idade. Por isso, todo mundo sempre tem alguma história, lenda ou simpatia com raios. Você já ouviu alguma? Vamos pesquisar?

- 1 Pergunte na escola ou em casa, para pessoas de diferentes idades, quais mitos, lendas ou histórias sobre raios essas pessoas conhecem. Por exemplo, você já deve ter ouvido falar que em caso de tempestade, não se deve ficar no mar ou na piscina, talvez tenha ouvido algo sobre árvores e raios, sobre equipamentos eletrodomésticos, sobre coisas que “atraem raios”, enfim, muito se fala sobre esse impressionante fenômeno no dia a dia. Escreva abaixo as informações coletadas sobre os raios.

Você já parou para pensar de onde vêm os raios? Como eles se formam e o que é necessário para que eles aconteçam? Anote, a seguir, algumas observações e hipóteses iniciais sobre esse fenômeno.

- 2 Na sua vida, quais coisas você já viu e acredita serem muito parecidas com um raio, mesmo que artificial?

- 3 O que é necessário para que um raio “caia”?

4 Do que é formado um raio?

É inegável que esses acontecimentos da natureza representaram muito para diversas culturas ao longo do tempo. Mas, mais do que um papel no imaginário dos povos, os raios têm papel essencial no desenvolvimento da vida no planeta Terra e também podem ser usados para gerar energia elétrica consumível nas nossas residências.

ATIVIDADE 2 – Domando raios e gerando energia

Coloca-se um fio de cobre bem fino amarrado em um pequeno foguete, que é lançado reto, para cima, em direção a uma nuvem carregada. Poucos segundos após o lançamento, um clarão corta o ar em um estrondo e o raio acontece.

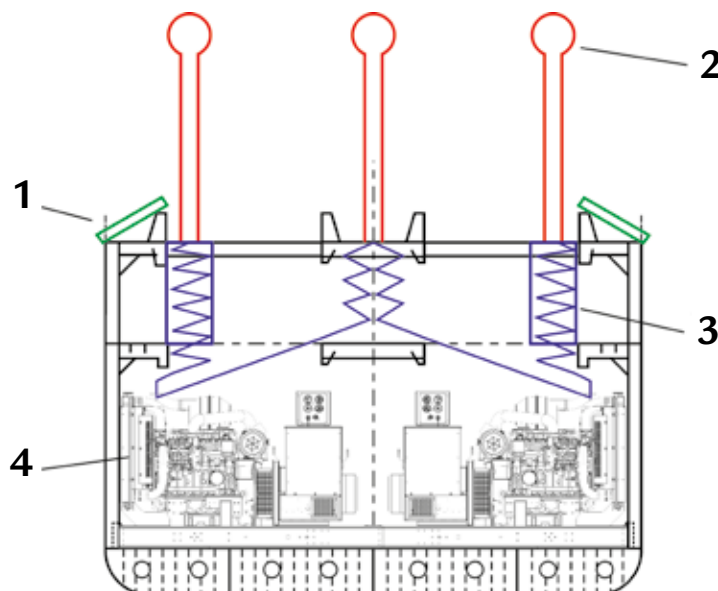


Um raio induzido no Centro Internacional de Pesquisa e Teste de Raios (ICLRT) em Camp Blanding, Florida, EUA

O processo descrito é um modo de provocar, ou induzir, raios que dificilmente aconteceriam naturalmente. Com isso, é possível estudar as suas propriedades. Essa é uma técnica que tem funcionado ao longo dos últimos anos no mundo inteiro, mas seu uso estava restrito apenas aos estudos acadêmicos.

Em 2007, um cientista de Harvard, chamado Steve LeRoy propôs um mecanismo capaz de transformar a energia elétrica dos raios em energia elétrica útil para as residências. Ele elaborou protótipos em pequena escala e testou seu modelo, chegando a resultados satisfatórios. Mas ainda não foi testado um modelo real.

Analise o esquema da ideia de LeRoy.



Mecanismo proposto por Steve LeRoy para transformar energia elétrica de raios em energia elétrica útil para residências.

Painéis de energia elétrica fotovoltaica (1) geram energia extra para fazer funcionar todo o sistema quando os raios não estão sendo captados. As torres vermelhas (2) são os captadores dos raios. Estimulam-se os raios com foguetes presos aos fios e quando um raio é captado, sua energia fica armazenada em grandes acumuladores de cargas chamados capacitores (3). Aos poucos, essa carga acumulada é liberada para fazer funcionar os geradores elétricos (4) que, então, transformam a eletricidade do raio em eletricidade no padrão possível de distribuição.

- 1 Olhando de imediato para o projeto, qual a sua percepção sobre ele? Parece ser uma vantagem usá-lo? De que maneira? Ele parece ter problemas? Quais? Escreva suas impressões iniciais.

- 2 Agora, imagine que o Brasil está decidindo se apoia e financia este tipo de forma de geração de energia para aproveitar a grande quantidade de raios que caem no país. Neste caso, você apoiaria ou não apoiaria uma proposta de investimento nesse tipo de máquina?

Justifique sua decisão.

Note que apoiar ou não esse investimento depende de uma série de fatores. Mas, do ponto de vista de uma política pública de geração de energia elétrica, apoiar ou não um projeto como esse envolve considerar a seguinte questão: **é possível gerar, em grande escala, energia elétrica a partir dos raios?**

ATIVIDADE 3 – A natureza elétrica da matéria

Para responder à questão de investigação desta unidade, precisamos compreender de maneira mais aprofundada o fenômeno dos raios.



ATIVIDADE PRÁTICA

As forças invisíveis

Nessa demonstração, vamos tentar reproduzir, de certa maneira, o que Tales de Mileto observou há quase 2500 anos e, assim, elaborar e refazer as explicações que foram dadas ao longo do tempo para o fenômeno dos raios.

Materiais:

- Dois canudos plásticos
- Um pedaço de linha de pipa ou de costura
- Fita adesiva
- Papel toalha
- Tesoura

- 1) Recorte um pedaço de 20 cm da linha e dê um nó no meio. Amarre, com a fita adesiva, cada uma das extremidades em cada canudo. Segure tudo pelo nó.

Na coluna “Antes” do quadro a seguir, faça um desenho de como está essa configuração.

- 2) Agora, segure na ponta dos dois canudos juntos, onde está a fita adesiva e, segurando firme, pegue um pedaço de papel toalha e esfregue com força, várias vezes os canudos. Segure pelo nó de novo e registre o que observou.

Antes	Depois

- 3) Escreva quais foram as mudanças que ocorreram de uma situação para outra.

Tales de Mileto fez um procedimento muito semelhante ao que você acabou de fazer, mas isso foi há 600 anos a.C. Ele esfregou, ou atritou, uma pedra de âmbar.

Pedra de âmbar, um mineral formado da resina de árvores.



Fonte: Pixabay/steinchen

Ao realizar esse procedimento, ele verificou que algumas folhas secas próximas eram atraídas pela pedra. Depois de um tempo, esse fenômeno parava, as folhas deixavam de ser atraídas e voltava a acontecer quando ele atritava novamente. Tales não elaborou nenhum tipo de explicação para o fenômeno, mas sua descrição deixou em aberto uma questão sobre “que força invisível é essa?”.

Em 1600, mais de dois mil anos depois de Tales, o médico inglês Willian Gilbert voltou a estudar esse fenômeno. Foi Gilbert quem, pela primeira vez, utilizou termos como elétrico, eletrizar, eletricidade e eletrização, palavras derivadas de *elektron* que, em grego, quer dizer âmbar. Ou seja, o fenômeno observado por Tales com a pedra do âmbar. Além disso, Gilbert testou o que acontece quando atritamos uma série de materiais diferentes e verificou que apenas para algumas combinações essa força elétrica aparecia.

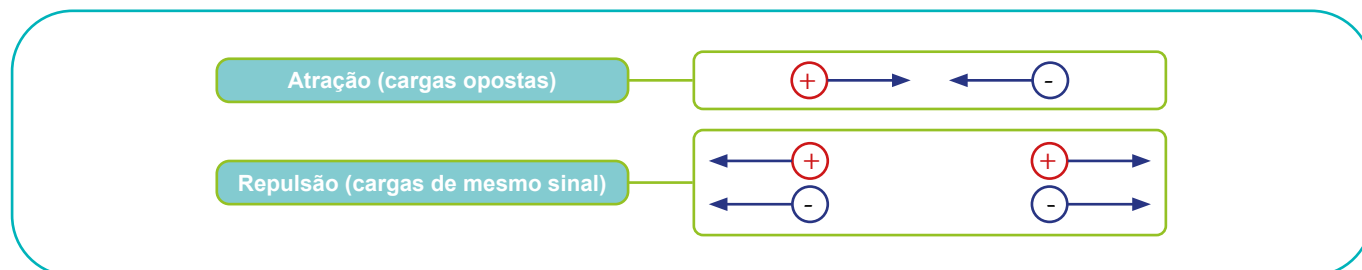
Se você reparar bem, vai perceber que existe uma diferença entre o que você fez na experiência e o que Tales fez. No caso de Tales, a pedra **atraía** as folhas, e no caso dos canudos, eles se afastam ou se **repelem**. Quem fez essa observação foi Otto von Guericke, em 1670, na Alemanha. Otto era prefeito da cidade de Magdeburg, na Alemanha, e um estudioso da ciência. Ele construiu a primeira máquina eletrostática. Era uma enorme esfera de enxofre que ele fazia girar, enquanto a atritava com um pedaço de lã.



A máquina eletrostática de Otto von Guericke, que soltava faíscas entre as esferas.

Desse jeito, Otto conseguia gerar uma quantidade de eletricidade suficientemente grande para produzir faíscas. Sabemos hoje que essas faíscas são raios. Ou seja, **Otto von Guericke foi a primeira pessoa a reproduzir raios artificialmente com sua máquina**. Mas ele não associou essas faíscas com o raio da natureza. Nessa máquina, Otto observou que pequenos pedaços de papel atraídos pela máquina entravam em contato com ela e eram em seguida repelidos. Assim, ele concluiu que não existe apenas força de **atração elétrica**, mas também força de **repulsão elétrica**. Com essa observação, uma série de novos experimentos foi feita e, em um deles, o físico Francês Charles Du Fay chamou essas forças de positiva e negativa. Ele formulou o que hoje conhecemos como a presença de **cargas elétricas** na matéria. E mais um comportamento essencial foi classificado: os tipos de forças entre as cargas. Convencionou-se o seguinte:

- Cargas elétricas opostas sofrem força de atração elétrica.
- Cargas elétricas de sinais iguais sofrem força de repulsão elétrica.



Esquema que representa as forças de atração e repulsão das cargas elétricas.

Vale lembrar que, nessa época, as pessoas estavam iniciando os estudos sobre a estrutura da matéria, ou seja, os átomos. No entanto, aqui, quando falamos de carga, não nos referimos às partículas pequenas que compõem a matéria, mas sim a corpos eletrizados, ou seja, carregados eletricamente como o canudo ou a pedra de âmbar.

Utilizando as informações do esquema, responda:

- 1 Na prática dos canudos, as cargas que os canudos têm são de sinais iguais ou opostos?

Em 1771, nos Estados Unidos, foi elaborada a primeira explicação para a prática que você fez. Quem a forneceu foi o presidente do estado da Pensilvânia, e também estudioso, Benjamim Franklin. Ele supôs que todos os corpos tinham em sua composição tanto eletricidade positiva quanto negativa, mas, em estados normais, eram neutros. Quando atritamos os corpos uns aos outros, eventualmente eles ficam carregados, cada um com um tipo de carga, de modo que eles ficam “eletrizados”.

- 2 Diante dessa explicação de Benjamim Franklin, relate agora o que aconteceu com o canudo e explique por que eles se repeliram.

Franklin ficou mundialmente conhecido por uma outra experiência: a de empinar uma pipa com uma chave metálica em um dia de tempestade com relâmpagos. Diz a lenda que um raio atingiu a pipa e, por consequência, Benjamin. Depois disso, ele inventou o para-raios. Mas não foi bem assim.

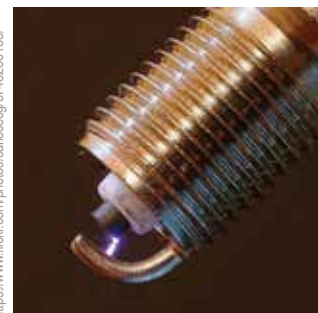
ATIVIDADE 4 – Descargas elétricas

Observe e compare as imagens a seguir.

A primeira imagem é uma reprodução feita da experiência de Otto von Guericke com esferas metálicas. A segunda imagem é de um mecanismo acendedor de um fogão. Você aperta o botão e um barulhinho imediatamente anuncia uma série de raios e logo o fogão se acende.



Imagem:
<https://www.flickr.com/photos/caribseag/3748288135/>



Fonte: Wikimedia Commons

Faixas criadas por um par de esferas eletrizadas, como as que Otto von Guericke usava, e um acendedor elétrico de fogão, respectivamente.

1 O que há em comum entre as duas situações?

2 Sabendo que ambos os casos envolvem cargas elétricas em extremidades opostas, você acha que entre os dois pontos do raio existem cargas elétricas iguais ou de sinais opostos?

3 Se, antes de fazer funcionar esses equipamentos, nós colocássemos um fio metálico exatamente na posição do raio e com o mesmo tamanho, ainda assim aconteceria o raio? Justifique.

Todo esse procedimento foi feito por Benjamin Franklin e outros de sua época. Quando havia dois corpos eletrizados com cargas diferentes e um fio unia um ao outro, as cargas “fluíam” de uma parte para a outra dentro do fio. Era essa a palavra que Franklin usava: “fluido elétrico”. Isso é o que hoje conhecemos como corrente elétrica contínua, ou seja, o movimento de cargas em um fio condutor.

Então quer dizer que a eletricidade é o movimento de cargas elétricas em um fio?

Sim.

E o raio da tempestade?

Finalmente, chegamos à famosa experiência de Benjamin Franklin em que ele empinou uma pipa durante uma tempestade, com a ajuda de seu filho. Precisamos lembrar que Benjamin desconfiava seriamente de que os raios das tempestades eram fenômenos elétricos. Até então, não se defendia isso, pensava-se em um fenômeno que envolvia calor e não eletricidade, dado

que todos os resquícios de raios que caíam envolviam fogo ou queimaduras. Assim, Franklin queria verificar se, da mesma maneira que faíscas surgem entre cargas, o raio é um fenômeno gerado pela eletricidade. Vejamos como realmente aconteceu o experimento de Franklin relatado pelo colaborador de Benjamin Franklin, o teólogo Joseph Priestley.



PARA SABER MAIS

Benjamin Franklin realizou uma experiência na qual uma pipa com um fio condutor elétrico foi elevada e conduzida até perto de nuvens carregadas, com o objetivo de coletar eletricidade estática do ar e conduzi-la através do fio úmido até o chão.

Franklin percebeu os perigos do uso de hastes condutoras e usou a condutividade de um fio de cânhamo úmido preso a uma pipa. Como resultado, ele foi capaz de permanecer no chão e deixar seu filho alçar a pipa da cobertura de um galpão próximo. Isso permitiu que Franklin e seu filho mantivessem o fio de seda da pipa seco para isolá-los enquanto o fio de cânhamo da pipa podia se molhar na chuva para fornecer condutividade. Uma chave foi presa ao fio de cânhamo e conectada a uma garrafa de Leiden; um fio de seda foi amarrado a esta. Franklin notou que fios soltos da corda de pipa estavam se repelindo e deduziu que a garrafa de Leiden estava sendo carregada. Ele aproximou a mão da chave e observou uma faísca elétrica que provou a natureza elétrica do relâmpago.

Fonte: Adaptado de https://pt.wikipedia.org/wiki/Benjamin_Franklin e https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia_da_pipa. Acesso em 25 out 2024..



Fonte: Wikimedia Commons

Representação de Benjamin Franklin realizando seu famoso experimento.

Note pela imagem que a faísca ocorre entre o próprio Benjamin e a chave anexada na linha de cânhamo. Não é verdade que ele tomou um raio diretamente, nem tampouco que um raio atingiu a pipa, mas o simples fato de ela estar no céu na tempestade carregou eletricamente a corda de cânhamo e as cargas acabaram se acumulando, já que a seda impedia sua passagem. Com a carga acumulada, ao aproximar a mão, a força das cargas era tamanha que um caminho no ar se formou para que as cargas acumuladas pudessem escapar. Nisso, as cargas violentamente rasgaram as moléculas do ar, gerando luz.

A faísca observada na imagem é a mesma observada por Otto e também presente no acendedor de fogão. Os resultados dessa experiência trouxeram evidências fortíssimas de que os raios de uma tempestade são fenômenos elétricos. Benjamin deixou instruções para que a experiência fosse repetida. A experiência foi replicada em diferentes lugares do mundo, trazendo ainda mais evidências que sustentam a explicação da natureza elétrica dos raios. Em 1753, Benjamin foi homenageado com a medalha Copley da Royal Society, uma grande honra científica em reconhecimento ao trabalho de cientistas de diversas áreas entregue desde 1731 até hoje.

- 4 Considerando o que já vimos até agora sobre as diferenças de cargas, eletrização e a experiência de Benjamin Franklin, elabore uma explicação para o fenômeno dos raios.

ATIVIDADE 5 – Descargas elétricas no corpo humano

A intensidade da descarga elétrica de raios é muito elevada e pode causar sérios danos às cidades, assim como levar uma pessoa a óbito. O Brasil é o país que mais recebe descargas elétricas no mundo, entre 50 e 70 milhões de raios por ano. Estima-se também que todo ano cerca de 100 pessoas morrem atingidas por raios.

Contudo, em 2016, no Brasil, foram registradas 599 mortes causadas por acidentes elétricos. Ainda que incluamos as mortes causadas por raios, temos então 499 mortes causadas por acidentes com a rede elétrica ou domésticos. Um estudo realizado pelo Instituto Brasileiro do Cobre (Procobre) mostra ainda as seguintes situações:

- Apenas 29% das residências brasileiras contam com planejamento da rede elétrica.
- As condições elétricas da própria residência foram consideradas inseguras por 34% dos moradores.
- Dentre esses, 19% disseram já ter levado ao menos um choque elétrico.

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-05/acidentes-eletricos-causaram-quase-600-mortes-em-2016-diz-estudo>

Diante desse quadro, responda:

- 1 Com base no que vimos até aqui, como você explicaria um choque sob um ponto de vista científico?

Você ou alguém que conhece já sofreu algum dano causado por choque elétrico? Vamos fazer uma pesquisa na escola e em casa para podermos compreender ainda mais a eletricidade.



ATIVIDADE PRÁTICA

Situações causadoras de choque e formas de prevenção

Entreviste alguém que tenha sofrido algum choque e registre a seguir.

- 2 Situações de ocorrência: descreva em detalhes como aconteceu o choque. Em quais circunstâncias o choque ocorreu? Houve alguma ação diferente para isso? Qual foi a sensação de levar um choque? Houve algum tipo de dano? Qual?

- 3 Se nós considerarmos a situação descrita anteriormente, que tipo de mudanças em sua configuração (materiais, procedimentos, ações, entre outros) poderiam ter evitado o choque?

- 4 Considerando o que foi coletado na entrevista e a definição de choque elaborada na questão 1, imagine que você é uma publicitária ou publicitário que precisa fazer uma campanha de prevenção de acidentes elétricos (podem ser naturais ou domésticos). Qual seria a sua ideia? Registre a seguir uma proposta de prevenção de acidentes elétricos.

Obviamente, nós não vamos fazer nenhuma experiência com choques, mas é natural nos perguntarmos se existe alguma diferença entre o choque causado por uma faísca, ou mesmo um raio, e um choque causado por algum equipamento eletrodoméstico.

A grande questão para considerarmos aqui é que sendo o nosso corpo o fio condutor pelo qual as cargas elétricas passarão, sentiremos mais choque ou menos choque quanto maior for a diferença de cargas entre os dois pontos. Essa diferença recebe um nome especial: chama-se **tensão elétrica**.

Normalmente, na nossa casa, temos a tensão 127 V e 220 V (volts). Quanto maior for essa tensão, mais cargas passarão por nosso corpo, ou seja, maior será a **corrente elétrica** atravessando o nosso corpo. Veja a seguir o que acontece conosco em diferentes níveis de corrente elétrica. Sua unidade é o Ampere (A) e, para o corpo humano, valores em torno de 0,001A já são bastante sensíveis.

Corrente elétrica (em Amperes)	Dano biológico ao corpo
Até 0,001	Apenas formigamento
De 0,001 até 0,002	Contrações musculares
De 0,002 até 0,01	Convulsões e parada respiratória
De 0,1 até 3	Fibrilação ventricular
acima de 3	Parada cardíaca e queimaduras graves

ATIVIDADE 6 – Eletricidade em casa

A corrente elétrica pode causar danos ao nosso corpo, mas também pode ter bastante utilidade em nossa vida.

- 1 Preencha a tabela a seguir com ao menos dois exemplos de equipamentos elétricos para cada uma das transformações elencadas.

Corrente elétrica se transformando em	Exemplos
Energia cinética (movimento)	
Energia térmica (calor)	
Energia luminosa (luz)	
Energia sonora (som)	

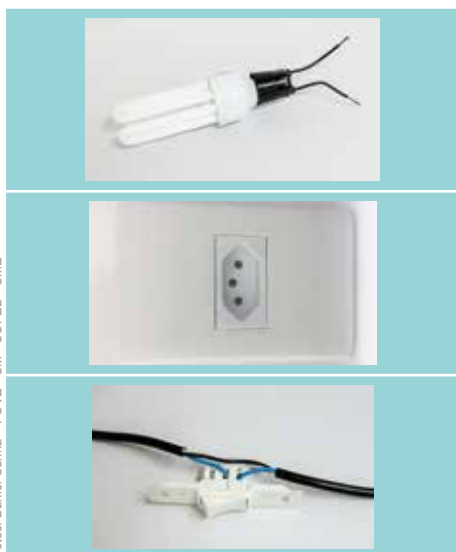
Agora que você já encontrou os exemplos, é hora de pensar um pouco sobre o funcionamento deles. Discuta e responda às questões que seguem.

- 2 Para um equipamento elétrico funcionar, são necessários alguns dispositivos. As fotos a seguir não têm nenhum tipo de ordem. Analise todos os componentes e faça um desenho esquemático do arranjo necessário entre eles para que a lâmpada acenda. Crie e use símbolos se quiser.

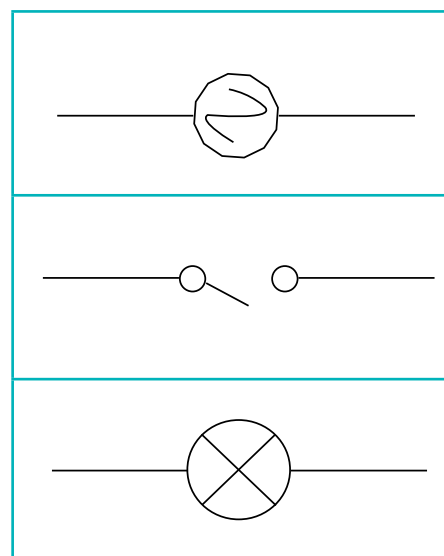




- 3 Cada um desses elementos possui um símbolo próprio, analise os itens e ligue os correspondentes.



Fotos: Daniel Cunha - FOVE - CM - COPEL - SME



Para que as cargas possam passar pelo aparelho e fazê-lo funcionar, é necessário que elas saiam de um ponto da tomada em direção ao outro. Assim, as cargas completam uma volta. Por isso chamamos esse funcionamento de um circuito elétrico. Circuito, lembra círculo, completar a volta. Nas nossas casas é assim que acontece. Existe uma tensão elétrica entre os pinos da tomada. Isso faz com que as cargas queiram sair de um lugar e chegar a outro (corrente elétrica). O fio permitirá às cargas realizarem esse percurso. A chave interruptora abre e fecha o circuito. O preço que as cargas precisam pagar para passar é atravessar um aparelho, fazendo ele funcionar, gerando movimento, calor ou luz, como vimos.

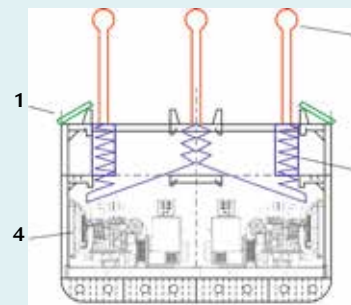
Esse processo que você acabou de fazer é a forma pela qual representamos esquematicamente o funcionamento dos aparelhos eletrodomésticos. A primeira representação (questão 2) é um esquema do circuito simples que montamos. A segunda (questão 3) é a representação do circuito na linguagem técnica.

Quando alguém coloca algum material metálico na tomada e segura nele estando em contato com o chão, as cargas, que lá estão com tensão para sair, verão no corpo um caminho para alcançar o chão. Nesse caso, elas irão percorrer o corpo da pessoa, portanto haverá uma corrente elétrica passando pelo corpo e a pessoa tomará um choque.

- 4 Considerando a explicação sobre tensão elétrica e corrente elétrica acima, você espera que o choque seja maior se a tensão da tomada for 220V ou se for 127V? Justifique sua escolha e compartilhe sua explicação com os colegas.

- 5 Vamos ver se você relaciona o que já vimos até agora. No projeto de Steve LeRoy de captação de raios para a geração de energia elétrica, vimos que esse tipo de usina é composto de quatro partes principais.

“Painéis de energia elétrica fotovoltaica (1) geram energia extra para fazer funcionar todo o sistema quando os raios não estão sendo captados. As torres vermelhas (2) são os captadores dos raios. Estimula-se os raios pelas técnicas conhecidas e quando um raio é captado, sua energia fica armazenada em grandes acumuladores de cargas chamados capacitores (3). Aos poucos, essa carga acumulada é liberada para fazer funcionar os geradores elétricos (4), que então transformam a eletricidade do raio em eletricidade no padrão possível de distribuição.”



Fonte: <https://cmw3ht.files.wordpress.com/2012/12/section.jpg> Acesso em: 5 fev. 2018.

Mecanismo proposto por Steve LeRoy para transformar energia elétrica de raios em energia elétrica útil para residências.

O dono do projeto também apresentou um esquema de funcionamento dessa usina. Analise o esquema e identifique onde estão e o que são os números 1, 2, 3 e 4 nesse esquema.

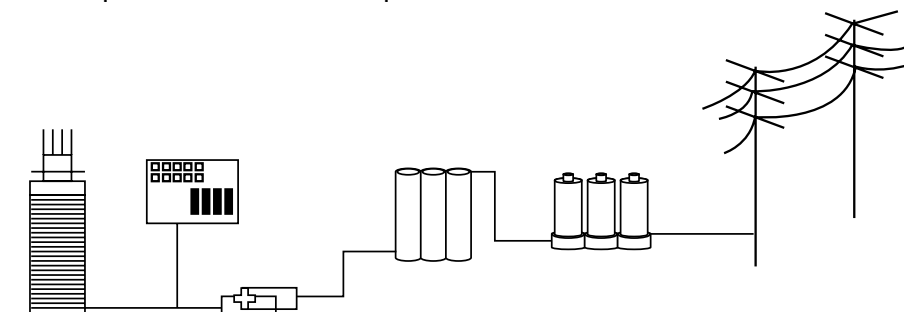


Ilustração: Fernanda Gomes

Esquema de usina proposta por Steve LeRoy para geração de energia elétrica a partir de raios.

ATIVIDADE 7 – Eletrodomésticos vorazes

Acabamos de ver, de maneira bem simplificada, como os aparelhos eletrodomésticos funcionam nas nossas residências. Mas cada um tem uma finalidade diferente e executa diferentes tipos de transformações de energia. Essa diferença de função, independente do modo como os aparelhos funcionam, ou seja, seus circuitos, também ocasiona uma diferença no consumo de energia elétrica pelo aparelho e, conseqüentemente, diferentes formas de pagar por esse consumo. Diante disso, retome a tabela dos aparelhos da aula anterior, vamos analisá-la sob um outro aspecto agora.

- 1 Considerando que os oito equipamentos elétricos que você listou na Atividade 6 fiquem ligados e funcionando por uma hora, classifique de 1 a 8 aqueles que consumirão mais energia elétrica, a partir do seu conhecimento sobre as funções e atividades realizadas pelos aparelhos. O 1º lugar é aquele que mais consome energia em uma hora e o 8º é o que menos consome.

Posição	Equipamento
1º	
2º	
3º	
4º	
5º	
6º	
7º	
8º	

- 2 Quais foram os critérios que você usou para fazer essa classificação? Tente ser o mais fiel possível ao seu pensamento.

Você deve ter notado que estamos falando de transformações de energia nos equipamentos elétricos. Existem aqueles que transformam a eletricidade em energia cinética, outros que a transformam em energia térmica, outros em energia luminosa, outros em energia sonora e outros, ainda, que transformam eletricidade em mais de uma forma de energia.

Cada aparelho, conforme a sua finalidade, consumirá uma quantidade de energia diferente em um certo tempo. O nome que damos para essa grandeza física é **Potência**.

Quando ouvimos falar em um carro potente, por exemplo, normalmente associamos um carro que consegue aumentar a velocidade em pouco tempo. Isso significa transformar energia da gasolina em movimento em pouco tempo. Ou seja, a Potência de qualquer coisa, sempre significará a sua capacidade de transformar energia em um certo espaço de tempo. Em linguagem matemática, representamos assim:

$$\text{Potência} = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$$

Perceba que a Potência é diretamente proporcional à Energia e inversamente proporcional ao tempo. Ou seja, quanto mais energia convertida pelo aparelho em menor tempo, mais potente ele será.

A Potência é usualmente medida em unidades de Watt (W), em homenagem ao físico inglês James Watt, que inventou a primeira máquina térmica, que convertia calor em trabalho.

Agora, você já tem um parâmetro para saber quais aparelhos da tabela consomem mais energia. Consumirá mais energia os aparelhos que sejam mais potentes, ou seja, tiverem o maior valor numérico de W.

- 3 Ao chegar em casa, verifique as potências de todos os aparelhos citados e refaça a lista caso tenha errado.

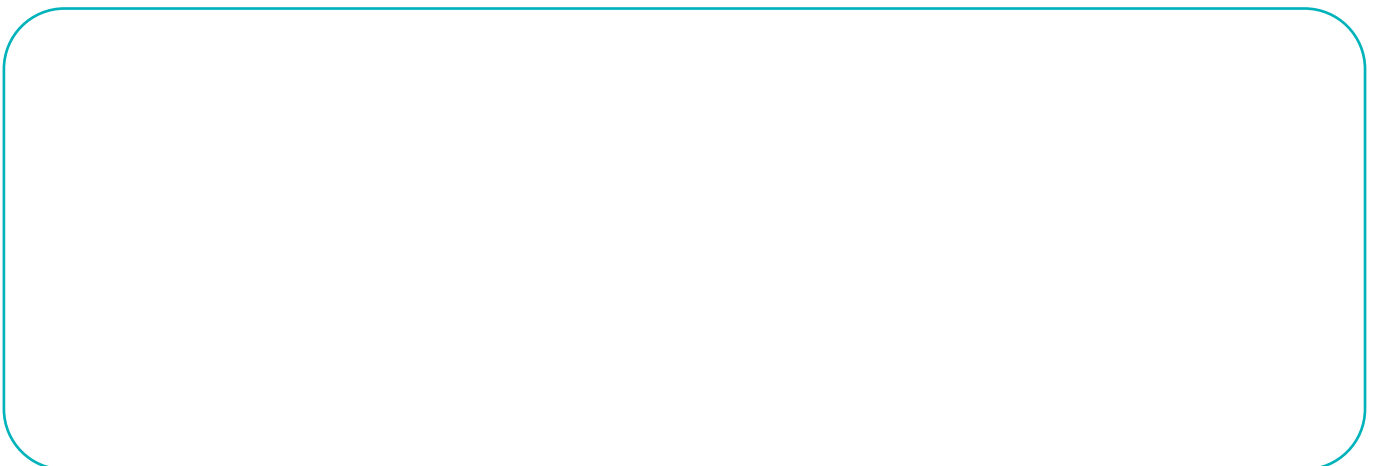
Posição	Equipamento
1º	
2º	
3º	
4º	
5º	
6º	
7º	
8º	

- 4 Considerando os aparelhos que consomem mais energia de sua lista, é possível inferir que existe algum tipo de transformação de energia que gasta mais energia para acontecer? Por que você acha que isso acontece?

- 5 Agora que você já sabe que o consumo de energia de um aparelho depende da potência dele e do tempo em que ele permanece em operação, elabore um plano de contenção de gastos com energia elétrica para a sua casa. Pense nos aparelhos que têm lá e como eles operam. O seu plano pode ser apresentado para a sua turma e para as pessoas da sua família.



- 6 Para finalizar, vamos para a escola. Suponha que a escola recebeu uma verba para equipar com aparelhos de televisão todas as salas de aula. O preço das televisões é aproximadamente o mesmo, mas as alunas e os alunos, cientes da necessidade de economizar energia, se responsabilizaram em elaborar uma pesquisa entre as TVs já disponíveis na escola para sugerir à direção comprar aquela que consumirá menos energia. Em pequenos grupos, faça um tour pela escola e anote os modelos e as potências de todas as televisões.



- 7 Pensando no tempo útil dos aparelhos, seus recursos e outros critérios, faça uma sugestão de compra para a direção e justifique a sua escolha.

ATIVIDADE 8 – A produção de energia elétrica

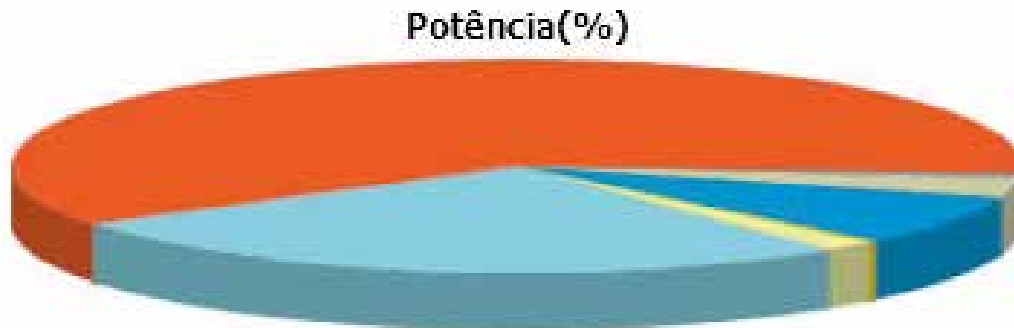
Imagine uma pequena ilha, na qual chove apenas quatro meses do ano, sem muitos rios grandes, repleta de montanhas, cuja agricultura é de difícil sucesso. Esta ilha está próxima ao Polo Sul, de modo que uma boa parte dos dias são muito curtos e as noites são longas, com muita neve. Em outro período, os dias são muito longos e as noites curtas. Existe uma cidade nessa ilha e as pessoas que lá estão precisam de energia elétrica em suas casas e essa energia precisa ser gerada de alguma maneira. Considerando a necessidade das pessoas (o quanto de energia vão consumir), o impacto causado pela forma de gerar energia aos seres vivos e ambiente e o custo desse processo, qual seria a forma de gerar energia elétrica mais recomendada para esse local?

Como vimos, o processo de consumo de energia é um processo de transformação de energia. E o processo de geração de energia elétrica também é um processo de transformação de energia.

O elemento fundamental da maioria dos geradores de energia elétrica é uma **turbina**. Ela é capaz de transformar movimento de uma hélice em energia elétrica útil. As turbinas, portanto, fazem parte de centrais geradoras de energia elétrica para uma população. Um conjunto de centrais geradoras forma uma usina. Os recursos que funcionam como fontes de energia para fazer funcionar as turbinas podem ser diversas: as águas de um rio, o vento, a luz solar, os combustíveis, as ondas do mar. Chamamos de **matriz energética** de um país, o conjunto de fontes de energia utilizados para o funcionamento das turbinas das usinas dessa região.

Analise a composição da matriz energética do Brasil em 2016 expressa no gráfico do Ministério das Minas e Energia do Governo Federal e responda a algumas questões.

Fonte: ANEEL, <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 7 out. 2017.



LEGENDA

CGH	Central Geradora Hidrelétrica	UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica	UHE	Usina Hidrelétrica
EOL	Central Geradora Eólica	UTE	Usina Termelétrica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica	UTN	Usina Termonuclear

Distribuição da matriz energética brasileira em 2016.

- 1 Estamos falando de formas de geração de energia elétrica. Por qual razão o gráfico está em percentual de “Potência”?

- 2 Discuta e identifique para cada um dos tipos de Centrais Geradoras e Usinas, qual é o recurso ou a forma de mover a turbina e gerar eletricidade. Por exemplo, a Central Geradora Undi-elétrica é movida pelo movimento das ondas. Assim:

Tipo de Central geradora do Brasil	Recurso utilizado
CGH - Central Geradora Hidrelétrica	
CGU - Central Geradora Undi-Elétrica	Ondas oceânicas
EOL - Central Geradora Eólica	
PCH - Pequena Central Hidrelétrica	
UFV - Central Geradora Solar Fotovoltaica	
UHE - Usina Hidrelétrica de Energia	
UTE - Usina Termelétrica de Energia	
UTN - Usina Termonuclear	

- 3 Pensando apenas no recurso utilizado, quais são os três recursos principais utilizados no Brasil para gerar eletricidade e qual o percentual aproximado deles conforme o gráfico?

- 4 Imagine um país que não tenha rios grandes, no qual chove bem pouco ao longo do ano, mas que tenha planícies com ventos constantes e sol abundante. Qual seria a matriz energética principal deste país? Justifique.

Você, a essa altura, já deve ter percebido que a escolha de uma matriz está intimamente ligada aos recursos naturais que o país possui. Por exemplo, na Islândia, onde a atividade vulcânica é alta e vapores de água saem da Terra, boa parte da energia elétrica é produzida de maneira geotérmica, ou seja, aproveitando os recursos disponíveis.

Mas, será que basta olhar para os recursos disponíveis para escolher adotar uma matriz? Considerar os impactos ambientais e sociais é muito relevante para termos um mundo melhor no futuro. Vamos analisar como funciona a geração de energia elétrica de matriz hidrelétrica.



Usina Hidrelétrica de Itaipú, a maior do Brasil e uma das maiores do mundo.



Esquema de funcionamento de uma Usina Hidrelétrica.

Para que a turbina gire e produza eletricidade, é necessário que a água passe por ela com grande velocidade. Assim, um rio é represado com grandes muros. A saída da água fica na parte de baixo para que a pressão faça a água sair com grande força. Neste caso, a **energia gravitacional** da queda d'água se transforma em **energia cinética** do movimento da água e gira a turbina se transformando em **energia elétrica**.

Você pode ter ouvido dizer que a matriz hidrelétrica não causa impactos ambientais ou sociais. Mas toda, veja bem, toda forma de gerar energia elétrica, ou matriz energética, causa algum tipo de impacto ao ambiente. Agora é hora de você descobrir quais os impactos ambientais gerados pelas matrizes elétricas.

- 5 De acordo com as orientações de sua professora ou seu professor, organize-se em grupos, escolha uma das matrizes do Brasil e pesquise as vantagens e desvantagens delas em relação ao ambiente e às comunidades do entorno. **Considerando o fato de que o Brasil é o país onde caem mais raios no mundo**, um dos grupos será responsável por também pesquisar essa possibilidade de matriz. Após isso, debata com a turma que pesquisou as outras matrizes sobre as mais danosas e as menos danosas ao ambiente.

Matriz pesquisada:

Fontes de pesquisa:

Vantagens:

Desvantagens:

Comentários gerais:

Para finalizarmos, responda à questão a seguir:

- 6 Pensando nas matrizes energéticas que você conheceu e a ilha que falamos no início da Atividade 8, qual seria a matriz mais adequada para a ilha, considerando a produção e os danos ambientais? Justifique.

ATIVIDADE 9 – Matriz energética por raios: uma decisão

Chegamos ao momento final nesse mundo de raios, eletrodomésticos e produção de energia. Temos um projeto que visa utilizar a energia proveniente das descargas elétricas do céu para gerar eletricidade para um consumo residencial. A questão que precisa ser considerada: **é possível gerar, em grande escala, energia elétrica a partir dos raios?**

Ou seja, uma cidade pode investir nessa tecnologia e adotar essa matriz como a geradora de energia elétrica?

Já vimos como funciona a eletricidade, a captação, investigamos os possíveis impactos ambientais, os recursos naturais disponíveis. Há muito mais a ser visto, mas diante do que você aprendeu até agora, elabore um relatório defendendo se é possível ou não utilizar os raios como matriz energética.

Ao dizer sim, aponte para os caminhos a serem tomados na produção e formas de atenuar possíveis problemas.

Ao dizer não, aponte todas as razões que impedem que esse sistema seja adotado.

Para responder, seja para defender uma posição favorável ou contrária, utilize os conhecimentos e informações construídos ao longo dessa unidade.

É possível utilizar os raios como matriz energética?

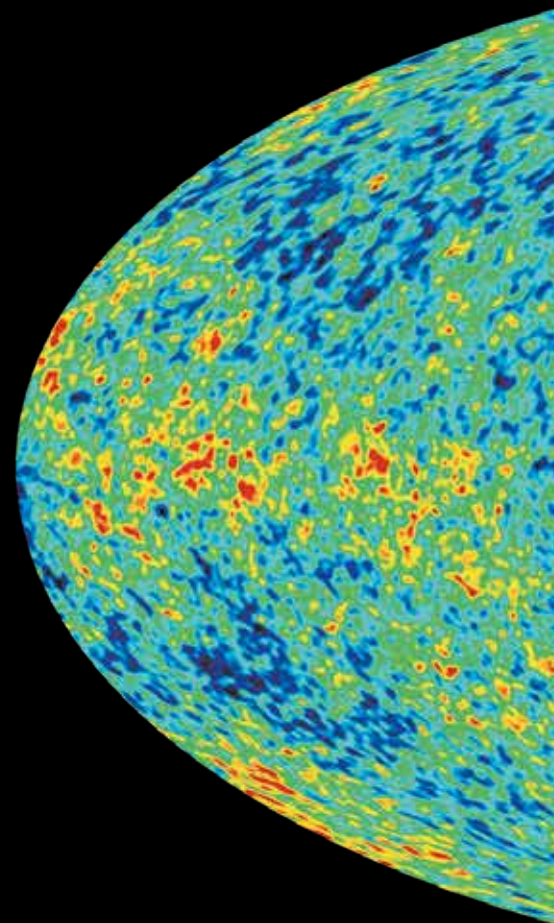
Defesa dos argumentos:

UNIDADE 2

A origem do Universo

PRIMEIRAS PALAVRAS

De cinco mil anos até os dias de hoje, muito se conheceu sobre o céu, o Sistema Solar e o universo. Sabemos que o universo é dinâmico e está em constante transformação, mas uma dúvida permanece: se nós conhecemos hoje uma constelação e os povos antigos também a conheciam com o mesmo desenho, a mesma disposição entre as estrelas, isso significa que a distância entre as estrelas da constelação não mudou passados esses milênios. Isso parece estranho. **Por que as posições entre as estrelas de uma constelação não mudam?**



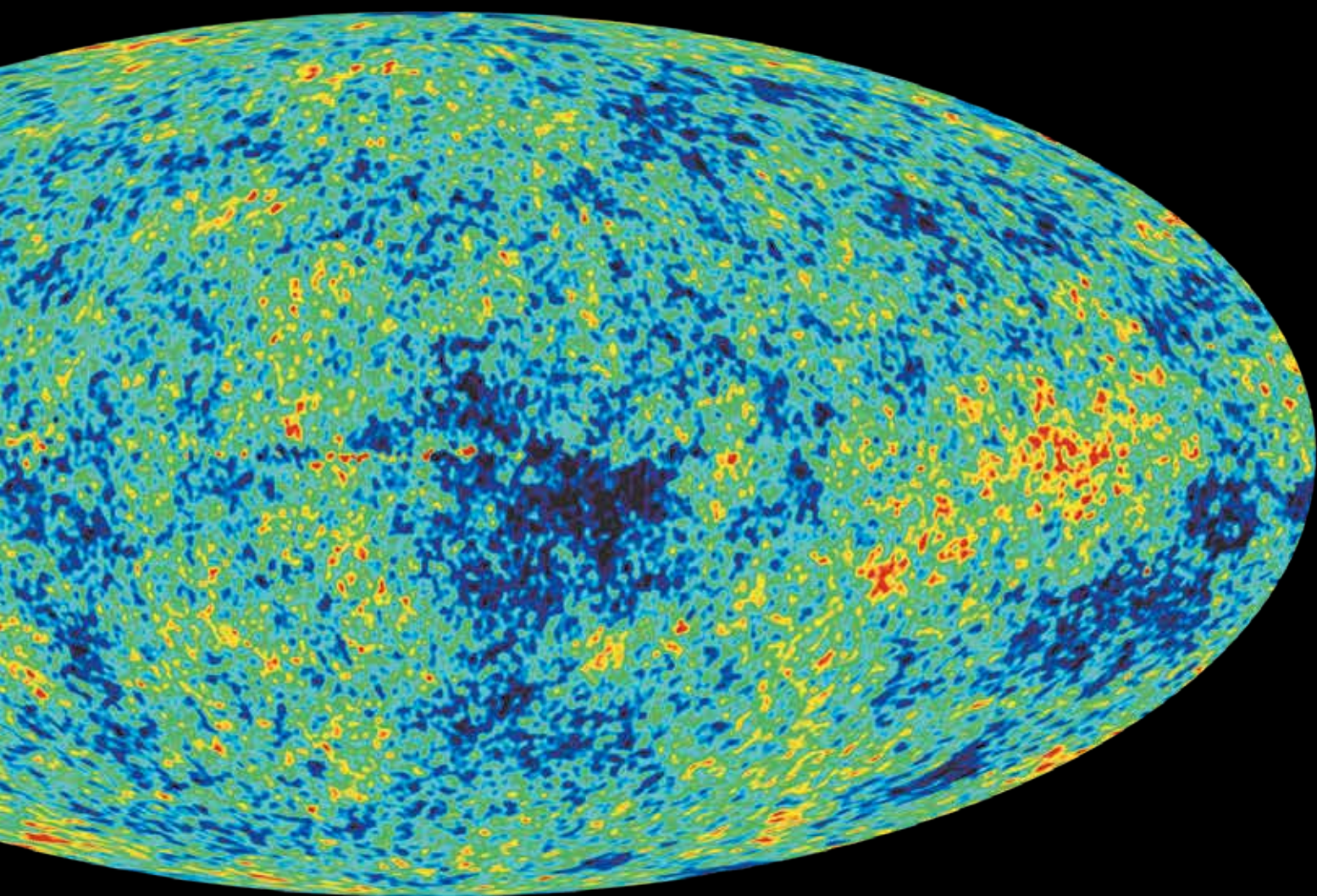
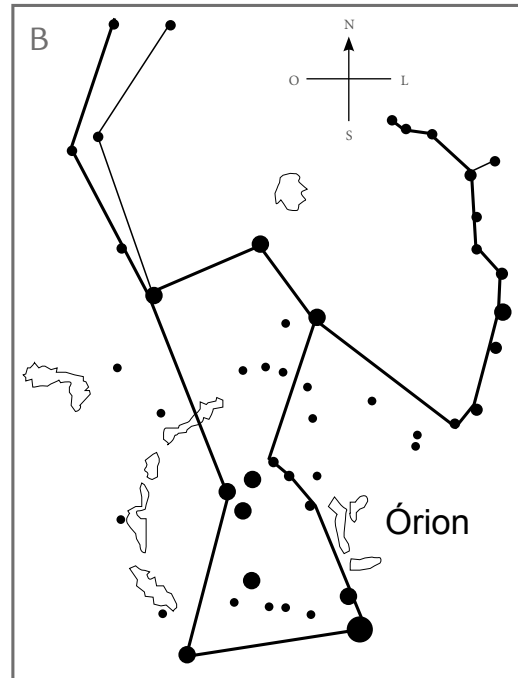


Imagem de detecção dos resquícios de ondas geradas após a origem do universo: radiação cósmica de fundo, uma das evidências sobre a origem do universo.

No Brasil, aquele conjunto de três estrelas alinhadas é chamado de “Três Marias”. Você já deve ter ouvido falar ou visto essas três estrelinhas que estão sempre juntas. Na realidade, elas não são uma constelação própria, mas fazem parte de uma constelação maior composta por mais estrelas. É a constelação de Órion, conhecida e narrada na mitologia grega há pelo menos 5 mil anos. O que conhecemos como as “Três Marias” compõe o cinturão do guerreiro Órion, que, na lenda, está matando um leão.



Fonte: A) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orion_3008_huge.jpg,
B) e C) <http://astro.if.usg.br/const.htm>. Acesso em: 5 fev. 2018.



Em ordem, a imagem do céu com a constelação de Orion, onde se vê as “Três Marias” como cinturão de Orion. Ao lado, um mapa do céu, com as estrelas catalogadas dessa constelação. Por último, o desenho representativo do mito no qual figura o guerreiro Orion.

ATIVIDADE 1 - As constelações em diversas culturas

Ao longo da história da humanidade, o reconhecimento de padrões de tempo por meio dos astros sempre foi um hábito para a grande maioria das culturas. Uma determinada época, com certas estrelas no céu, coincidia com a chegada de um período de chuvas, por exemplo. Assim, esses períodos foram também associados ao conjunto de estrelas que está no céu em determinada época do ano. E, nessas estrelas, os povos imaginavam desenhos que permitiam a todos identificar no céu um conjunto de imagens importantes para a vida daquela sociedade. Essas são as constelações, ou seja, um agrupamento aparente de estrelas no céu que se assemelha a uma imagem.

No Brasil, uma constelação bastante famosa e fácil de identificar é o Cruzeiro do Sul.

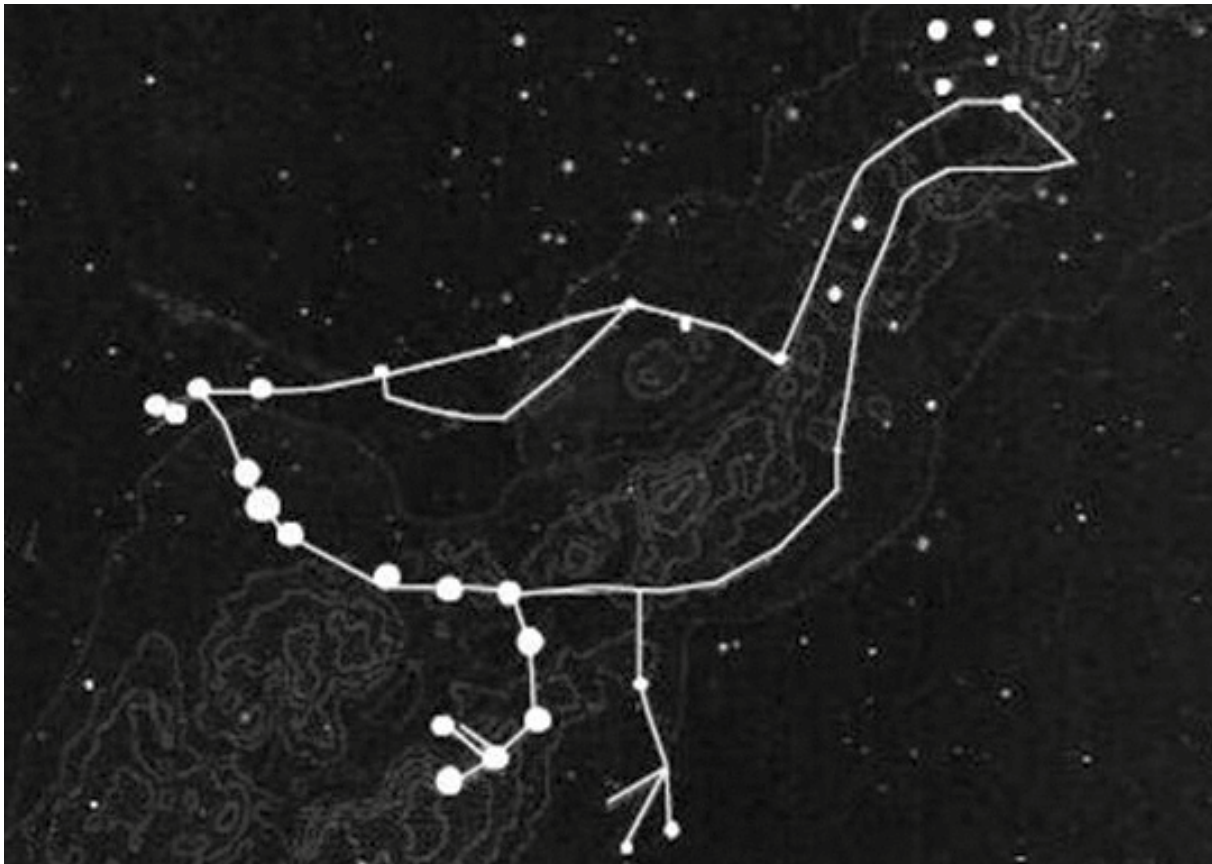


fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Cruzeiro_do_Sul#/media:File:Cruz-23x23min-20160301.jpg. Acesso em: 5 fev. 2018.

Constelação do Cruzeiro do Sul.

Você consegue identificar a cruz formada?

Existem muitas outras estrelas na imagem, mas as mais proeminentes formam o desenho de uma cruz. Perceba que em uma cultura na qual o símbolo da cruz não existe, não faria sentido chamar esse conjunto de estrelas desse nome. Os Tupi-Guarani da América do Sul, por exemplo, não consideram esse conjunto de estrelas uma cruz, mas sim parte da cabeça de uma ema, animal típico por aqui.



Constelação da Ema.

Note que acima da cabeça da ema está o que nós conhecemos como Cruzeiro do Sul. É importante notar que em um lugar onde não existem leões, jamais um povo poderá ter a constelação de leão. Além disso, o sentido de orientação espacial que o Cruzeiro do Sul tem ao longo da história, o de ter o eixo da cruz sempre apontado para um mesmo local, o Sul, é mantido com a ema. É o bico da ema que sempre aponta para um mesmo local e ajuda na localização espacial.

O Cruzeiro do Sul, ou Crux, é uma importante constelação, pois sua parte de baixo sempre aponta para o Polo Sul da Terra. Assim, ela foi e continua sendo essencial para as navegações. Tão importante, essa constelação, inclusive, faz parte da bandeira do nosso país. Vamos ver se você identifica o Crux.

- 1 Na bandeira do Brasil, cada estrela representa um estado. Analise o desenho e escreva quais são os estados que compõem a constelação do Cruzeiro do Sul.

Fonte adaptada de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flag_of_Brazil_\(sphere\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flag_of_Brazil_(sphere).svg), Acesso em 22 de out. 2024.

1. PARÁ
2. AMAZONAS
3. MATO GROSSO DO SUL
4. ACRE
5. MATO GROSSO
6. AMAPÁ
7. RONDÔNIA
8. RORAIMA
9. TOCANTINS
10. GOIÁS
11. BAHIA
12. MINAS GERAIS
13. ESPÍRITO SANTO
14. SÃO PAULO



15. RIO DE JANEIRO
16. PIAUÍ
17. MARANHÃO
18. CEARÁ
19. RIO GRANDE DO NORTE
20. PARAÍBA
21. PERNAMBUCO
22. ALAGOAS
23. SERGIPE
24. SANTA CATARINA
25. RIO GRANDE DO SUL
26. PARANÁ
27. DISTRITO FEDERAL

- 2 Imagine que as estrelas da bandeira do Brasil estão todas disponíveis em um período de observação do céu. Crie uma constelação nova com as estrelas disponíveis em suas posições. Esse desenho da constelação precisa remeter a um símbolo de algo do Brasil que te pareça marcante ou digno de ser notado. Faça o desenho ligando as estrelas (não precisa usar todas) e justifique seu raciocínio.

Fonte adaptada de: https://pt.wikipedia.org/wiki/Selo_Nacional_do_Brasil#/media:Ficheiro:National_Seal_of_Brazil.svg, Acesso em 22 out. 2024.

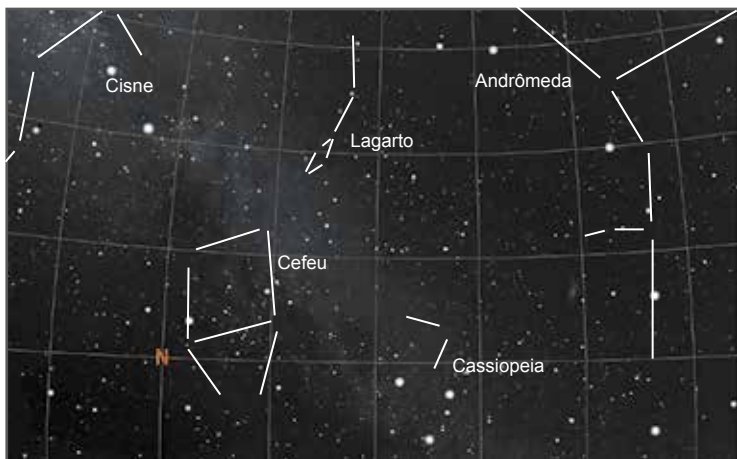


Como as constelações são imagens criadas por culturas diferentes que se associam com formas às quais as pessoas estão acostumadas, podemos investigar sobre uma cultura também conhecendo a forma pela qual ela observava para o céu.

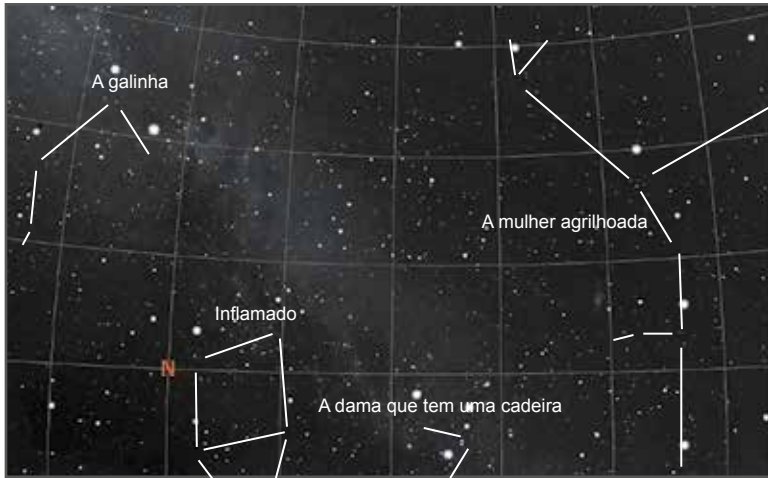
3 A seguir, apresentamos o mesmo espaço do céu e suas respectivas constelações vistas por cinco culturas diferentes, todas elas ainda atuais:

- I) Chinesa
- II) Árabe
- III) Tupi-Guarani
- IV) Mongol
- V) Ocidental

Discuta e classifique de qual cultura é qual imagem, justificando os seus critérios de decisão.



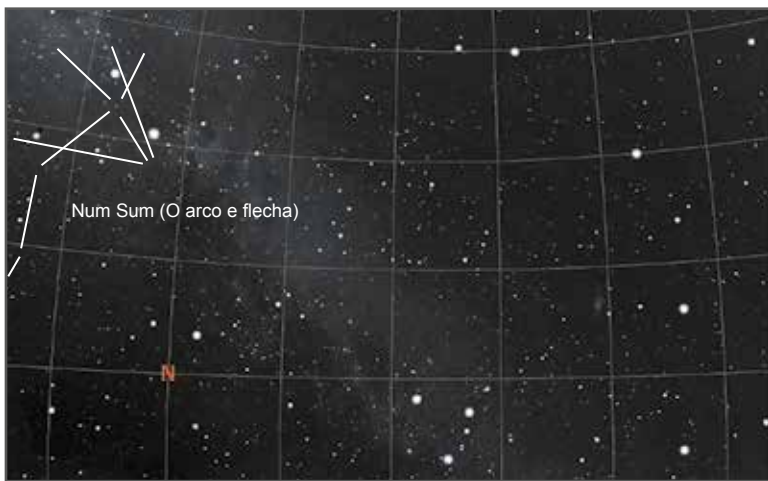




Fonte: Adaptado de Stellarium



Fonte: Adaptado de Stellarium



Fonte: Adaptado de Stellarium

A partir dessa análise, é possível notar que existem estrelas que compõem uma constelação em uma cultura e que esse mesmo conjunto de estrelas pode fazer parte de mais de uma constelação em outra cultura. Isso depende muito do valor que essa cultura atribui aos diferentes aspectos do ambiente em que vive e que podem representar elementos importantes de suas experiências de vida.

ATIVIDADE 2 – Por que as posições entre as estrelas de uma constelação não mudam?

Na cultura ocidental, há 88 constelações no céu. Boa parte dessas constelações só pode ser vista por quem vive no hemisfério norte e uma outra parte por quem vive no hemisfério sul. Dessas constelações, com certeza, as mais conhecidas são as constelações do zodíaco.

Provavelmente, você as conhece por meio do horóscopo da astrologia. Nesse momento, é válido entender a **diferença entre astronomia e astrologia**. O nome grego “logos” significa razão, discurso, estudo. Por isso, conhecemos diversas áreas de estudo pela terminação “logia” (biologia = estudo da vida; sociologia = estudo das sociedades; antropologia = estudo do ser humano em suas culturas; geologia = estudo da Terra). Então, historicamente, astrologia significa o estudo dos astros e isso é um fato. Mas por muitos e muitos séculos, em diversas culturas, o estudo dos astros e seus movimentos esteve ligado à capacidade de fazer previsões sobre o futuro ou associar algum tipo de comportamento das pessoas ou mesmo para previsões de movimentos militares em casos de guerras. Somente a partir do século XVIII, esse tipo de estudo, voltado para comportamentos e para o futuro, foi considerado como não científico. Por outro lado, o estudo dos movimentos e dos astros por meio de suas leis tem comprovação experimental e estrutura-se como uma ciência. Então, um novo nome precisou ser cunhado, já que astrologia já estava sendo usado. Assim, o nome astronomia foi dado para diferenciar o caráter científico dessa nova área. “Nomos” em grego é o mesmo prefixo de normas, ou seja, leis. Assim, ao pé da letra, astronomia é o estudo das leis científicas relativas aos astros.

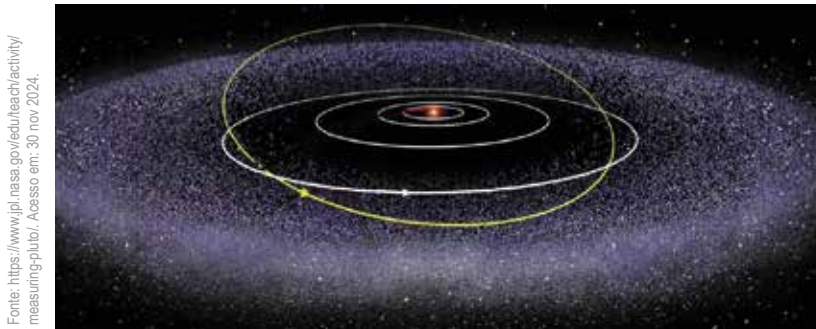
Astronomia: estudo das leis que regem o movimento dos astros como um todo. Disciplina científica.

Astrologia: estudo dos astros com vistas à previsão do futuro e associação de comportamentos humanos. Área de estudo não científica.

Importante lembrar que, ao longo da maior parte da história da humanidade, astronomia e astrologia eram formalmente a mesma coisa. Quem pensava as leis também pensava em previsões astrológicas. Em vista disso, ainda hoje é muito comum falarmos de signos com as pessoas.

Estimamos que a Via Láctea, nossa galáxia, tenha por volta de 250 bilhões de estrelas. Muitas delas são muito maiores do que o Sol. Assim, ao olharmos para o céu a olho nu, vemos uma parte bem pequena das estrelas da nossa galáxia. Diante disso, responda às questões propostas.

- 1 A imagem a seguir mostra, fora de escala, as órbitas dos planetas do Sistema Solar. Os pontos brancos são corpos menores, asteroides, meteoros e poeira.

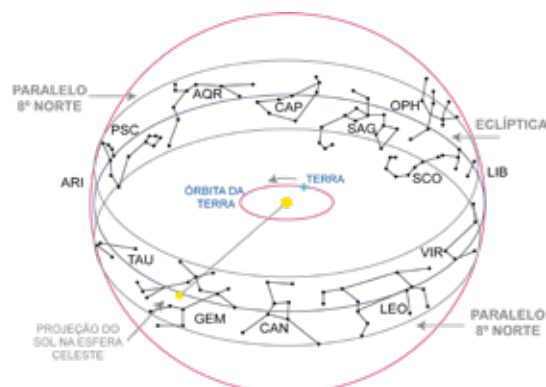


Imaginando o que existe além dos limites do desenho, onde é possível encontrar estrelas?

- 2 Analisando o esquema, elabore uma explicação para justificar por que existem constelações que só podem ser vistas do hemisfério norte e outras que só podem ser vistas do hemisfério sul.

Você deve conhecer as constelações do zodíaco por meio da astrologia, mas elas têm uma razão astronômica, ou seja, científica, para aparecerem assim no céu. Analise o esquema a seguir.

Créditos: adaptado de Irineu Gomes Varela



Constelações do zodíaco da cultura ocidental.

Sabemos que o planeta Terra tem uma inclinação de rotação e que ele gira em torno do Sol ao longo do ano em uma órbita definida. Isso significa dizer que, ao longo do ano, o alinhamento da Terra com o Sol terá um conjunto de estrelas diferente ao fundo. No caso do exemplo, esse alinhamento tem como fundo a constelação de Gêmeos. Quando a Terra se deslocar para a esquerda em seu caminho ao redor do Sol, a próxima constelação de fundo será Câncer e, assim por diante, sendo que, ao longo do ano, 13 constelações estarão ao fundo do Sol. Veja os períodos de vigência de cada constelação atualizados.

	Constelação	Período
1	Peixes	12 março – 18 abril
2	Áries	18 abril – 14 maio
3	Touro	14 maio – 21 junho
4	Gêmeos	21 junho – 20 julho
5	Câncer	20 julho – 10 agosto
6	Leão	10 agosto – 16 setembro
7	Virgem	16 setembro – 31 outubro
8	Libra	31 outubro – 23 novembro
9	Escorpião	23 novembro – 29 novembro
10	Ofiúco	29 novembro – 18 dezembro
11	Sagitário	18 dezembro – 19 janeiro
12	Capricórnio	19 janeiro – 16 fevereiro
13	Aquário	16 fevereiro – 12 março

O Sol é uma estrela considerada pequena. Tem dois nonilhões de quilogramas, ou seja, uma massa um milhão de vezes maior que a da Terra. Se pensarmos em algum outro planeta com vida na nossa galáxia, nosso Sol poderia ser parte de alguma constelação para os povos de lá. Mas isso seria pouco provável, já que normalmente as estrelas maiores e mais brilhantes se destacam em uma constelação.

Mas algo muito estranho está no ar.

O físico inglês Isaac Newton já havia criado a lei da gravitação universal no século XVIII, e essa lei, em linhas gerais, diz o seguinte:

Entre dois corpos com massa existe uma força de atração que diminui com o aumento da distância entre eles.

Sabemos que massa significa o quanto de matéria algo tem. A sua massa é resultado do quanto de matéria forma o seu corpo. O que Newton dizia é que qualquer coisa com matéria atrai outra coisa com matéria.

Onde está o problema?

Ora, se:

O Sol é uma estrela pequena e, ainda assim, tem dois nonilhões de quilogramas;

Se as estrelas que compõem as constelações são muito maiores do que o Sol e possuem uma massa muito maior que a do Sol;

Se a lei da Gravitação de Newton diz que todo corpo com massa exerce uma força de atração em corpos com massa e quanto maior a massa, maior a força, então as estrelas de uma constelação deveriam se aproximar umas das outras ao longo do tempo, mas;

Ao longo da história da humanidade, em todas as culturas conhecidas, por milênios de registros, a posição entre as estrelas das constelações e a distância entre as próprias constelações não mudou nada.

Temos um problema grave! Aliás, Newton tinha plena noção desse problema, mas não elaborou nenhuma proposta para solucioná-lo. Já que ele não fez, tentaremos fazer.

- 3 Elabore uma hipótese para o fato de as estrelas do nosso céu visível não se atraírem ao longo da história da humanidade. Solte a mente, agora é hora de pensar em uma possibilidade de resposta!

ATIVIDADE 3 – A origem do universo em diversas culturas

O ser humano pensa. Isso não nos faz deixar de ser animais, mas com a capacidade do pensamento podemos, se quisermos, criar explicações para fenômenos do mundo, narrar histórias, produzir conhecimento, entre tantas outras situações. Ao longo da história da humanidade, quase toda cultura desenvolveu algum tipo de explicação para a origem do universo. Não é verdade que todas elas pensavam que o universo teve origem. Algumas apenas consideravam que o universo sempre existiu.

Essas explicações exerceram e exercem importante papel na vida das pessoas, relacionando-se com hábitos e crenças. Não se trata somente de uma mera explicação para a origem, mas também do desenvolvimento de uma certa visão sobre a origem e evolução do universo, ou seja, uma cosmologia. Vejamos algumas dessas explicações:

A tradição Hindu

A tradição Hindu é milenar e já ofereceu diversas inovações no campo do conhecimento em matemática e astronomia. A cosmologia Hindu é baseada na ideia da criação e da destruição, em ciclos. A ideia básica da criação do universo Hindu envolve três deuses: Brahma, “o Criador”; Vishnu, “o Preservador” e Shiva “o Destruidor”. Na Índia, cada um desses deuses tem sua própria vertente religiosa que valoriza um deles no mito criador.

Esse ciclo se encerra com a dança rítmica do Deus Shiva “o Destruidor”. Através de sua dança, Shiva envia ondas pulsando com o som do despertar e a matéria também dança, aparecendo gloriosamente à sua volta. Dançando, ele sustenta seus infinitos fenômenos e, quando o tempo se esgota, ainda dançando, ele destrói todas as formas e nomes por meio do fogo e se põe de novo a descansar.



fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Shiva_as_the_Lord_of_Dance_LACMA_edit.jpg. Acesso em: 5 fev. 2018.

A dança cósmica de Shiva.

Adaptado de: MARTINS, Roberto de Andrade. O universo: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Editora Moderna, 1994. Disponível em: <http://www.ghc.usp.br/Universo/>. Acesso em: 5 fev. 2018.

A tradição Guarani-Kaiowá

Povo indígena tradicional da América do Sul, hoje vive no Estado do Mato Grosso do Sul e no Paraguai e estima-se que a população é de aproximadamente 50 mil pessoas.

“Os Guarani contam que o processo de criação do mundo teve início com Ñane Ramõi Jusu Papa ou 'Nosso Grande Avô Eterno', que se constituiu a si próprio do Jasuka, uma substância originária, vital e com qualidades criadoras. Foi quem criou os outros seres divinos e sua esposa, Ñande Jari ou 'Nossa Avó', foi alçada do centro de seu jeguaka (espécie de diadema que perpassa, como ornamento, testa e cabeça), o adorno ritual. Criou também a Terra que então tinha o formato de uma rodela, estendendo-a até a forma atual; levantou também o céu e as matas. Viveu sobre a Terra por pouco tempo, antes que fosse ocupada pelos homens, deixando-a, sem morrer, por um desentendimento com a mulher. Tomado de profunda raiva causada por ciúmes, quase chegou a destruir sua própria criação que foi a terra, sendo impedido, contudo, por Ñande Jari com a entoação do primeiro canto sagrado realizado sobre a Terra.”



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/percursoacultural/8166502778/>. Acesso em: 24 out. 2024.

Guarani-Kaiowá em um momento de discussão em 2017.

Fonte: <https://pib.socioambiental.org/pt/povo/guarani-kaiowa/557>. Acesso em: 5 fev. 2018

A tradição Baré

O povo Baré, do rio Xié, próximo ao alto rio Negro na Amazônia, narra a seguinte história para o nascimento do mundo:

“ No princípio, contam, havia só água, céu. Tudo era vazio, tudo noite grande. Um dia Tupã desceu de cima no meio de vento grande, quando já queria encostar na água saiu do fundo uma terra pequena, pisou nela.

Nesse momento o Sol apareceu no tronco do céu, Tupã olhou para ele. Quando Sol chegou no meio do céu seu calor rachou a pele de Tupã, a pele de Tupã começou logo a escorregar pelas pernas dele abaixo. Quando Sol ia desaparecer para o outro lado do céu a pele de Tupã caiu do corpo dele, estendeu-se por cima da água para já ficar terra grande.

No outro Sol [no dia seguinte] já havia terra, ainda não havia gente.

Quando Sol chegou no meio do céu Tupã pegou em uma mão cheia de terra, amassou-a bem, depois fez uma figura de gente, soprou-lhe no nariz, deixou no chão. Essa figura de gente começou a engatinhar, não comia, não chorava, rolava à toa pelo chão. Ela foi crescendo, ficou grande como Tupã, ainda não sabia falar.

Tupã, ao vê-lo já grande, soprou fumaça dentro da boca dele, então começou já querendo falar. No outro dia Tupã soprou também na boca dele, então, contam, ele falou. Ele falou assim:

- Como tudo é bonito para mim! Aqui está a água com que hei de esfriar minha sede. Ali está fogo do céu com que hei de aquecer meu corpo quando ele estiver frio. Eu hei de brincar com água, hei de correr por cima da terra; como o fogo do céu está no alto, hei de falar com ele aqui de baixo.

Tupã, contam, estava junto dele, ele não viu Tupã. ”

Fonte: MARTINS, Roberto de Andrade. O universo: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Moderna, 1994.



fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c6/66/Bar%C3%A9_people_in_Culeiras_river.jpg/1280px-Bar%C3%A9_people_in_Culeiras_river.jpg

A tradição Bíblica

Talvez a mais conhecida no mundo ocidental, a tradição cristã, assim como as outras culturas, também tem sua concepção de criação do mundo. Narrado no livro do Gênesis, da Bíblia, o mundo foi criado em sete dias por um Deus. De acordo com o texto:

“ No princípio, Deus criou o céu e a terra. E a terra era informe e vazia, e havia trevas sobre a face do abismo; e o espírito de Deus se movia sobre as águas. E disse Deus: que seja feita a luz. E a luz se fez. E Deus viu que a luz era boa. E separou a luz das trevas. Chamou a luz de Dia, e as trevas de Noite. E fez-se a tarde e a manhã do dia um. E disse também Deus: seja feito o firmamento em meio às águas, e divida as águas das águas.

E Deus fez o firmamento, dividindo as águas que estavam sob o firmamento e as que estavam sobre o firmamento. E isso se fez assim. E Deus deu ao firmamento o nome de Céu. E fez-se a tarde e a manhã do segundo dia. Deus disse: reúnam-se as águas que estão sob o céu, em um lugar, e que apareça o seco. E isso se fez assim. E Deus chamou o seco de Terra, e denominou a reunião das águas de Mar. E Deus viu que era bom. ”

Fonte: O livro do Gênesis, Bíblia de Jerusalém.

A tradição Mesopotâmica

Uma das culturas mais tecnológicas da antiguidade, os Mesopotâmicos, residentes onde hoje é o Iraque, tinham uma mitologia própria para a criação do mundo. De acordo com ela:

“ Quando no alto o céu [Anshar] ainda não tinha sido nomeado e embaixo a terra [Kishar] ainda não tinha nome, nada existia senão uma mistura das águas de Apsu, o oceano primordial, o gerador, e da tumultuosa Mummu-Tiamat, a água doce, a mãe de todos. Então as trevas eram profundas, um tufão movia-se sem repouso. Então nenhum deus havia sido criado. Nenhum nome havia sido nomeado, nenhum destino havia sido fixado.

No tempo em que Anu, Enlil e Éa, os grandes deuses, criaram o céu e a terra, eles quiseram tornar visíveis os signos, fixaram as estações e estabeleceram a posição dos astros, deram nomes às estrelas e lhes atribuíram as trajetórias, desenharam, à sua própria imagem, as estrelas em constelações, mediram a duração do dia e da noite criaram o mês e o ano traçaram a rota da Lua e do Sol.

Assim, eles tomaram suas decisões sobre o céu e a terra. Eles confiaram aos grandes deuses a produção do dia e a renovação do mês, para as observações astrológicas dos homens. Viu-se então o Sol se levantar e os astros brilharem para sempre em pleno céu. ”

Fonte: MARTINS, Roberto de Andrade. O universo: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Moderna, 1994. Disponível em: <http://www.ghhc.usp.br/Universo/>. Acesso em: 5 fev. 2018.



Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/70f/Ea_%28Babiloniano%29_-_Enki_%28Sumeriano%29.jpg/230px-Ea_%28Babiloniano%29_-_Enki_%28Sumeriano%29.jpg. Acesso em: 5 fev. 2018.

A tradição Egípcia

O continente africano é muito rico em tradições culturais que têm suas próprias ideias sobre a criação do mundo. Por conta de sua grande variedade de grupos étnicos e por ser o berço da humanidade, encontram-se lá inúmeras explicações para a criação do mundo. No norte da África, se desenvolveu uma das civilizações mais antigas que já existiram: a Egípcia. Com suas construções enormes e misteriosas, sua mitologia particular e seus mais diversos inventos práticos, ainda hoje a herança Egípcia é uma das culturas mais estudadas.

De acordo com o relato egípcio da criação, Rá, o Sol, surgiu no oceano a partir um ovo. Rá deu à luz quatro filhos, os deuses Shu e Geb e as deusas Tefnet e Nut. Shu e Tefnet deram origem à atmosfera. Eles serviram-se de Geb, que se converteu na terra, e elevaram Nut, que se converteu em céu. Todas essas coisas eram regidas pelo Deus Sol.

Fonte: Deuses do Egito. Conhecer fantástico Extra. On Line Editora



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1>. Acesso em: 5 fev. 2018.

O deus Rá

A tradição lorubá

Uma das grandes tradições culturais da África e de grande importância para o Brasil são os loru-bás. Instalados forçosamente em território brasileiro, a cultura lorubá influenciou outras que aqui estavam e seus hábitos também foram assimilados.

Olorum, o Deus Supremo, lançou, do céu até as águas ou pântanos que lhe ficavam abaixo, uma corrente, pela qual fez descer Odudua, com um pouco de terra num saco ou numa concha de caracol, uma galinha e um dendezeiro. Odudua derramou sobre a água a terra e nela colocou a palmeira e a ave. A galinha começou imediatamente a ciscar o solo e a espalhá-lo, aumentando cada vez mais a extensão da terra. Daí o nome que tomou o lugar onde isso se deu: Ifé, o que é vasto, o que se alarga.

SILVA, Alberto da Costa. *A enxada e a lança: a África antes dos Portugueses*. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1996.

Poderíamos passar muitas horas falando das dezenas de explicações sobre a origem do universo e da Terra de diversas culturas ao longo do mundo. Mostramos aqui explicações de diversos continentes do planeta. Explicações de povos que não existem mais e explicações que ainda hoje são fruto de crença e religiões.

Agora que conhecemos algumas delas, responda:

1 Das sete explicações apresentadas, quais delas possuem mulheres em papéis centrais?

2 Quais explicações já consideram que existia algo antes de os deuses criarem o resto? Que elementos eram esses?

3 Analise as explicações e identifique quais são os pontos em comum que a maioria delas têm.

- 4 Elabore uma carta que tenha por objetivo mostrar a alguém, que não conhece ainda as explicações dessas culturas sobre a origem do universo, toda essa diversidade de visões, lembrando que devem ser respeitadas e que nenhuma delas representa a verdade incondicional. Caso queira, escolha uma das visões que não é a sua e escreva para alguém que acredita nela, destacando aproximações.

ATIVIDADE 4 – A vida de uma estrela e o nascimento dos planetas

Até agora, nos referimos à gravidade como uma lei criada por Isaac Newton e que diz o seguinte:

“Entre dois corpos com massa existe uma força de atração que diminui quando a distância entre eles aumenta”.

Mas Newton não disse apenas isso, ele elaborou uma equação matemática que permite ir mais além e quantificar a relação de atração entre as massas. A lei da gravitação universal de Newton, em sua forma matemática, é a seguinte:

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2}$$

- 1 Sabendo que F significa força de atração, M_1 e M_2 representam dois corpos com massas diferentes e d é a distância entre esses dois corpos, tente relacionar a equação matemática com o enunciado verbal da lei de gravitação (não considere o G , por enquanto).

O que essa fórmula está dizendo?

A fórmula está dizendo que entre dois corpos com massa (M_1 e M_2) existe uma força de atração (F). Essa força é maior quanto maiores forem as massas envolvidas. E essa força diminui se entre os dois corpos a distância (d) entre eles for muito grande.

É importante notar aqui que a distância está elevada ao quadrado. Isso significa, na prática, que a força cai drasticamente quando os dois objetos estão muito longe. Por exemplo: se existe uma força de valor 100 para uma distância de 1, quando dobramos a distância, a força cai para 25. Se triplicamos a distância, a força cai para 11,1 e se quadruplicamos a distância, a força cai para 6,25.

Então não importa qual a massa envolvida, se for a de uma formiga e a de uma barata, haverá uma força de atração entre elas? Sim, mas essa força será muito pequena.

Agora, pense que essa barata e essa formiga estão em um ponto do universo longe de qualquer planeta ou estrela ou corpo com massa grande para atuar com gravidade sobre elas.

2 O que acontecerá com a formiga e com a barata na situação descrita?

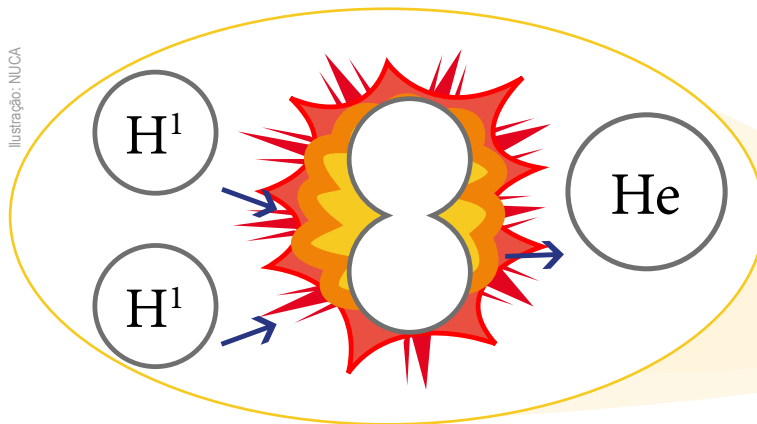
A gravidade é muito importante para a história do universo. Se não fosse ela, não haveria estrelas, nem planetas e nem vida.

Imagine a seguinte situação. Um universo extremamente jovem onde só existem pequenos átomos chamados de hidrogênio soltos por todo espaço, mas que existem em grande número, grande mesmo. Em uma situação parecida com a da formiga e da barata, caso esses hidrogênios estejam próximos e sem muita velocidade, uma força gravitacional fará eles ficarem juntos.

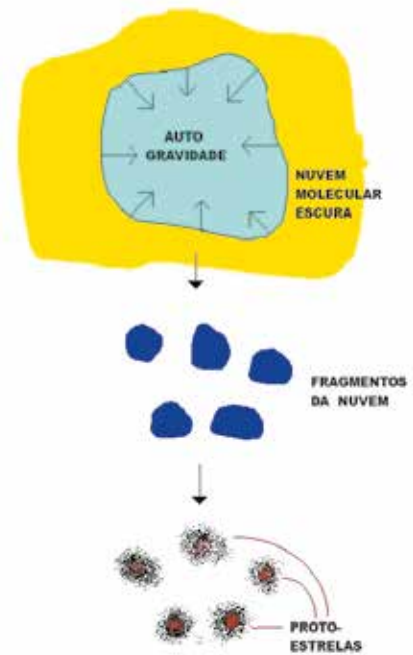
Uma vez juntos, essa dupla possui mais massa e pode atrair outros hidrogênios e, quanto mais partículas são atraídas, mais massa esse conjunto tem e mais força para atrair partículas terá. E assim, por milhões de anos da história do universo, a gravidade foi juntando pequenas partículas em nuvens. Essas nuvens quando se juntam ficam cada vez mais massivas.

Depois de muita, muita massa, essas nuvens enormes têm tanta gravidade que lá no seu interior, no centro, a força é tão grande que a gravidade “espreme” um hidrogênio contra o outro e os funde, ou seja, os une. Essa **fusão** gera luz e calor e dá origem a um novo elemento, o hélio.

Ilustração: NUCA



Processo da fusão do hidrogênio.



Esquema representando a formação das estrelas.

fonte: https://www.if.ufrgs.br/oei/stars/formation/form_st.htm. Acesso em: 5 fev. 2018.

Esse é o processo que chamamos de fusão nuclear. Neste ponto, nasce uma estrela e ela continuará fundindo elementos na sua vida. O hélio pode se fundir com um hidrogênio e gerar um outro elemento: o lítio. O lítio pode se fundir com um hélio e gerar o boro.

Mas então quer dizer que uma estrela é uma fábrica de elementos químicos?

Sim!

Quer dizer que o ferro que faz parte da minha carteira foi gerado no interior de uma estrela?

Sim!

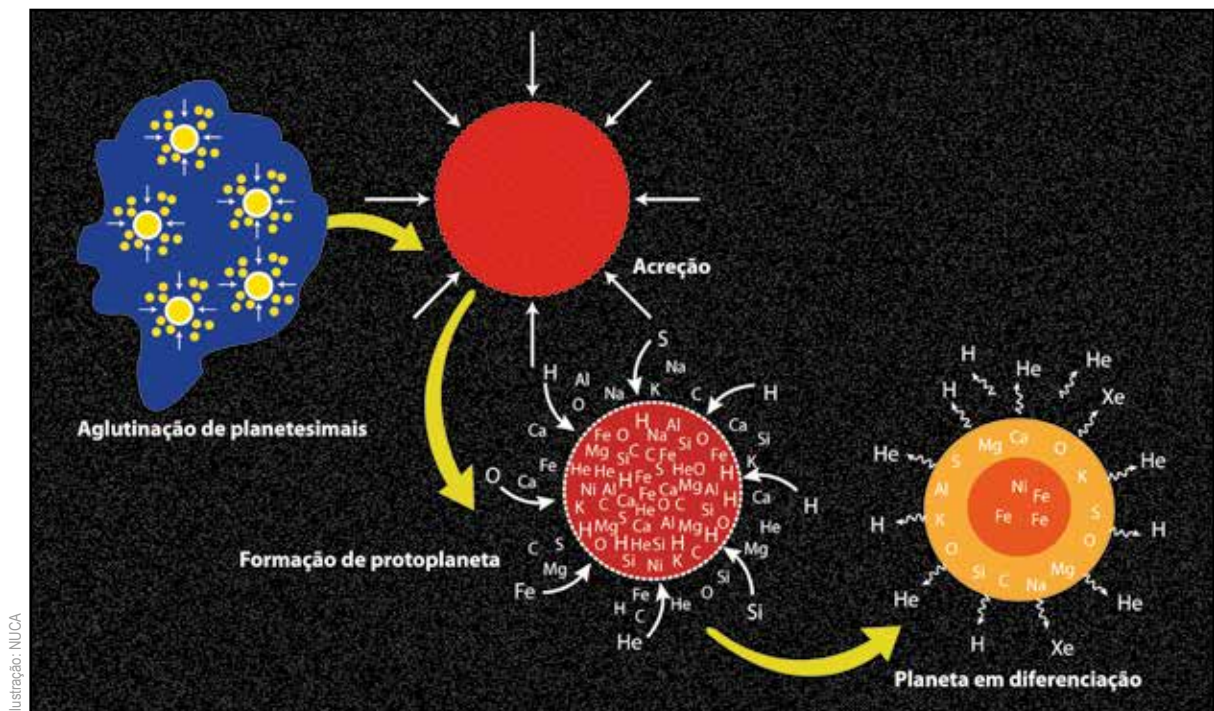
Então toda a matéria foi gerada dentro de uma estrela?

Sim e Não.

Conforme uma estrela vai fundindo elementos, eles vão ficando mais pesados e chega uma hora que ela não tem mais força gravitacional para fundir. Dos elementos químicos do hélio até o ferro, todos são produzidos no interior de uma estrela por fusão.

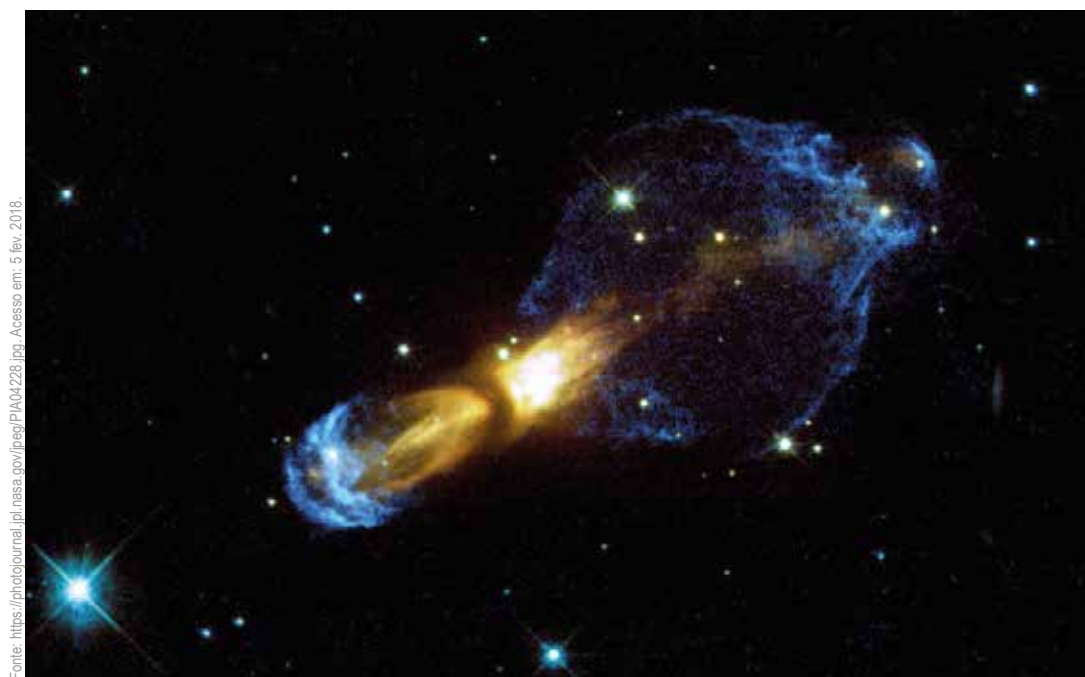
Os elementos mais pesados que o ferro são produzidos quando estrelas muito grandes morrem. Ou seja, quando acaba o combustível, a estrela explode no que chamamos de **supernova**. Essa explosão libera muita energia e com essa energia os elementos mais pesados que o ferro são gerados (desde o cobalto até o urânio, o elemento natural mais pesado que existe). Mas, no início do universo, as estrelas eram muito maiores do que as maiores de hoje em dia. Bilhões de vezes maiores. Assim, de fato, elas produziam a maioria dos elementos, pois tinham muita gravidade para fundi-los. Hoje, com estrelas menores, apenas nas supernovas os elementos mais pesados são gerados.

Isso significa dizer que após a morte de outras estrelas e o nascimento do Sol, pedaços de rocha, restos da explosão de outras estrelas vagavam pelo espaço e por atração gravitacional se juntaram dando origem ao planeta Terra. Não é à toa que há no interior do nosso planeta o ferro em estado de magma. Esse ferro veio dos restos de explosão de estrelas, que se juntaram por milhões de anos dando origem ao nosso planeta por um processo que chamamos de acreção. Ou seja, acréscimo de massa. A gravidade junta esses restos de estrelas que vão se acrescentando e ganhando forma também pela gravidade.



Pedaços gigantes de rocha se juntam por gravidade para dar origem à Terra.

-
-
-
-
- 5 Em janeiro de 2017, o telescópio espacial Hubble captou a explosão de uma supernova próximo à constelação de Puppis. Na imagem, é possível ver o clarão da luz gerada e também a matéria expulsa pela explosão que origina diversos elementos químicos. Esse evento ocorreu a uma distância de 5 mil anos luz da Terra. Isso significa dizer que essa supernova explodiu há 5 mil anos e somente agora pudemos captar a luz de sua explosão. Faça uma pesquisa e escreva um breve texto narrando como estava a sua cidade no dia em que a estrela morreu gerando essa supernova.



Registro da explosão de uma supernova.

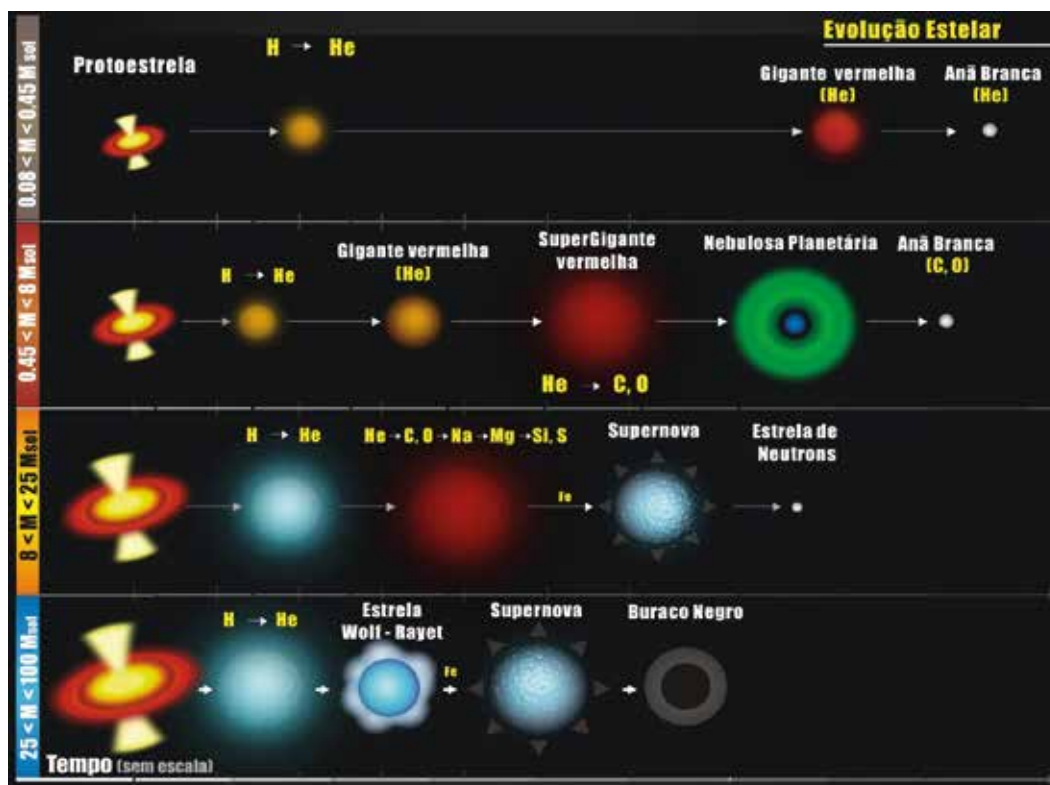
Quando uma estrela é gerada, a quantidade de matéria acumulada em sua fase anterior à fusão vai determinar como será o futuro dela. Estrelas pequenas, com até 0,45 vezes a massa do Sol, passam por um período de expansão e depois apenas colapsam em uma anã branca, reduzindo drasticamente o seu tamanho e depois se apagando. Estrelas acima de 0,45 até 8 massas solares, ou seja, incluindo o Sol, vão expandir e depois explodir em uma nebulosa planetária. Para estrelas entre 8 e 25 massas solares, elas produzirão os elementos mais pesados possíveis e depois explodirão em uma supernova, gerando ainda mais elementos. Por fim, para estrelas acima de 25 massas solares, após a explosão da supernova, a massa restante fica colapsada em um espaço muito menor do que a estrela. Essa densidade é tão grande que esse novo corpo tem tanta gravidade que nem a luz de lá consegue sair. Chamamos esses corpos de buracos negros. No centro de nossa galáxia, há um desses.



Imagem ilustrativa de um buraco negro.

Fonte: <https://science.nasa.gov/universe/10-questions-you-might-have-about-black-holes/>

Veja, a seguir, um quadro resumido com os rumos de uma estrela dependendo de sua massa inicial.



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node14.htm>. Acesso em 15 fev. 2018.

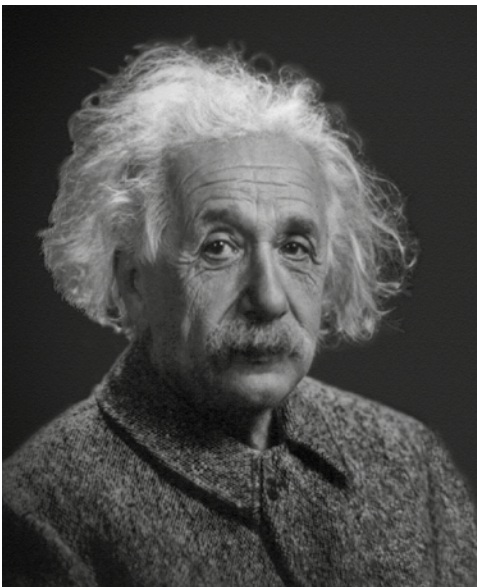
Esquema da vida de uma estrela de acordo com sua quantidade de matéria (massa) original.

- 6 No esquema anterior, observamos que o que ocorre com a estrela depende de sua massa inicial. Qual o papel da gravidade nesse processo?

ATIVIDADE 5 – A origem do universo para a ciência

Albert Einstein, um dos cientistas mais famosos da história, tinha uma resposta para a pergunta sobre o **porquê das posições entre as estrelas de uma constelação não mudarem**.

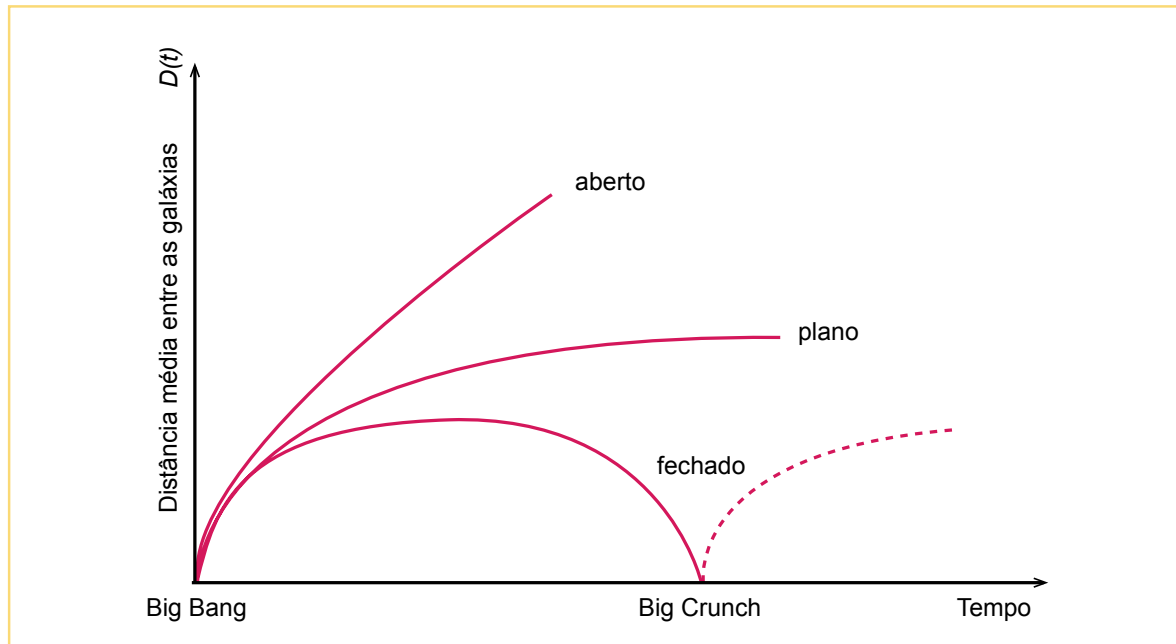
Em 1917, Einstein desenvolveu uma teoria cosmológica que buscava ajustar a quantidade de matéria no universo. A sua proposta buscou relacionar a quantidade de matéria e o tamanho do espaço em que essa matéria pode ser distribuída. Por exemplo, se o espaço for pequeno e houver muita matéria, a atração gravitacional entre os corpos faria com que a matéria se juntasse. Imagine que você coloque um punhado de farinha de trigo dentro de uma bexiga ou balão de festa. Com o balão sem ar, todos os grãos de farinha estão juntos e próximos. Ao encher o balão e chacoalhá-lo, por exemplo, a farinha criará uma nuvem dentro do balão. Isso porque há mais espaço lá dentro. A teoria de Einstein diz aproximadamente isso. Os grãos de farinha são as estrelas. O espaço do balão é o espaço sideral. Para Einstein, o universo era de um modo tal que a relação entre espaço e matéria dentro dele deveria ser constante e tudo ficaria parado. Esse é o significado de universo estático, ou seja, um universo no qual as estrelas permanecem nos mesmos lugares.



Albert Einstein (1879-1955).

Cinco anos depois do artigo de Einstein, um russo chamado Alexander Friedmann testou matematicamente outras formas de soluções da equação de Einstein e descobriu que havia outras explicações possíveis para o universo. As explicações de Friedmann permitiam a existência de universos estáticos, de universos que se contrairiam com o tempo e de universos que se expandiriam infinitamente.

No gráfico das soluções de Friedmann, podemos notar que o universo pode estar se expandindo (aberto), pode estar parado (plano) e pode estar se contraindo (fechado). Analise o gráfico e responda:



As possibilidades de desenvolvimento do universo conforme as soluções de Friedmann para a equação de Einstein.

1 Para Friedmann, segundo o gráfico, o universo tem uma origem? Justifique.

2 Pensando em nossa pergunta de investigação, explique o que aconteceria com as estrelas de uma constelação em cada uma das três explicações de Friedmann (representadas pelas três curvas do gráfico).

3 Em qual das três possibilidades a gravidade tem um papel muito importante? Justifique.

Apesar de apresentar soluções muito inovadoras para o comportamento do universo, Friedman não tomou posição sobre qual seria o seu real modelo. Um caso curioso aconteceu aqui. Quando Friedmann foi publicar seus resultados, o texto foi mandado para que Einstein desse um parecer sobre o trabalho. Einstein negou a publicação do artigo alegando que Friedmann havia entendido errado a constante. Mas depois ele precisou reconhecer que o artigo estava correto e as soluções eram válidas, gerando muitas manchetes de jornais na União Soviética. Lembre-se que estamos falando de um período da história em que havia acabado de ocorrer uma guerra mundial e estava prestes a estourar a segunda. Ou seja, os nacionalismos eram muito exacerbados. Friedmann apresentou as três soluções matemáticas, sem defender uma delas como a mais correta. A primeira pessoa a tomar uma posição foi o cosmólogo e padre belga, George Lemaitre.

Lemaitre também havia chegado, independentemente, às soluções que Friedmann chegou, mas ele nem conhecia o físico russo na época. Lemaitre foi além, buscou dados experimentais para defender que o universo teve uma origem e está em expansão. Em 1927, Lemaitre publicou um trabalho chamado “*Um universo homogêneo de massa constante e raio crescente embasado pela velocidade radial das nebulosas extragalácticas*”, no qual ele apresenta uma evidência suportando que o universo se expande. Ele verificou que as galáxias estavam se afastando umas das outras. Vamos ver isso de uma maneira prática?



ATIVIDADE PRÁTICA

Simulando o afastamento das galáxias

Materiais:

- Um balão de festa
- Canetinha

Procedimento:

- Infe apenas um pouquinho o balão de festa e, segurando sua ponta, desenhe diversos pontos com canetinha ao longo do balão inteiro. Fotografe essa montagem.
- Infe mais agora até o máximo do balão. Fotografe essa situação.
- Esvazie completamente o balão, deixe-o sobre a mesa e fotografe novamente essa montagem.

Analisando as imagens responda:

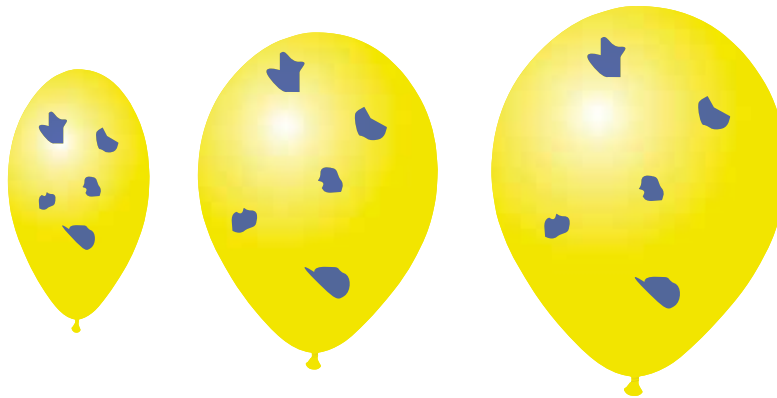


Ilustração: Fernanda Gomes

- 4 Supondo que o balão represente o universo e os pontinhos nele sejam as galáxias, o que acontece com a distância entre elas quando inflamos o balão?

- 5 Se, ao longo do tempo, as galáxias estão se afastando e o universo está crescendo, o que acontece com a distância entre as galáxias se voltarmos no tempo?

- 6 É possível, no passado, em algum momento, que as galáxias estivessem todas em um mesmo ponto? Justifique.

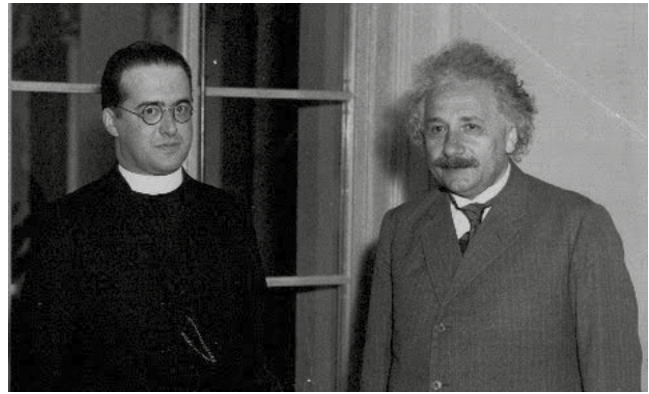
Lemaitre raciocinou de maneira lógica. Se as galáxias estão se afastando ao longo do tempo, quando voltamos muito nele, podemos inferir que, em algum momento, elas já estiveram juntas em um mesmo ponto. Lemaitre chamou isso de átomo primordial. Ou seja, o universo teve uma origem em um ponto único e se desdobrou a partir dele.

Ele encontrou muitos problemas para a aceitação de seus trabalhos. A revista científica na qual sua proposta matemática foi publicada não era muito famosa. Além disso, pelo

fato de ser padre, pensar em uma origem do universo dessa maneira estaria muito alinhado com a forma de pensar de sua religião.

Mas Lemaitre publicou seus artigos de maneira estritamente científica. E ele poderia muito bem argumentar que se o modelo fosse adaptado à sua religião, deveria ser a segunda possibilidade de universo, aquela que tem uma origem e depois uma contração, ou seja, um possível fim, já que na Bíblia há efetivamente o fim. Entretanto, a possibilidade de um universo em contração foi negada, conforme os dados sobre

o universo foram avançando e o seu tamanho foi melhor estimado. Além disso, a descoberta de que as galáxias se afastam cada vez mais rápido, fez nascer um novo problema para a cosmologia, ou seja, os astrônomos começaram a se perguntar: o que faz as galáxias acelerarem suas velocidades? Não sabemos a resposta, mas chamamos essa energia misteriosa de energia escura.



Lemaitre e Einstein em conversa: foi o físico alemão quem informou Lemaitre que Friedmann já havia apontado outras soluções para a constante cosmológica em 1922.

Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MillikanLemaitreEinstein.jpg>. Acesso em 22 out. 2024.

- 7 Por que a ideia de uma origem do universo em um único ponto pode ser vista como positiva para um religioso?

A partir desse momento, a ideia de origem do universo tinha uma evidência (o afastamento das galáxias ao longo do tempo). Mas outros argumentos apareceram. Em 1946, o físico russo George Gamow deu forma conceitual para esse “átomo primordial”. Ele utilizou a física nuclear e propôs o modelo de universo cujo começo era muito quente e denso. Esse ponto teria tanta energia que poderia, ao expandir, gerar a matéria do universo. Foi Gamow quem nomeou pela primeira vez como **Big Bang**. Esse nome foi dado como uma brincadeira dos cientistas que criticavam essa ideia dizendo que o universo não poderia nascer de uma “grande explosão” (big bang).

**O universo não explodiu de um ponto,
mas se expandiu a partir de um ponto.**

Por fim, mais um argumento apareceu para fazer do modelo do “Big Bang” uma teoria.

Se, de fato, o universo se desdobrou de um ponto extremamente energético, deveria existir algum rastro dessa energia inicial, que teria hoje uma energia muito baixa, mas ainda assim deveria existir. Gamow havia previsto essa radiação, mas foi em 1968 que, por acidente, ela foi descoberta. Arno Penzias e Robert Woodrow Wilson trabalhavam com um conjunto de antenas de baixo ruído e estavam enfrentando um problema de falha nessas antenas. É como se uma interferência não parasse de afetar os dados deles. Logo, eles perceberam que essa interferência acontecia para qualquer lado do céu que eles apontavam. Depois de um tempo, eles perceberam que não se tratava bem de um ruído, mas de algo constante, de baixíssima energia e igual para todos os lados do universo. Assim, um pouco acidentalmente, eles estavam olhando para as radiações resultantes da expansão inicial do universo. Os astrônomos apelidaram carinhosamente essa radiação de “fóssil da luz”, em referência ao passado mais remoto do universo, mas o nome correto é **radiação cósmica de fundo**. Com mais essa evidência, todos os dados se encaixaram e a teoria do Big Bang, até hoje, tem forte aceitação entre os cosmólogos.

- 8 A partir de toda essa história, você poderia elencar os três argumentos que sustentam a teoria do Big Bang?

- 9 Agora que você conheceu a versão científica para a origem do universo, retorne às explicações de diversas culturas e encontre pontos comuns e diferentes entre essas versões. Justifique, com suas palavras, os pontos comuns encontrados.

UNIDADE 3

Origem da vida no planeta Terra

PRIMEIRAS PALAVRAS

O universo surge, o planeta Terra e o Sistema Solar surgem, mas e a vida? Você já parou para pensar como a vida se originou em um planeta com condições bem diferentes das atuais? Para entender como a vida surgiu e se diversificou na Terra, é necessário relacionar conhecimentos sobre a constituição e transformação do planeta, seus componentes físicos e químicos. Além disso, é necessário conhecer como os organismos se relacionam com o meio, o que produzem e o que consomem. Nesta unidade, investigaremos esses eventos e particularidades dos organismos vivos, relacionando dados geológicos, reações químicas, fatores necessários e limitantes à vida, para responder à seguinte pergunta: **como se originou a vida no planeta Terra?**

Créditos: Wikimedia Commons

Estromatólito encontrado em Cochabamba, Bolívia.





ATIVIDADE 1 – Fontes de energia

Na unidade anterior, você investigou a formação e transformação do universo. Descobriu que a força de atração gravitacional foi muito importante para a formação do planeta Terra: após a morte de outras estrelas e o nascimento do Sol, fragmentos de rocha e restos da explosão de outras estrelas vagavam pelo espaço e, por atração gravitacional, se juntaram dando origem ao planeta Terra.

Na história ocidental de produção de conhecimento científico, nos enveredamos em múltiplos campos de pesquisa científica e tecnológica, que diversificam nosso olhar sobre o tempo e o espaço e, acima de tudo, sobre a vida.

- 1 Na sua percepção, o que é vida? O que precisamos dizer quando queremos definir o que é um ser vivo para um colega?

- 2 Tendo em vista o interesse do ser humano em conhecer e explicar as coisas da vida, descreva de que maneira devemos proceder se queremos investigar como era a constituição da Terra primitiva?

- 3 Você acha que as condições que geraram a vida na Terra são muito diferentes das atuais? Justifique.

- 4 Se o seu trabalho fosse investigar sobre a origem da vida no planeta Terra, por onde você começaria? Que tópicos abordaria?



ATIVIDADE PRÁTICA

De onde vem a energia dos seres vivos?

O objetivo desta atividade prática é inferir formas de obtenção de energia dos seres vivos, usando leveduras como modelo.

Materiais necessários:

- Um pacote de fermento biológico seco
- Colher de sopa
- Três sacos plásticos transparentes com fecho hermético
- Caneta hidrocor
- Água
- Sal
- Açúcar

Procedimentos:

Dissolva o fermento biológico em água. Em seguida, marque cada saco plástico com as palavras *açúcar*, *sal* e *nada*. Adicione a mesma quantidade de solução de fermento e água em cada saco plástico. Para finalizar essa etapa, coloque uma colher de sal no saco com a palavra sal e uma colher de açúcar no saco com a palavra açúcar, mexendo as soluções até ficarem bem dissolvidas. Feche os três sacos plásticos, de tal maneira que não haja escape, nem entrada de ar. Deixe os sacos em um local reservado por 20 minutos.

5 O que você espera que aconteça em cada um dos três sacos plásticos? Justifique.

6 Por que, nesse experimento, há três montagens diferentes?

- 7 Passados vinte minutos da primeira etapa, voltem aos sacos plásticos e descrevam o que aconteceu.

- 8 Elabore uma explicação para esses resultados.

Há duas formas de explicar esses resultados, ambas relacionadas a atividades metabólicas que as leveduras podem realizar a partir do consumo de açúcar: a respiração anaeróbia e a respiração aeróbia. O que isso significa? Que as leveduras conseguem transformar o açúcar em condições de ausência e presença de oxigênio, respectivamente. Compreender o que aconteceu quimicamente com a levedura no saco plástico açucarado pode trazer algumas importantes considerações para a discussão sobre a origem da vida.

Respiração anaeróbia e aeróbia

A respiração anaeróbia realizada pela levedura ocorre na ausência de oxigênio. Um tipo de respiração anaeróbia é a fermentação alcoólica, pois a reação química que ocorre produz um álcool, conhecido como etanol: o processo de fermentação alcoólica ocorre no interior da célula da levedura, e o gás carbônico liberado para fora das células infla o saco plástico.

Respiração anaeróbia

açúcar → etanol + gás carbônico + energia

Agora, observe o que acontece com o metabolismo da glicose quando a levedura está em presença do gás oxigênio:

Respiração aeróbia

açúcar + gás oxigênio → gás carbônico + água + energia

Na presença de oxigênio, ocorre uma reação química que libera, além da água, muito mais energia que na respiração anaeróbia.

- 9 Sabendo que o ser humano realiza a respiração aeróbia, qual é a fonte do açúcar e qual é a fonte do gás oxigênio para a ocorrência dessa reação química nas células e obtenção de energia?

Poucos seres vivos utilizam os dois tipos de respiração. Além da levedura utilizada nesse experimento, alguns tipos de bactérias também podem realizar as duas atividades metabólicas.

- 10 Como esse experimento pode nos ajudar a compreender aspectos sobre a constituição da vida no planeta?

ATIVIDADE 2 – Vida microbiana

Não é de hoje que o ser humano gosta de pensar e investigar sobre a origem da vida. Desde tempos remotos da civilização, discutimos e criamos teorias sobre o começo de tudo. Uma das primeiras ideias sobre a origem da vida que se tem registro é conhecida como geração espontânea. Muitos filósofos discutiram esse tema à luz de que a vida teria surgido espontaneamente, ou seja, a partir da matéria não viva.

- 1 E você, acha que a vida surgiu espontaneamente? Dê sua versão para o início da vida no planeta Terra.

Independentemente da sua resposta para a questão anterior, faça um exercício de elaboração hipotético:

- 2 Suponha que você acredita que a vida tenha surgido espontaneamente, a partir da matéria não viva. Como faria para convencer outras pessoas dessa ideia? Ao final, compare sua resposta com colegas. Procure observar as similaridades e diferenças entre as propostas.

Um dos primeiros filósofos (que se tem registro) a especular sobre os primórdios da existência foi Anaximandro, na Grécia Antiga (610-540 a.C.). Ele afirmava que animais terrestres surgiam do mar, considerando que, a partir do aquecimento da água e terra poderiam emergir animais semelhantes a peixes. De lá para cá, muitos outros filósofos e cientistas discutiram o tema geração espontânea.

Aristóteles (384-322 a.C.), por exemplo, defendeu essa teoria, não só para explicar o surgimento do primeiro ser vivo no planeta, mas também para explicar a origem de organismos complexos. De acordo com Aristóteles, essa era uma verdade facilmente observável na natureza, afirmando que pulgões surgiam do orvalho que caía sobre as plantas; as moscas, da matéria podre e os crocodilos, de troncos podres. Note que essa argumentação está pautada na elaboração de afirmações e ideias que se baseiam na observação de fatos de maneira não sistematizada, ou seja, naquela época, não se costumava observar por um longo período de tempo, fazer registros organizados e também não se conhecia a existência de seres microscópicos e nem dos mecanismos envolvidos na reprodução. Por esses motivos, era plausível que as observações de que, de repente, apareciam pulgões nas plantas ou moscas na matéria podre serviam de evidências para a interpretação de que era a matéria não viva que se transformava nos seres vivos.

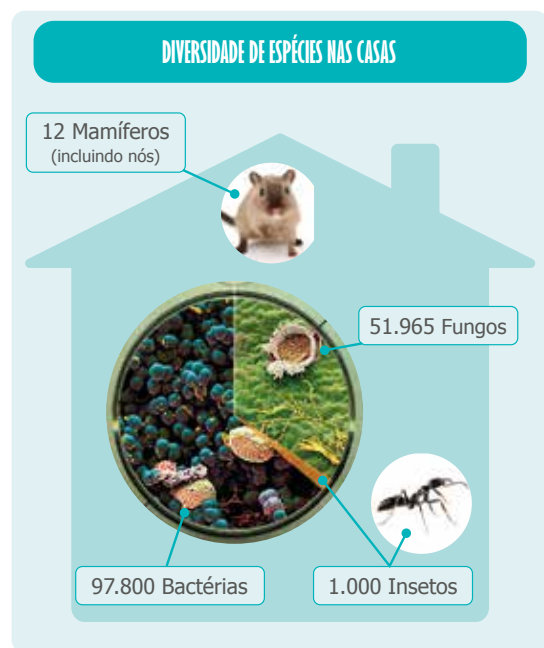


Anaximandro (610-540 a.C.) (A) e Aristóteles (384-322 a.C.) (B), dois filósofos gregos que influenciaram o pensamento da cultura ocidental.

Mas será que se esses pesquisadores utilizassem outros métodos de investigação, eles obteriam os mesmos resultados? E se eles tivessem outros conhecimentos disponíveis, fariam essas mesmas interpretações?

- 3 Se você precisasse mostrar a esses pesquisadores que organismos complexos não surgem de forma espontânea da matéria não viva, como você faria? Que evidências coletaria com o objetivo de contrariá-los?

Os microrganismos estão em todos os lugares. Para investigar os tipos de seres vivos que habitam a nossa casa junto conosco, uma equipe de pesquisadores desenvolveu o projeto A Vida Selvagem de Nossas Casas (disponível em: <http://robdunnlab.com/projects/wild-life-of-our-homes/>). O objetivo do projeto é mapear quais são os organismos presentes nas casas de habitantes dos EUA e quais são os fatores que determinam essa diversidade (como características dos móveis, locais da casa, se há ou não sistema de aquecimento ou resfriamento, hábitos de limpeza, características climáticas e geográficas da região). Os dados são coletados pelos cidadãos e enviados para o projeto. Como resultado, foi verificado que os microrganismos (como bactérias e fungos) dominam 98% dos tipos de seres vivos de uma casa.



Proporção de bactérias, fungos, insetos e mamíferos nas residências dos EUA.

Fonte: Adaptado de <http://robdunnlab.com/science-portfolio/species-diversity-in-houses/>?portfolioCats=120.
Foto (rato): Freeimages.com; Foto (inseto): Onlyyouq / Freepik; Imagem (bactéria e fungo): Martins Oreggerli
Adaptação: Fernanda Gomes

Por serem organismos unicelulares e mais simples, com relação aos organismos formados de mais uma célula e que possuem muitos sistemas interligados, as bactérias são candidatas a terem sido as primeiras formas de vida que surgiram no planeta Terra. Mas será que, atualmente, podemos usar a ideia de geração espontânea para explicar o nascimento de bactérias?

O experimento a seguir tem o intuito de investigar a comunidade microbiana ao nosso redor. Os resultados desse experimento nos ajudam a discutir a ocorrência de geração espontânea em microrganismos.



ATIVIDADE PRÁTICA

Vida microbiana

O objetivo desta atividade prática é investigar a ocorrência de microrganismos ao nosso redor e as condições para o seu crescimento.

Materiais necessários:

- Placas de acrílico
- Pacote de gelatina incolor
- Caldo de carne
- Água
- Cotonete
- Caneta hidrocor
- Etanol 70%

Preparação dos meios de cultura

Meios de cultura são importantes métodos de investigar a proliferação de microrganismos. Existem muitos tipos e este é bem fácil e barato de realizar.

Limpe as placas de acrílico com etanol 70%. Dilua a gelatina incolor em água, conforme as instruções do pacote. Em seguida, ainda em estado líquido, misture o caldo de carne. Para finalizar, adicione essa mistura em seis placas de acrílico e espere solidificar. Mantenha as placas de acrílico tampadas. Está pronto o seu meio de cultura.

Vocês deverão ter, no mínimo, duas condições relacionadas ao meio de cultura:

- Duas placas de acrílico com meios de cultura em que os microrganismos não serão inoculados.
- Quatro placas de acrílico com meios de cultura a serem inoculados com microrganismos.

Inoculação de microrganismos

Vocês devem escolher diferentes lugares e objetos que possam conter microrganismos para serem inoculados nos meios de cultura. Uma vez escolhido(s) o(s) lugar(es), passem o cotonete sobre ele(s) e esfreguem levemente sobre os meios de cultura. Para finalizar, mantenham as placas de acrílico fechadas em ambientes não iluminados. Não esqueçam de marcar o que fizeram em cada placa. Use a tabela a seguir para registrar sua investigação. Dê um título à sua tabela.

Façam, pelo menos, uma observação diária das placas e registrem no campo observações o que perceberam. Se for possível, façam registros fotográficos e/ou em vídeo. Esses experimentos e seus resultados serão retomados em outros momentos desta unidade.

Tabela: _____

Placa	Inoculação	Ambiente	Observações
1	Não		
2	Não		
3			
4			
5			
6			

ATIVIDADE 3 – A ciência experimental da vida

As discussões sobre a geração espontânea sempre estiveram muito presentes no imaginário humano. Até meados do século XVII, a geração espontânea, também conhecida como teoria da **abiogênese**, estava popularizada no pensamento ocidental, dando voz a mitos da criação para explicar a origem da vida. No entanto, com o desenvolvimento da ciência experimental, outros conhecimentos sobre a vida foram sendo agregados ao tema. Por volta dessa época, já haviam sido registradas células e microrganismos com o auxílio de microscópios rudimentares, mas mesmo essas observações não eram conclusivas acerca da origem da vida.

De onde surgem as moscas?

Em 1668, um cientista italiano chamado Francesco Redi (1626-1697) publicou uma obra intitulada “Experiências sobre a geração de insetos”, na qual questionava a geração espontânea.

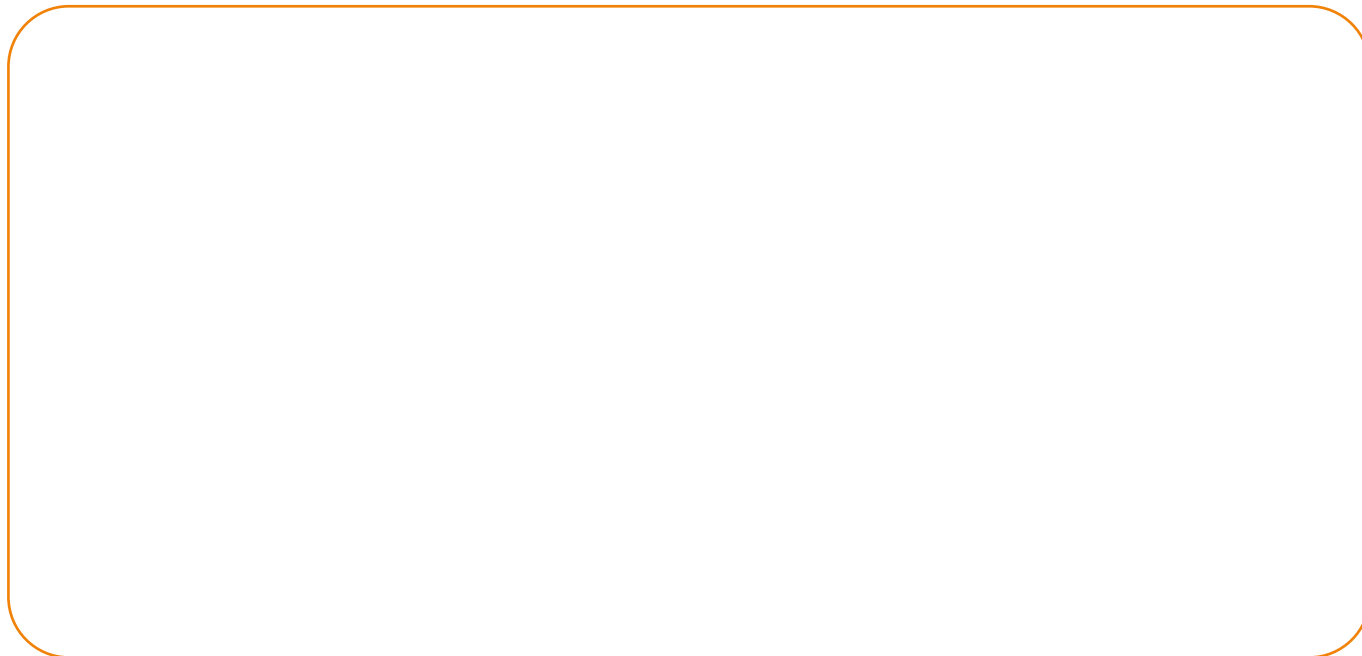
Francesco Redi planejou e executou um experimento para entender se insetos se originavam ou não de carne em estado de putrefação, como dizia Aristóteles e como era a crença bem estabelecida naquela época.



Francesco Redi e o livro em que expôs suas ideias sobre a geração espontânea.

As pessoas realmente acreditavam que as larvas de moscas se originavam da carne podre. Em um primeiro experimento, Redi utilizou seis frascos divididos em dois grupos (cada um com três frascos): no primeiro frasco de cada grupo, ele colocou um objeto desconhecido; no segundo, um peixe morto; no último, um pedaço de carne. Em seguida, tampou o primeiro grupo de três frascos com gaze fina, possibilitando a entrada de ar e manteve os outros três frascos abertos.

- 1 Desenhe ou faça um esquema que represente o experimento de Francesco Redi descrito acima.



- 2 O que você esperaria que acontecesse em cada um dos frascos de Francesco?

- 3 Compare o desenho experimental de Francesco Redi (frascos tampados com gaze e frascos abertos) com o experimento que você está investigando desde a atividade anterior. Em que eles se assemelham?

Após vários dias de observação, Francesco Redi percebeu que nos frascos abertos havia surgido larvas de moscas e nos frascos tampados com gaze não. Ele coletou as larvas de moscas e acompanhou seu desenvolvimento até a fase adulta. Depois, realizou um segundo experimento em que colocou carne em três frascos, mantendo um deles aberto e os outros dois tampados, um com cortiça e o outro com gaze. Como já era esperado, apareceram larvas de moscas no frasco que estava aberto. Já no frasco tampado com gaze, apareceram algumas larvas sobre ela que, no entanto, não sobreviveram. No último frasco, fechado com cortiça, não havia larvas. Redi publicou todos os resultados que obteve em sua obra “Experiências sobre a geração de insetos”.

- 4 Por que Francesco Redi planejou um segundo experimento? Não bastava o primeiro para sustentar a ideia de que larvas de moscas não surgiriam espontaneamente?

- 5 Somente esses experimentos foram suficientes para sustentar a ideia de que a vida não surge da matéria não viva? Justifique.

- 6 Francesco Redi tentou mostrar em seus experimentos que “toda vida se origina de outra vida”. Com base nessa ideia, o que você espera que aconteça sem seu experimento com as placas inoculadas?

Existe uma força vital?

Durante o século XVIII, o biólogo inglês John Needhan (1713-1781) estava muito interessado no tema geração espontânea. Talvez ele tenha sido um dos primeiros cientistas a desenvolver um meio de cultura, pois investigou o desenvolvimento de microrganismos em “caldos nutritivos”. As experiências de Needhan consistiram em ferver brevemente o caldo nutritivo e, em seguida, esfriá-lo em recipiente aberto até atingir a temperatura ambiente. Depois disso, ele manteve alguns recipientes abertos e outros fechados. Após algum tempo de observação, Needhan notou que microrganismos cresceram em todos os recipientes. Ele concluiu que havia uma força vital inerente a certos tipos de matéria inorgânica que gerava esses microrganismos.



John Needhan (1713-1781).

Créditos: Wikimedia Commons

7 Você acha que os procedimentos realizados por John Needhan foram adequados?

8 Sendo assim, você concordaria com a proposição dele em relação à existência de uma força vital? Justifique.

9 Needhan, além de biólogo era religioso. Você acha que isso pode ter influenciado as conclusões dele sobre os experimentos que realizou? Justifique.

10 Se você quisesse contrapor as conclusões de Needhan, o que faria?

Foi isso que o biólogo e padre italiano, Lazzaro Spallanzani (1729-1799) fez em seus experimentos. Ele recriou os experimentos de Needhan, levando o caldo nutritivo à fervura por uma hora e fechando hermeticamente os recipientes. Nos experimentos de Spallanzani, nenhum microrganismo cresceu nos frascos fechados. Nos frascos abertos, houve o crescimento de microrganismos, sendo uma evidência de que os microrganismos dispersos no ar poderiam contaminar o caldo.



Lazzaro Spallanzani (1729-1799).

Imagem: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ritratto_di_Lazzaro_Spallanzani_ante_1842_-_Accademia_delle_Scienze_di_Torino_-_Ritratti_0148_B.jpg

11 Qual é o papel da fervura no experimento de Spallanzani? Qual a diferença em relação ao experimento de Needhan?

As discussões sobre a existência de uma força vital continuaram por mais alguns anos.



Louis Pasteur (1822-1895).

No entanto, os experimentos de Spallanzani abriram caminho para outras pesquisas com microbiologia, como os experimentos de Louis Pasteur (1822-1895), que demonstraram que os microrganismos responsáveis pela fermentação do leite e outros alimentos derivavam de ambientes contaminados.

Pasteur foi um importante cientista francês que ajudou a esclarecer uma série de questões sobre a vida dos microrganismos. Em um de seus experimentos mais famosos, Pasteur adicionou um caldo nutritivo em frascos de vidro cujos gargalos haviam sido “esticados e dobrados”, por meio de aquecimento, para formar um gargalo em forma de pescoço de cisne (com curvaturas). A extremidade desse gargalo continuava aberta em contato com o ar.

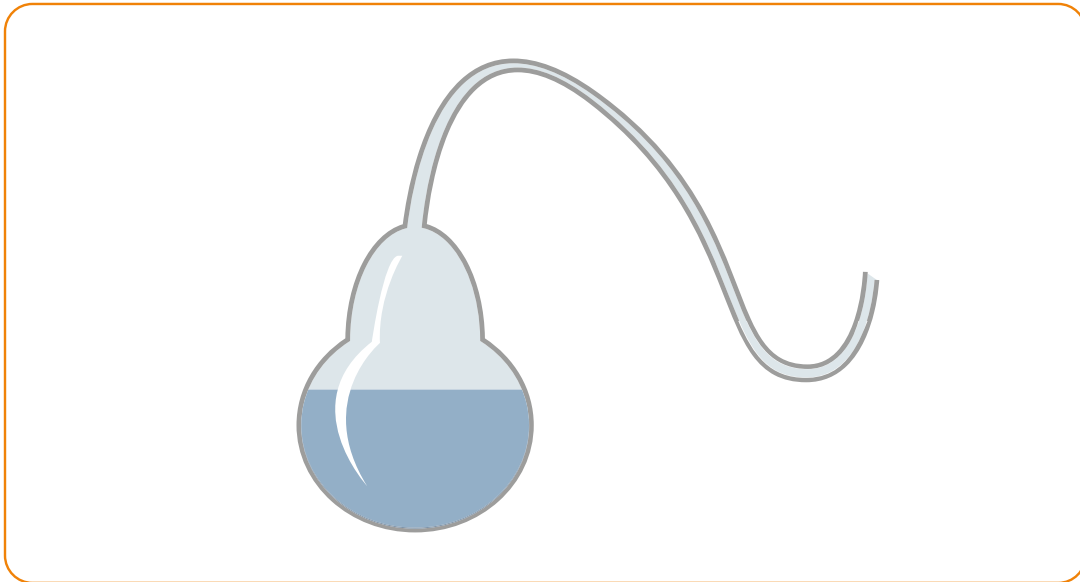


Ilustração: Fernanda Gomes

Frasco com caldo nutritivo e gargalo em forma de pescoço de cisne (com curvaturas).

O caldo nutritivo foi fervido e, após o resfriamento, Pasteur notou que se formaram gotículas de água ao longo do vidro, inclusive no gargalo curvado. Após um tempo, ele observou que não havia contaminação (crescimento de microrganismos) no caldo nutritivo, mesmo estando em contato com o ar.

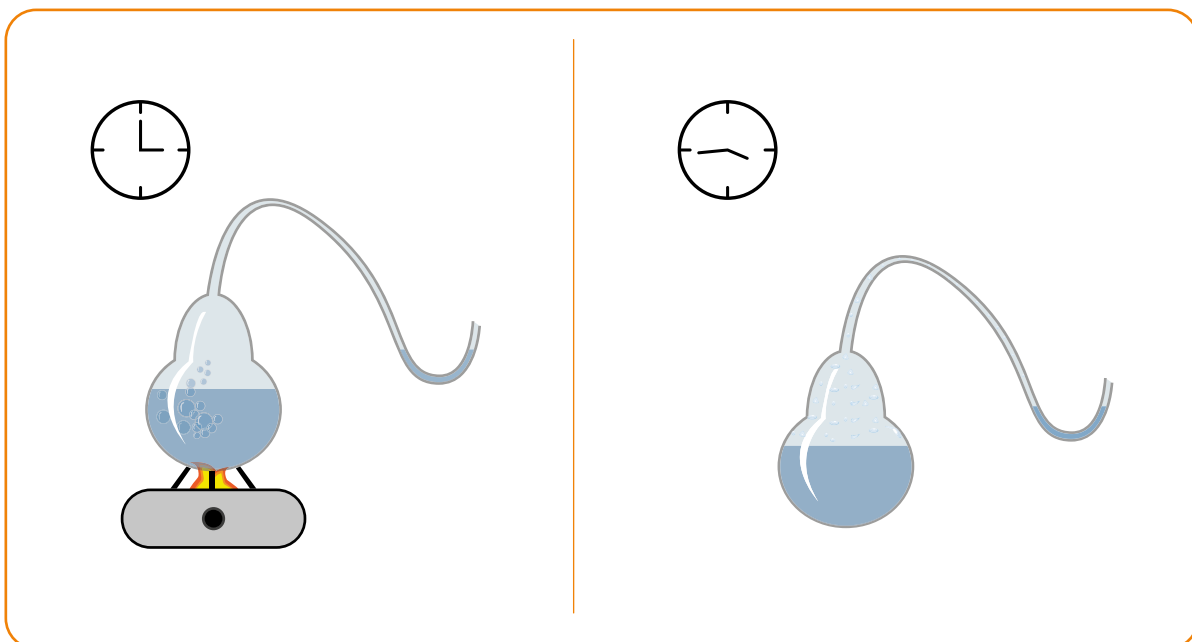
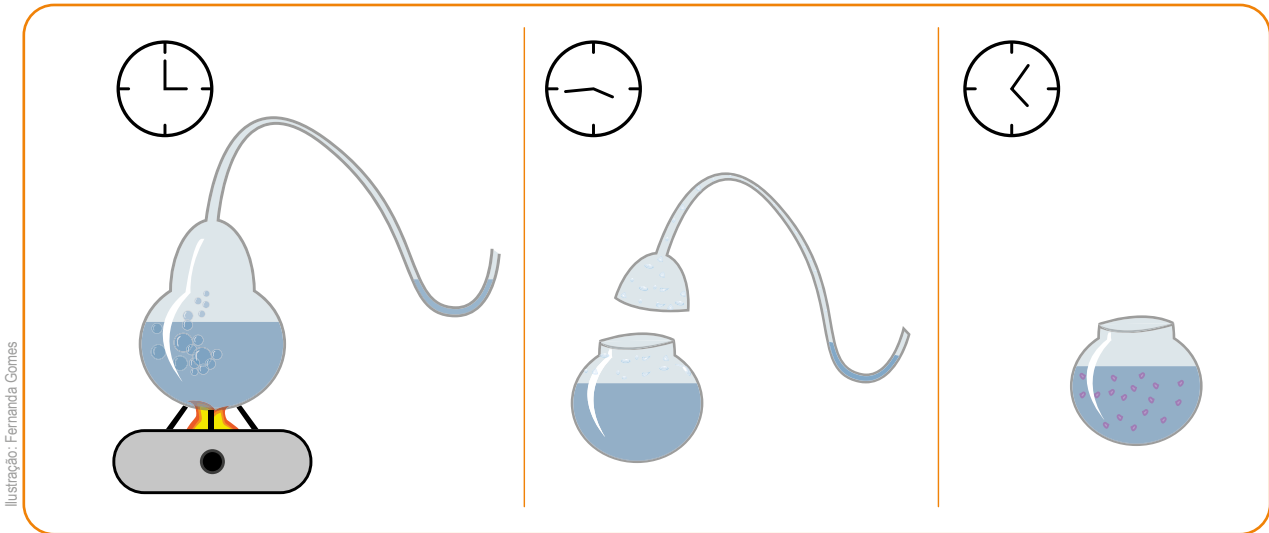


Ilustração: Fernanda Gomes

Frasco com gargalo curvado contendo o caldo nutritivo é fervido e, após certo tempo de observação, não ocorreu a contaminação do caldo.

O cientista então quebrou o gargalo de alguns destes frascos e observou que, neste caso, após poucos dias, havia contaminação.

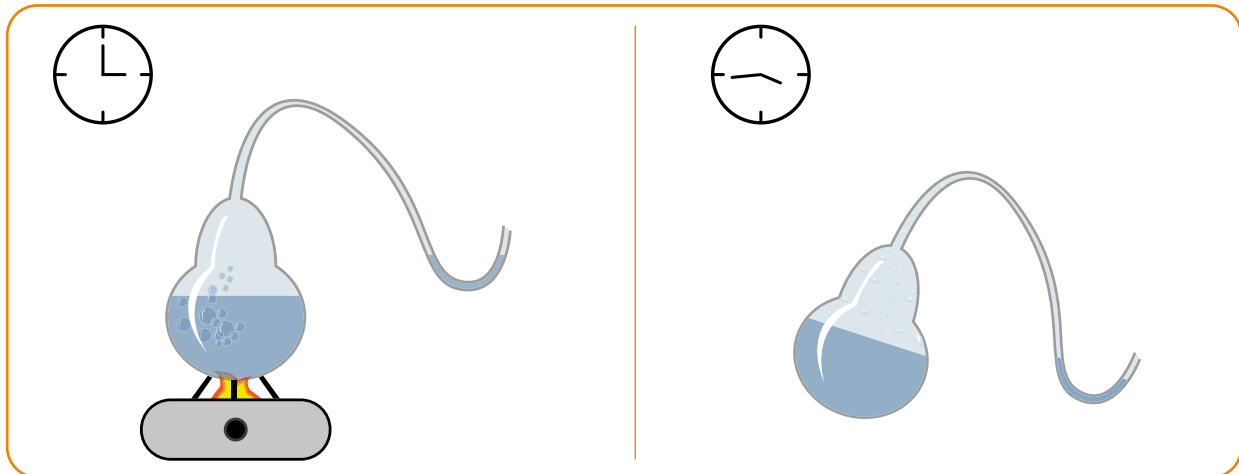


Frasco com gargalo curvado contendo o caldo nutritivo é fervido, o gargalo é quebrado e, após poucos dias, ocorreu a contaminação do caldo.

- 12 Como você explicaria esses resultados: o não crescimento de microrganismos no frasco com gargalo curvo intacto e o crescimento de microrganismos no frasco com gargalo curvo quebrado?

- 13 Na época, muitos cientistas defensores da geração espontânea argumentavam que experimentos anteriores com fervura não comprovavam a biogênese, pois a fervura levava à perda da “força vital”. Como o experimento de Pasteur demonstra que a fervura não leva à perda da “força vital”?

- 14 O que você acredita que ocorreria se você inclinasse o frasco de gargalo curvado, de tal forma que o caldo nutritivo entrasse em contato com as gotículas depositadas no vidro ao longo das voltas do gargalo?



Frasco com gargalo curvado contendo o caldo nutritivo é fervido. O frasco é inclinado, entrando em contato com as gotículas presentes no gargalo.

Pasteur também fez isto em seus experimentos e, ao curvar o frasco, o caldo nutritivo entrou em contato com os microrganismos que se encontravam nas gotículas de água ao longo do gargalo curvado, levando à sua contaminação. Dessa forma, podemos pensar nessas curvas e gotículas nelas depositadas tal como filtros ou barreiras para a chegada dos microrganismos presentes no ar até o caldo nutritivo adicionado ao frasco.

- 15 Você já ouviu falar de leite pasteurizado? Qual a relação dessa forma de conservação do leite (e outros alimentos que passam por este processo) com o experimento aqui mencionado?

Retomada do experimento “Vida microbiana”

É hora de retomar o experimento “Vida microbiana”. A essa altura, muitos dados devem ter sido coletados e os resultados precisam ser interpretados.

16 Descreva por que foram necessárias pelo menos duas condições de meio de cultura para realizar o experimento, a placa vedada sem inoculação e as demais condições?

17 Descreva como estão as placas controle e as placas inoculadas.

18 O que poderia explicar as diferenças encontradas entre as placas?

19 Como você descreveria a comunidade microbiana de seu experimento?

20 O que há de semelhante e diferente entre os métodos dos experimentos que vocês realizaram e aqueles propostos por Francesco Redi, John Needham e Lazzaro Spallanzani?

21 Podemos dizer que os resultados dos planos de investigação propostos por vocês e pelos três pesquisadores foram semelhantes? Justifique.

22 Você acredita que tomou os devidos cuidados a fim de evitar uma possível contaminação do meio aéreo nas placas? Isso poderia explicar algum resultado inesperado em suas placas?

23 É possível elaborar conclusões sobre a geração espontânea a partir de suas observações e também a partir da análise dos resultados dos experimentos históricos?

ATIVIDADE 4 – A Terra nos primórdios e hoje em dia

Da discussão realizada na Atividade 3, pudemos perceber que a geração espontânea (vida originada da matéria não viva) não obteve respaldo nas explicações resultantes de experimentos realizados ao longo da história da ciência ocidental. As interpretações dos resultados dos experimentos de Pasteur foram influenciadas pelas ideias que se consolidavam naquela época sobre a célula como unidade básica dos seres vivos e sobre o aperfeiçoamento do microscópio e a existência de organismos microscópicos.

Se a vida sempre se origina da vida, essa vida se origina de outra vida e, assim sucessivamente, podemos nos perguntar: de onde veio a primeira vida? Em algum momento, ou então em mais de um momento, deve(m) ter ocorrido evento(s) específico(s) que deu (deram) origem aos primeiros seres vivos, de onde todos os outros seres vivos descenderiam. Para discutirmos esses processos, precisamos aprofundar nosso conhecimento sobre a Terra nos seus primórdios.

A Terra no início

Você já sabe de estudos anteriores acerca de como era a Terra no seu início, que um aglomerado de elementos químicos, rochas e gases quentes se reuniram em torno de um centro de massa por conta da força gravitacional. Todo o material que constitui o planeta se originou da explosão de estrelas. A Terra começou a se formar há pelo menos 4,6 bilhões de anos, juntamente com o restante do Sistema Solar.

Nesse tempo, os protoplanetas não passavam de embriões dos planetas atuais, com altíssimas temperaturas. À medida que se distanciava do Sol, a Terra primitiva esfriou, formando uma crosta externa sólida e um núcleo interno líquido e quente. Formaram-se também, nesses primeiros milhões de anos, os mares e oceanos, com água em estado líquido. No início, também se formou uma atmosfera primitiva, originada dos gases no interior da Terra, que eram expelidos pelos vulcões. Não se tem certeza exatamente de qual era a composição dessa atmosfera, porém imagina-se que um dos compostos era o vapor d'água (H_2O).

- 1 Você acha que a presença de água (na atmosfera e na crosta) era importante para a constituição da vida na Terra? Justifique.

Charles Darwin (1809-1882) foi um naturalista inglês que descreveu os mecanismos para explicar a evolução das espécies e suas relações de parentesco. Embora não tenha se preocupado profundamente em explicar o início da vida, Darwin escreveu uma carta para o amigo Dalton Hooker em 1º de fevereiro de 1871, em que comentava o seguinte sobre o tema:

“[...] é comumente dito que todas as condições para a primeira produção de um ser vivo estão presentes agora e podem ter sempre estado presentes. Mas se (e, oh, um grande se) nós pudéssemos conceber alguma pequena poça quente com todo tipo de sais de amônia e sais fosfóricos - com luz, calor, eletricidade presentes, que um composto proteico se formasse, pronto para sofrer mudanças ainda mais complexas, no presente ele seria rapidamente devorado ou absorvido, o que não teria sido o caso antes das criaturas vivas terem se formado.”

Fonte: Astrobiologia: uma ciência emergente. Disponível em: https://www.iag.usp.br/sites/default/files/2023-01/2016_galante_horvath_astrobiologia.pdf. Acesso em 22 out. 2024.

- 2 Qual era a dificuldade apontada por Darwin para compreender como se formaram as primeiras formas de vida, considerando que as condições que deram origem à vida estivessem presentes no tempo de vida do naturalista?

- 3 Você acredita que todas as condições para a “primeira produção de um ser vivo” estão presentes em nosso tempo? Explique.

Observe os ambientes mostrados a seguir:

Créditos: Pixabay



Fumarola na região de Hverir, na Islândia.

Créditos: Pixabay



Gêiser no Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos.

- 4 Algum desses ambientes se assemelha com a descrição de Darwin sobre a Terra primitiva? Justifique, considerando suas impressões sobre a constituição do solo, estado físico dos materiais presentes e temperatura.

- 5 Se você pudesse visitar esses ambientes, quais tipos de análises faria para investigar se são propícios à constituição da vida?

A Terra hoje em dia

Observe na tabela a seguir a composição da atmosfera terrestre atual.

Tabela 2. Composição química da atmosfera terrestre atual.

Componentes fixos		
Gás	Fórmula química	% (em volume de ar seco)
Nitrogênio	N ₂	78,08
Oxigênio	O ₂	20,95
Argônio	Ar	0,93
Outros gases	Ne, He, H ₂ e Xe	0,002369
Componentes variáveis		
Gás	Fórmula química	% (em volume de ar seco)
Vapor d'água	H ₂ O	0 a 4
Dióxido de carbono	CO ₂	0,036
Metano	CH ₄	0,00017
Óxido nitroso	N ₂ O	0,00003
Ozônio	O ₃	0,000004

- 6 Liste quais são os três principais elementos químicos presentes na atmosfera terrestre atual. Seria essa composição diferente da atmosfera da Terra primitiva?

Como podemos ver, a maior parte da atmosfera é composta por dois gases apenas, azoto (ou gás nitrogênio ou nitrogênio molecular) e gás oxigênio (ou oxigênio molecular). A composição de vapor d'água no planeta é variável, mas pode chegar a 4%.

Sabemos atualmente que os seis elementos químicos mais abundantes nas células dos seres vivos são: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N), correspondendo a quase 99% da matéria viva, além de fósforo (P) e enxofre (S).

- 7 Compare a composição química dos seres vivos com a composição atual da atmosfera. É possível constatar alguma relação entre essas composições químicas?

Sabemos, de investigações anteriores, que toda a matéria é formada por elementos químicos que, por sua vez, mediante condições específicas, se combinam para formar moléculas. As moléculas que formam os seres vivos, também conhecidas como compostos orgânicos ou biomoléculas, são formadas pela combinação desses elementos químicos citados anteriormente.

Compreender a formação de compostos orgânicos, portanto, pode elucidar uma parte do mistério da origem da vida. Mas como será que os compostos orgânicos se formaram pela primeira vez?

Dois cientistas propuseram, de forma independente, uma teoria sobre a formação de compostos orgânicos nos primórdios do planeta: o bioquímico russo Alexander Oparin e o biólogo inglês John Haldane. Eles acreditavam que não havia diferença fundamental entre um organismo vivo e a matéria sem vida. Dessa forma, teorizaram que a combinação entre metabolismo e propriedades características da vida deveriam ter surgido como parte de um processo de evolução da matéria.



(A)



Imagem: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:JBS_Haldane_pictured_in_front_of_a_poster_of_the_Spanish_Republican_5th_Regiment.png

(B)

(A) Alexander Oparin (1894-1980) e (B) John Burdon Haldane (1892-1964).

Em meados da década de 1920, Oparin e Haldane sugeriram a existência de uma atmosfera primitiva, contendo metano, amônia, hidrogênio e vapor de água, submetidos a altas temperaturas, grandes quantidades de descargas elétricas e intensa radiação oriundas do espaço. As fórmulas químicas desses compostos estão destacadas abaixo:

Metano	CH_4
Amônia	NH_3
Hidrogênio	H_2
Vapor d'água	H_2O

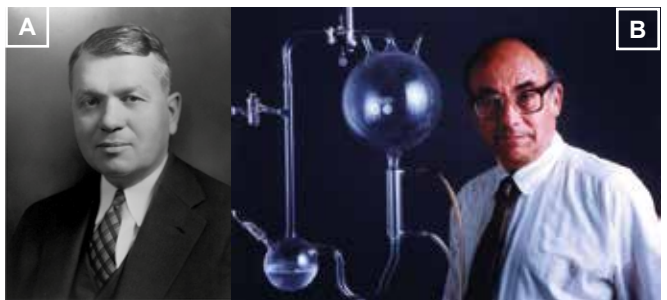
8 É possível estabelecer alguma relação entre a composição desses gases e os compostos orgânicos? Explique.

9 Você diria que a atmosfera proposta pelos cientistas é muito diferente da atual? Justifique.

10 A ausência de gás oxigênio na atmosfera primitiva poderia ser prejudicial à formação e manutenção de compostos orgânicos na Terra? Pense na reação de respiração aeróbia (Atividade 1) para responder a essa questão.

11 Se vocês fossem colegas de pesquisa de Oparin ou de Haldane, o que recomendariam que eles fizessem para confirmar sua teoria sobre a atmosfera primitiva?

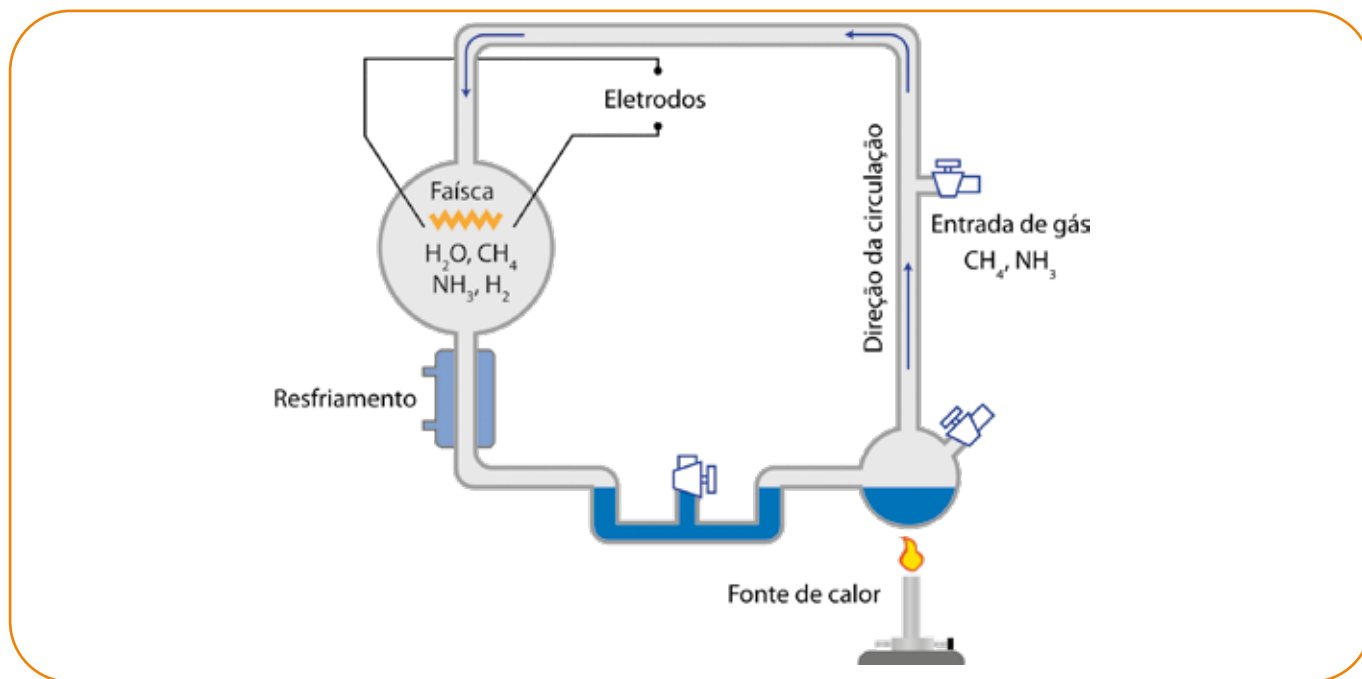
Um importante complemento para uma teoria (como a que Oparin e Haldane criaram) é um suporte experimental, ou seja, uma forma de evidenciar que aquilo que foi imaginado pode acontecer. Foi isso que Harold C. Urey (1893-1981) e seu aluno Stanley L. Miller (1930-2007) planejaram e executaram para demonstrar como moléculas orgânicas poderiam ter se formado a partir de precursores inorgânicos nas condições teorizadas por Oparin. Esse experimento, realizado em 1950, ficou conhecido como experimento de Miller-Urey e é amplamente conhecido pelos pesquisadores que investigam a origem da vida.



Créditos: Wikimedia Commons

(A) Harold C. Urey (1893-1981) e seu aluno (B) Stanley L. Miller (1930-2007).

Para realizar esse experimento, os cientistas desenvolveram o seguinte equipamento:



Experimento de Miller-Urey.

Ilustração: Fernanda Gomes

- 12 Observem o desenho do equipamento desenvolvido por Miller e Urey para simular as condições da Terra primitiva e comparem com a proposta que vocês elaboraram no exercício anterior. Vocês estavam perto ou muito longe do que eles propuseram? Por quê?

- 13 Descrevam o experimento com suas próprias palavras a partir da observação do desenho.

14 De que forma essa montagem simula as condições iniciais do planeta Terra?

Após algum tempo de reação, Miller e Urey constataram que haviam se formado algumas moléculas orgânicas, incluindo 5 tipos de aminoácidos, que são moléculas precursoras das proteínas, as quais constituem os seres vivos. Esse experimento proporcionou um suporte experimental para a teoria de Oparin, também conhecida como “sopa primitiva”, por relacionar um ambiente aquático, quente e reativo à origem de compostos orgânicos. É preciso ressaltar que não há consenso sobre os resultados aferidos desse experimento. Alguns pesquisadores contestaram se as condições da atmosfera primitiva poderiam ser recriadas em ambientes de laboratório, ou mesmo, se Urey e Miller conseguiram purificar os compostos tidos como primordiais, ou seja, o experimento poderia estar contaminado, gerando os aminoácidos observados.

Produção de compostos orgânicos por seres vivos

A forma de produção de compostos orgânicos representada acima pode ser dita como abiótica, ou seja, independente da vida. Alguns seres vivos também são capazes de produzir compostos orgânicos por meio da quimiossíntese e/ou da fotossíntese, formas bióticas de produção de biomoléculas.

15 Relembre o que é fotossíntese e represente a sua equação.

16 Analise o nome quimiossíntese e compare com o nome fotossíntese. O que a comparação entre esses dois nomes pode nos revelar sobre o processo da quimiossíntese?

A **quimiossíntese** é uma atividade biológica realizada principalmente por bactérias, em que moléculas orgânicas simples (como o gás carbônico ou metano) são transformadas em matéria orgânica complexa. Para acontecer, essa reação necessita de energia química originada de outras reações químicas que utilizam compostos inorgânicos (gás hidrogênio, sulfato de hidrogênio e água).

- 17 Represente no espaço a seguir essas duas formas de produção de compostos orgânicos, fotossíntese e quimiossíntese.



- 18 Ambas as reações seriam possíveis de acontecer se considerarmos a teoria de atmosfera inicial de Oparin e Haldane? Explique.

ATIVIDADE 5 – Formas primitivas de vida

Até aqui, vimos que há fortes evidências de que a matéria viva pode ter se originado da matéria não viva, especialmente a partir dos experimentos de Miller e Urey que indicaram ser possível a formação de moléculas orgânicas a partir das moléculas inorgânicas.

De alguma maneira, ainda investigada por cientistas, com o calor e tempestades do início da Terra, essas moléculas devem ter se juntado em células primitivas, estruturas que permitiam que as reações químicas acontecessem de maneira isolada do meio exterior, produzindo energia ou alimento e possibilitando sua sobrevivência e reprodução.

Apesar de essa história ainda apresentar muitos desafios para pesquisadores de origem da vida e ter muitas questões em aberto, é possível nos debruçarmos sobre um dos pontos do debate: após essas primeiras células terem surgido, quais foram as primeiras formas de obtenção de alimento e de obtenção de energia?

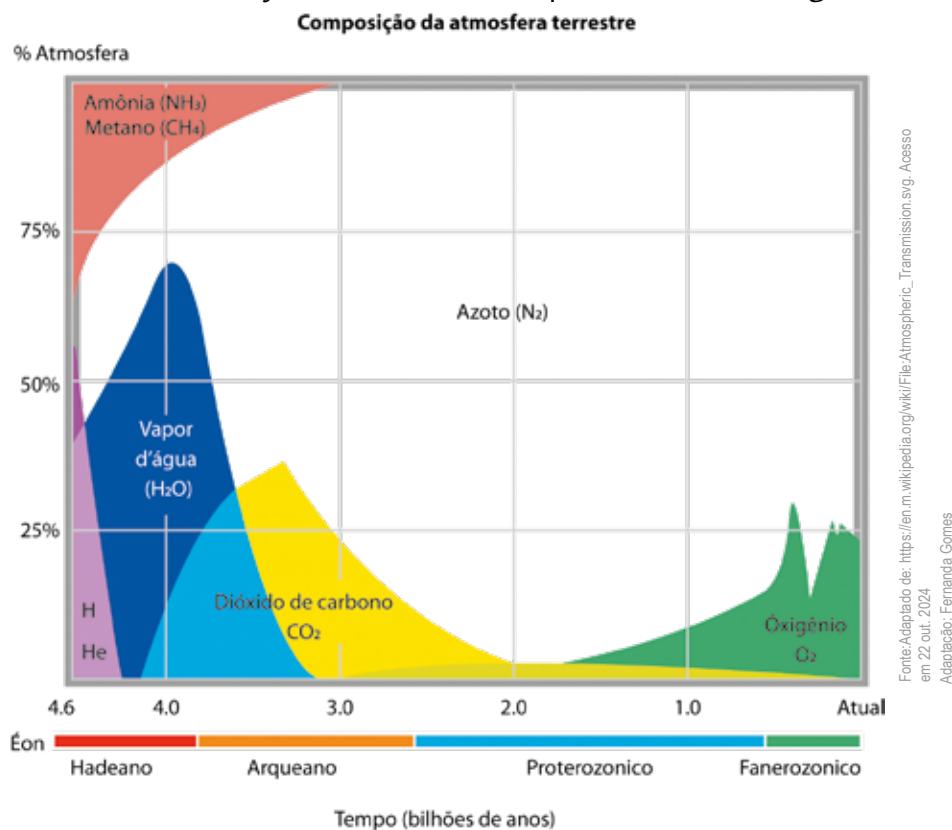
Vamos sintetizar as maneiras de produção de alimento (matéria orgânica na forma de carbono) e maneiras de produção de energia estudadas até este momento. Veja o quadro a seguir:

Fonte de energia	
Respiração anaeróbica (sem gás oxigênio)	
Respiração aeróbica (com gás oxigênio)	

Fonte de alimento (carbono)	
Heterotrófico	
Autotrófico	Quimiossíntese
	Fotossíntese

- 1 Considere somente as formas de obtenção de energia: respiração aeróbica (que utiliza gás oxigênio para transformar compostos orgânicos em energia) e a respiração anaeróbica (que não utiliza gás oxigênio). O que você acha que deve ter surgido primeiro na Terra: organismos que realizam respiração aeróbica ou organismos que realizam respiração anaeróbica? Justifique, embasando a sua escolha nas informações estudadas até o momento.

- 2 Agora, analise a sua escolha e justificativas e incorpore os dados do gráfico abaixo.



Evolução da composição química da atmosfera terrestre.



ATIVIDADE PRÁTICA

Avaliando diferentes hipóteses para a origem das primeiras formas de obtenção de alimento

Agora que você já refletiu sobre o que teria se originado primeiro, a respiração aeróbica ou respiração anaeróbica, precisamos discutir se é possível encontrar evidências para dizer quem surgiu primeiro: os organismos autotróficos ou heterotróficos.

O objetivo desta atividade é escolher, entre as evidências disponíveis, aquelas que sustentam determinadas hipóteses sobre as características dos primeiros seres vivos que surgiram na Terra.

Considere as duas hipóteses concorrentes:

A hipótese heterotrófica

Os primeiros seres vivos que surgiram no planeta Terra seriam heterotróficos, ou seja, alimentavam-se por absorção de moléculas orgânicas simples presentes nos oceanos primitivos. Com o tempo, o gás carbônico se acumulou na atmosfera, momento em que teriam surgido os seres vivos autotróficos, produzindo novos compostos orgânicos.

A hipótese autotrófica

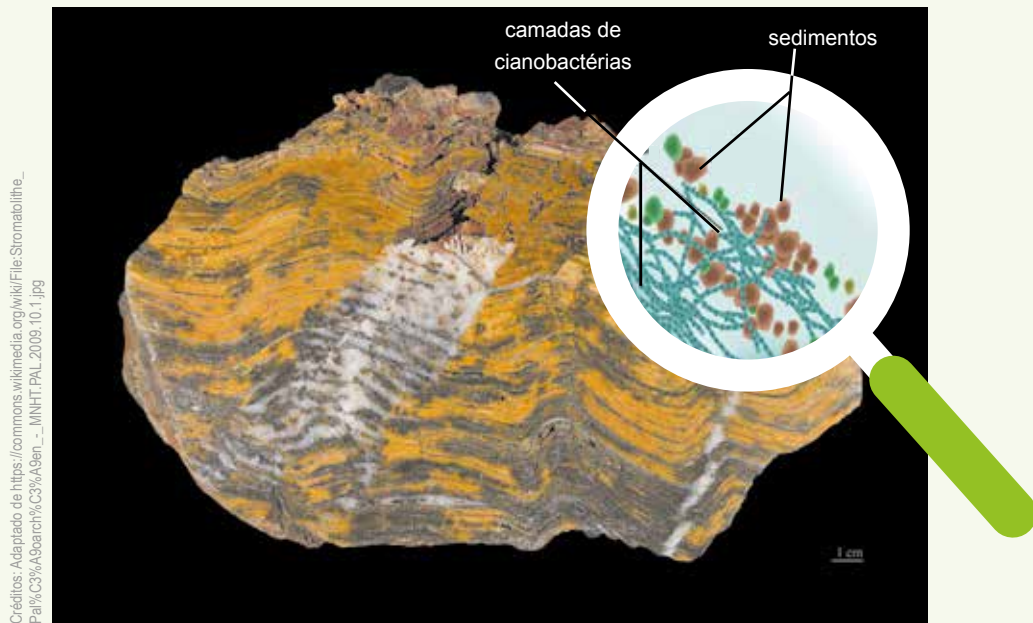
Os primeiros seres vivos que surgiram no planeta Terra seriam autotróficos, ou seja, produziam seu próprio alimento a partir de matéria inorgânica e energia química. Com o tempo, grandes quantidades de moléculas orgânicas estariam disponíveis, momento em que teriam surgido os seres vivos heterotróficos.

Para realizar esta atividade, juntem-se em grupos de acordo com as orientações de seu professor ou de sua professora. Você deve avaliar cada uma das afirmações do quadro de evidências e:

- 1) Definir se cada evidência apresentada no Quadro de Evidências sustenta:
 - a) a hipótese heterotrófica ou
 - b) a hipótese autotrófica ou
 - c) as duas hipóteses ou
 - d) nenhuma das hipóteses.
- 2) Justificar a escolha realizada na questão 1
- 3) Escolher a melhor hipótese e justificar suas escolhas com base nas diferentes informações disponíveis.

Quadro de Evidências

- E1. Compostos orgânicos são moléculas complexas que necessitam de muita energia para se formar, portanto, poderiam ter surgido em um meio onde houvesse descargas elétricas constantes, como os descritos no experimento de Miller e Urey. Nos primórdios de sua formação, a Terra sofria grande quantidade de descargas elétricas.
- E2. Apenas o aparecimento de moléculas orgânicas complexas não seria suficiente para a continuidade da vida. Seria necessário que essas moléculas orgânicas tivessem a capacidade de se reproduzir, ou então, servir de modelo para a produção de moléculas maiores. Além disso, seria necessário que algumas dessas moléculas complexas formassem membranas que pudessem delimitá-las do meio, como são as células que conhecemos atualmente. A presença de uma membrana celular era essencial para a manutenção da vida. Os primeiros organismos deveriam ser formados por uma célula apenas (unicelulares), com capacidade de se reproduzir.
- E3. Por volta de 1950, foram descobertas estruturas celulares fossilizadas em formações rochosas muito antigas localizadas na África do Sul, que datavam de 3,6 bilhões de anos. Essas formações rochosas são compostas por estromatólitos fossilizados, estruturas que ainda hoje são produzidas por colônias de cianobactérias. Alguns especialistas as consideram os mais antigos vestígios de vida encontradas na Terra. A análise dos fósseis revelou que os estromatólitos tinham tamanhos e formas similares às bactérias atuais. O material preservado revela a existência de uma parede celular, mas nada além disso, ou seja, nada que seja revelador sobre a estrutura interna dessas células.

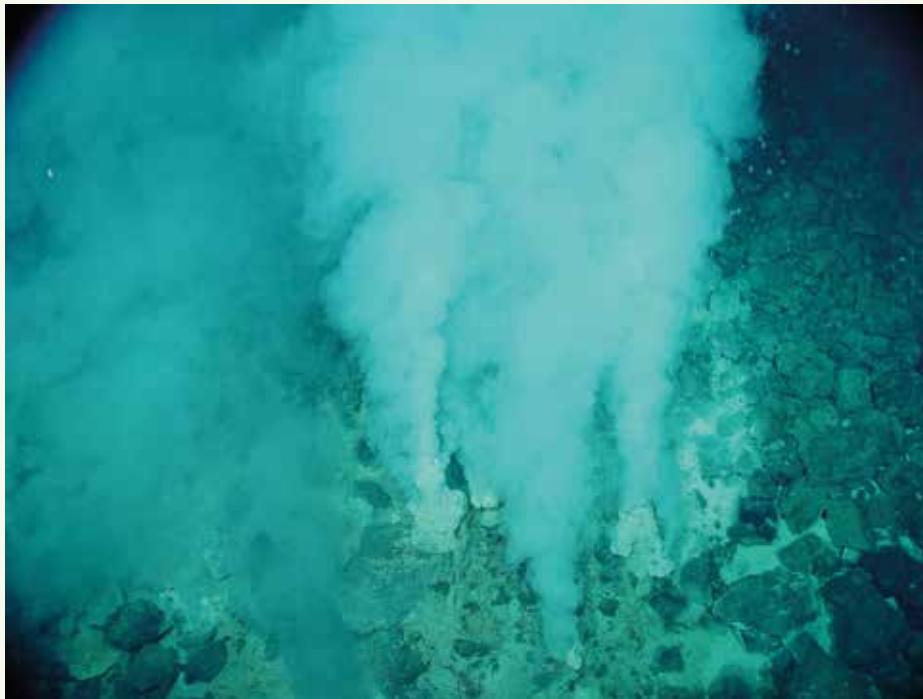


Estromatólitos antigos encontrados em formações rochosas da Austrália – Pilbara Craton (datado entre 3 600 – 3 200 Ma).
As camadas claras e escuras se sobrepõem alternadamente, resultados da ação biológica seguida de sedimentação.



Praia onde podem ser avistados estromatólitos modernos - Hamelin Pool, na baía dos tubarões, Austrália.

- E4. Há cerca de 3,6 bilhões de anos, os níveis de amônia e metano haviam diminuído em relação ao início, chegando a menos de 20%. Os níveis de hidrogênio e hélio estavam baixíssimos, tendendo a zero, enquanto vapor d'água e dióxido de carbono estavam em níveis semelhantes, cerca de 30%. Nitrogênio já ocupava a maior porção da atmosfera, mais de 40%.
- E5. A dinâmica química e térmica em aberturas hidrotermais das profundezas dos oceanos torna esses ambientes altamente adequados à ocorrência de processos de evolução química. O químico alemão Günter Wächtershäuser propôs que uma forma precoce de metabolismo poderia ter ocorrido nesses ambientes, ou seja, um ciclo de reações químicas que liberam energia para processos mais complexos. Uma teoria que ele chamou de mundo de ferro-enxofre (materiais produzidos nas fontes hidrotermais). Algumas bactérias, chamadas de extremófilas, vivem atualmente nesses ambientes de extremas temperaturas, pressão e acidez, utilizando energia proveniente de reações químicas que utilizam substâncias presentes nas aberturas hidrotermais para produzir seu alimento.



Créditos: Wikimedia Commons

Abertura hidrotermal de Champagne, localizada em um dos lugares mais profundos da crosta oceânica, as Fossas Marianas (Oceano Pacífico).

- E6. Em 1961, Juan Oró (1923-2004) teorizou que a matéria orgânica que deu origem à vida poderia ter chegado ao nosso planeta em cometas e meteoros que atingiram a terra primitiva. Sabemos que, no início, a Terra foi fustigada por esses astros durante milhares de anos. Em 2016, astrônomos demonstraram que moléculas complexas, incluindo moléculas orgânicas, formam-se naturalmente em nuvens de poeira interestelar. Dessa forma, as moléculas orgânicas presentes na Terra podem ter se originado no espaço e ter sido trazidas por precipitação de chuvas ou então por impactos de meteoros, meteoritos e cometas.
- E7. Dióxido de carbônico e o vapor d'água são os principais responsáveis pelo efeito estufa. Esses gases formam uma camada por sobre a Terra que retém o calor das emissões solares, contribuindo para a manutenção da temperatura no planeta. Nos primeiros 500 milhões de anos, a Terra sofreu um intenso processo de resfriamento, causado pelo distanciamento do Sol e atmosfera densa. Temperaturas muito variáveis podem ser desvantajosas para o aparecimento e manutenção da vida, mas a presença de uma atmosfera rica em gases estufa diminui essa variação de temperatura.
- E8. Sabendo que oxigênio é o elemento químico que forma o ozônio atmosférico (O_3), camada que filtra os raios ultravioletas emitidos pelo Sol, a formação tardia dessa camada na atmosfera terrestre leva a pensar que a vida deve ter se formado em ambientes protegidos da radiação ultravioleta do Sol, como a água, fontes hidrotermais ou em solos profundos.

ATIVIDADE 6 – Como a vida se originou no planeta Terra?

Chegou a hora de concluir esta sequência de atividades. Iniciamos com uma atividade experimental que nos permitiu discutir importantes aspectos relacionados à ideia que temos de vida: organismos precisam de fontes de energia para realizar suas atividades. Essa base de conhecimento foi utilizada em diversos outros momentos desta unidade.

1 Você se lembra quais foram esses momentos? Escreva a seguir:

2 Com base nos experimentos realizados e investigados nas Atividades 2 e 3, responda: como surgem os seres vivos? Argumente.

3 Agora que você investigou os principais temas que se acercam da origem da vida, que respostas daria para a pergunta inicial de investigação desta unidade: como se originou a vida no planeta Terra? Como essas explicações se aproximam ou se distanciam da ideia de geração espontânea?

4 Elabore dois esquemas: um para representar a hipótese heterotrófica e outro, a hipótese autotrófica de origem da vida.



- 5 Com base na forma que você investigou a origem da vida nesta sequência de atividades, a partir de dados e casos históricos de grandes pesquisadores que contribuíram inclusive para a fundamentação de práticas experimentais consagradas na ciência, você acredita que o assunto origem da vida está encerrado? Justifique.

- 6 Como o conhecimento sobre a origem da vida na Terra pode nos auxiliar na busca de vida fora dela?

- 7 Se admitirmos que a vida se originou a partir de um único ancestral comum similar a uma bactéria, como podemos explicar toda a diversidade de vida que conhecemos atualmente, cerca de 30 milhões de espécies?

Como atividade final dessa unidade, utilize as páginas 251 e 252 para produzir uma narrativa que conte para o público leigo como a vida se originou na Terra do ponto de vista científico. O importante é ser criativo e usar as evidências para convencer o espectador de seu ponto de vista!


UNIDADE 4

O gafanhoto é verde porque vive na grama ou ele vive na grama porque é verde?

PRIMEIRAS PALAVRAS

No 7º ano, vocês estudaram vários exemplos de adaptações nos seres vivos: o formato das folhas das bromélias, a presença de espinhos nos cactos, o formato e comportamento dos bichos-paus, entre vários outros. Muitas vezes, dizemos que o bicho-pau tem o formato de graveto para se proteger de predadores, que os cactos têm espinhos para conseguirem sobreviver em ambientes com pouca água; poderíamos dar aqui vários exemplos de maneiras comuns de nos referirmos às adaptações dos seres vivos. Mas, será que é assim que acontece? Será que é assim que os biólogos, hoje, explicam as adaptações dos seres vivos e a diversidade de seres vivos no planeta?





Nesta unidade, vamos investigar a importância dessas adaptações para a manutenção da vida na Terra, em uma perspectiva evolutiva, e como são obtidas algumas evidências desse processo, de forma que você possa argumentar qual das seguintes afirmações é correta, do ponto de vista biológico evolutivo: o gafanhoto vive na grama porque é verde ou é verde porque vive na grama?

Para resolver esse dilema, vocês investigarão como podemos interpretar as evidências fornecidas por fósseis e rochas, irão analisar a variabilidade de características em algumas populações e discutir o conceito de espécie, além disso, farão previsões sobre o crescimento de uma população de moscas e realizarão um jogo sobre seleção natural caçando bolinhas!

Ao final dessa jornada, vocês estarão aptos a analisar alguns exemplos de textos jornalísticos que demonstram o quanto responder essa pergunta ainda é difícil pra muita gente.

ATIVIDADE 1 – Como explicar as adaptações?

Como vocês estudaram na unidade 3, há muito tempo, o ser humano tenta entender a origem e a história da vida na Terra e, embora não possamos voltar no tempo e ter certeza de como isso aconteceu, há muitos dados que fundamentam as teorias sobre como teriam surgido os primeiros seres vivos. Entre as primeiras formas de vida e tudo o que observamos de biodiversidade, hoje, há uma grande diferença. Vamos analisar um exemplo para pensar em como a variedade de seres vivos que conhecemos, atualmente, pode ter surgido.



Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/11/leaf_insect.jpg

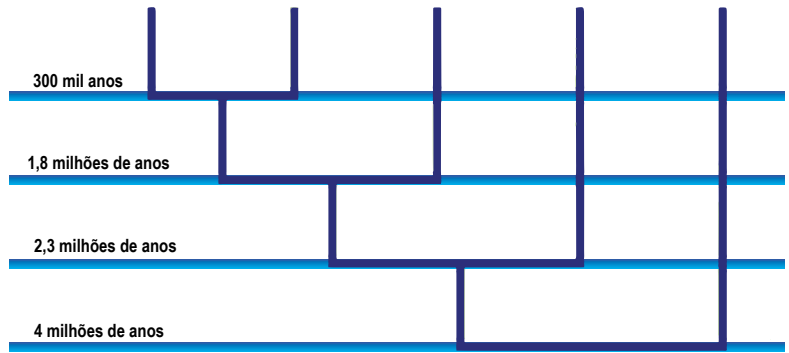
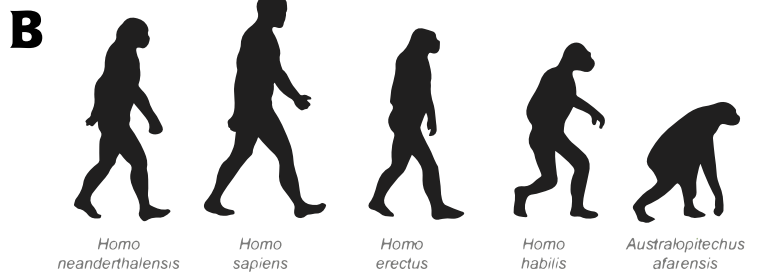
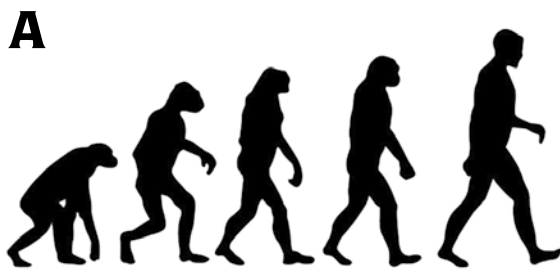
O bicho-folha é um inseto do grupo dos gafanhotos.

Os bichos-folha são insetos muito intrigantes, que pertencem à ordem dos gafanhotos. Como todos os insetos, eles possuem seis patas, um par de antenas e, como a maioria deles, dois pares de asas. Mas, diferentemente de outros insetos, o corpo desses animais é muito parecido com uma folha.

1 Por que motivo um animal pode ser tão parecido com um vegetal?

2 Como você imagina que isso tenha acontecido, ou seja, como esse tipo de inseto se tornou tão parecido com uma folha?

3 As duas imagens a seguir são utilizadas para contar um pouco da história dos seres humanos. Qual a história contada por cada uma delas? Você concorda com alguma dessas versões? Justifique.



Diferentes representações da história evolutiva humana.

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/627/14590>. Acesso 22 out. 2024.

- 4 Reúnam-se em duplas e comparem as respostas dadas para a questão anterior. Quais as semelhanças e quais as divergências entre as respostas de vocês?

ATIVIDADE 2 – Rochas e fósseis: testemunhas silenciosas da vida na Terra

Para tentar entender a origem da vida na Terra, o ser humano desenvolveu diversas explicações. O mesmo se deu para tentar entender a diversidade de vida atual. Assim, muitos estudiosos e cientistas, há milhares de anos, buscam compreender como essa diversidade teria ocorrido e ideias distintas foram surgindo ao longo dos anos.

Os fósseis e os estudos sobre rochas fornecem as principais evidências para a ciência reconstruir a história da vida no planeta. Como as rochas e fósseis ajudam a determinar a história da vida na Terra?

- 1 Você sabe o que é um fóssil? Como você o descreveria? Pode dar alguns exemplos?

- 2 Como você imagina que um fóssil é formado?



ATIVIDADE PRÁTICA

Interpretando os elementos contidos nas camadas das rochas

adaptada de Deep Thinking over geologic time

Material por grupo

- 1 copo com duas camadas representando as rochas sedimentares
- 1 folha de jornal

Imaginem que vocês são paleontólogos que receberam algumas amostras de rochas sedimentares ricas em registros fósseis, retiradas de um sítio paleontológico. Nesse sítio, identificaram-se sete diferentes camadas de estratos de rochas (representadas na atividade por diferentes sedimentos). Entretanto, o registro da ordem dessas camadas se perdeu. Cada amostra é composta de duas diferentes camadas de “rochas”, com um tipo de fóssil em cada uma delas. As diferentes amostras, com parte das camadas repetidas, foram distribuídas por todos os grupos.

Sua tarefa será:

- desenterrar os fósseis de sua amostra, identificá-los (não se esquecendo de registrar quem, provavelmente, é o mais antigo). Faça isso colocando cuidadosamente o “material escavado” sobre a folha de jornal;
- unir seus registros aos dos outros “paleontólogos” para descobrir a sequência estratigráfica, isto é, a ordem dos sedimentos (“rochas”). Para isso, será necessário um trabalho colaborativo entre todos os “paleontólogos”;
- montar uma linha do tempo que represente a ocorrência dos diferentes fósseis encontrados.

- 3 Desenhem os fósseis encontrados e o tipo de camada de rocha que o circundava. É importantíssimo que você descreva o fóssil e o tipo de sedimento (“rocha”) da melhor maneira possível (por exemplo “areia clara de grãos finos” ou “terra avermelhada com bastante argila”). Não se esqueçam da ordem correta, isto é, quem estava por baixo e quem estava por cima.

Após realizar o registro de sua escavação, coloque-o ao lado dos registros dos outros grupos na lousa e compare-os.



- 4 Qual é a ordem estratigráfica (sequência de “rochas”) encontrada nesse sítio paleontológico? Como vocês descobriram essa ordem?

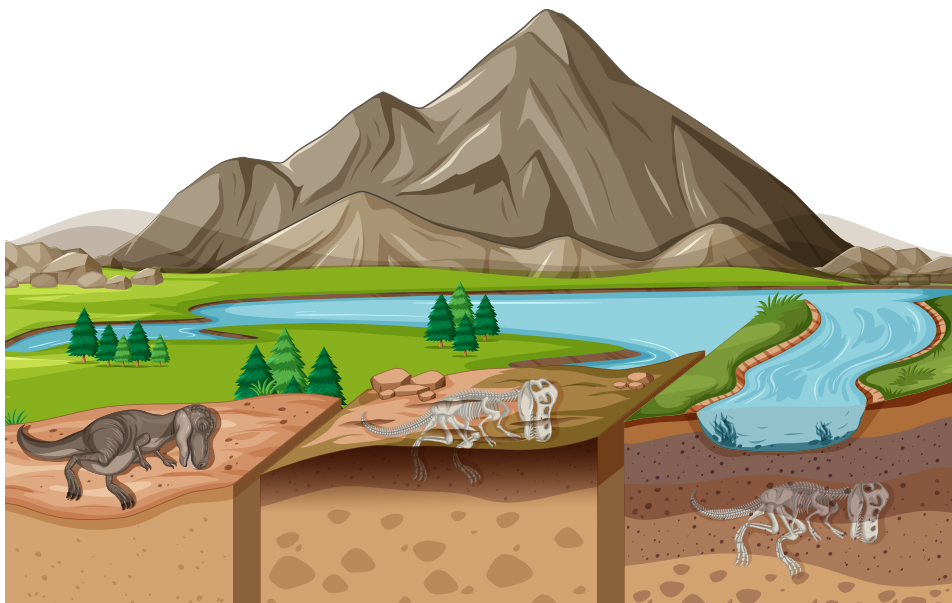
- 5 Descreva a ordem de aparecimento dos diferentes tipos de organismos. Como vocês descobriram essa ordem?

Os seres humanos já utilizaram os fósseis como adornos, objetos místicos, como fontes de histórias e mitos. Muitas interpretações variadas foram feitas sobre suas origens e só a partir do século XVIII, com o avanço dos conhecimentos sobre geologia, é que esses objetos ganharam novos significados. O estudo dos fósseis começou a ser associado às técnicas para datação de rochas, passando, então, a desempenhar um novo papel nas investigações sobre a história da vida na Terra.

As rochas podem passar por vários tipos de transformações. Alguns desses processos podem formar rochas sedimentares, quando, por exemplo, os fragmentos de rochas (ígneas, metamórficas ou sedimentares) são acumulados e compactados em uma região baixa, como um fundo de vale. Junto desses sedimentos podem também se depositar seres vivos inteiros, parte deles ou mesmo evidências indiretas de sua existência, como, por exemplo as fezes de animais. Esses fragmentos sofrem processos físicos e químicos se transformando em novas rochas sedimentares e, os restos orgânicos, em fósseis. Portanto, a idade de um fóssil está ligada à idade da rocha sedimentar em que ele se preservou originalmente.



Ilustrações: https://br.freepik.com/vetores-gratis/fosseis-e-a-escala-de-tempo-geologico_39988503.htm

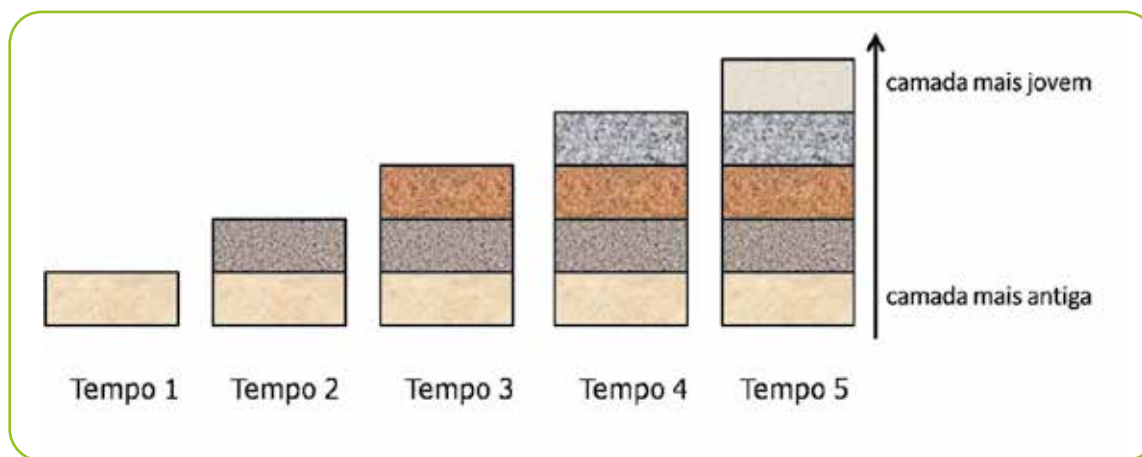


Ilustrações: https://br.freepik.com/vetores-gratis/cena-da-paisagem-da-natureza-durante-o-dia-com-fosseis-de-dinossauros-nas-camadas-do-solo_16262793.htm#from_view=detal_alsoitke. Acesso em 22 out. 2024.

Os processos de fossilização dependem de uma série de características ambientais como temperatura, pressão, condições químicas da água, do solo e do ar e de muito tempo para que esses fatores ajam em conjunto, substituindo pouco a pouco as substâncias orgânicas dos restos do ser vivo por minerais. E assim, camada após camada vão se formando, as mais antigas por baixo, as mais recentes por cima com sedimentos e restos de seres vivos de diferentes épocas.

Os paleontólogos seguem algumas regras fundamentais (chamadas de Princípios da Sobreposição das Camadas) na interpretação das camadas sedimentares:

- 1º – Princípio da horizontalidade original: os sedimentos são depositados em camadas, geralmente, horizontais.
- 2º – Princípio da continuidade lateral: as camadas são contínuas, tendendo a se estender até as margens da bacia onde são formadas, ou se afinam lateralmente.
- 3º – Princípio da superposição: uma camada é mais velha do que a camada imediatamente acima e mais nova do que a camada imediatamente abaixo dela (em estratos de rocha que não foram deformados).



Princípio de superposição de camadas de rochas

As análises das camadas e dos tipos de fósseis nos permitem estabelecer a ordem relativa entre os grupos, mas não a idade das rochas ou dos fósseis. Para esse tipo de dado, precisaríamos de outras análises, físico-químicas e de identificação de fósseis guia, que caracterizam determinados períodos geológicos.

Os registros fósseis e estudos das rochas nos permitiram estabelecer vários fatos sobre a história da Terra. Um deles é de que as condições da Terra têm mudado ao longo do tempo. Sabemos, por exemplo, que a atmosfera da Terra já foi muito diferente do que é hoje; descobrimos que lugares hoje desérticos já foram, um dia, fundo de mares ou lagoas e até que as áreas que hoje formam os cinco continentes já estiveram unidas formando supercontinentes, como a Pangeia.

Outro fato relevante estabelecido a partir dessas evidências é de que a vida não surgiu toda pronta, nesse grau de diversidade e complexidade que vemos hoje. Na próxima atividade, vamos nos debruçar sobre a história da vida na Terra na escala de tempo geológica para pensar mais sobre esse aspecto.



PARA SABER MAIS

Para saber mais sobre datação de fósseis, indicamos o texto da revista Ciência Hoje: Como se determina a idade dos fósseis?

<https://cienciahoje.org.br/coluna/como-se-determina-a-idade-dos-fosseis/#:~:text=Como%20alguns%20podem%20imaginar%2C%20a,sedimentar%20onde%20este%20se%20preservou.&text=Para%20come%C3%A7ar%2C%20os%20f%C3%B3sseis%20s%C3%A3o%20preservados%20em%20rochas%20sedimentares.>

ATIVIDADE 3 – Cada um no seu tempo

Como vimos na atividade anterior, a interpretação atual que temos, dos fósseis, indica que a vida na Terra não surgiu em toda sua diversidade de uma só vez. Nesta atividade, vocês conhecerão os principais eventos ligados à história da vida em nosso planeta e irão representá-los em escala, numa linha do tempo que será fixada em sua sala de aula. Quando será que surgiram os principais grupos de seres vivos?

1 Qual a idade estimada da Terra? E quando surgiram as primeiras formas de vida?

2 De acordo com o que você estudou anteriormente, como eram as primeiras formas de vida e em que tipo de ambiente surgiram?

Reúnam-se em grupos de acordo com as orientações de seu(sua) professor(a). Vocês construirão uma linha do tempo dos eventos geológicos e da evolução da vida mais marcantes da história da Terra, usando uma longa tira de papel e cartões indicativos de cada evento.



ATIVIDADE PRÁTICA

Linha do tempo da vida na Terra

adaptada de Deep Thinking over geologic time

Material para a classe

- 1 bobina de papel para máquina calculadora (ou semelhante)
- Fita métrica ou trena
- Régua
- 17 tiras de papel color set colorido (cerca de 6 cm de altura X 21 cm de comprimento)
- Fita crepe ou adesiva

Eventos geológicos e da vida na Terra (atenção, a maioria dos eventos está fora da ordem)

Formação da Terra
Mais antiga evidência da vida (estromatólito)
Primeiros animais
Primeiras plantas terrestres
Primeiros dinossauros
Primeiros peixes
Primeiros répteis
Primeiros <i>Homo sapiens</i>
Primeiras aves
Acúmulo de oxigênio na atmosfera
Primeiros homínídeos
Estabelecimento da camada de ozônio
Primeiros mamíferos
Primeiros anfíbios
Surgimento das angiospermas
Maior extinção em massa
Primeiros organismos eucariontes

Reúnam-se em grupos de acordo com as orientações de seu(sua) professor(a) e observem as imagens de pássaros e cachorros a seguir.

A



B



C



D



E



F



G



H



I



Imagens de aves.

A



Wikimedia Commons

B



Wikimedia Commons

C



Wikimedia Commons

D



Wikimedia Commons

E



Wikimedia Commons

F



Wikimedia Commons

G



Wikimedia Commons

H



Wikimedia Commons

I



Wikimedia Commons

Imagens de cães.

Em relação às aves e aos cães apresentados:

- 1 Em quantos tipos diferentes vocês separariam cada um dos grupos de animais (aves e cães)? Especifiquem quais animais fazem parte de cada tipo.

- 2 Que características vocês usaram para separar os grupos em cada tipo escolhido?

- 3 Qual dos grupos de animais apresentados (aves ou cães) vocês consideram que apresenta maior variedade? Por quê?

- 4 Em relação às aves, vocês são capazes de identificar quantas espécies estão presentes nas imagens? E em relação aos cães?

Quantas são?

Antes de continuar, mais duas perguntas: qual a utilidade de se saber quantas espécies ocorrem no Brasil e como se distribuem? Por que os números mudam? A informação de quantas espécies ocorrem em determinado local é importantíssima, não só sob o ponto de vista acadêmico-científico ou do conhecimento básico sobre o patrimônio natural de uma região qualquer, mas também é instrumento muito relevante para a elaboração de políticas públicas que envolvam o uso e a conservação dos recursos naturais. Saber, com precisão, quantas são as aves brasileiras e onde ocorrem é vital para, por exemplo, os agentes públicos tomarem decisões da maneira mais responsável e bem embasada possível sobre modificações na paisagem natural. As implicações decorrentes da precisão dessas informações são muito importantes. Apesar disso, os números vêm mudando constantemente, bem como o conhecimento sobre a distribuição geográfica das espécies.

Inventário mutável

As primeiras iniciativas para inventariar a avifauna brasileira datam do final do século XIX, quando o grande zoólogo suíço Emílio Goeldi listou 1.680 espécies de aves presentes no Brasil. Alguns anos mais tarde, em 1907, Hermann von Ihering e o filho dele, Rodolfo, anotaram um número ligeiramente menor: 1.567 espécies. As últimas contagens, feitas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO), apontam para 1.832 espécies de aves no Brasil, o que faz do nosso país o segundo mais rico em aves no planeta, ficando atrás apenas da Colômbia, que possui cerca de 1.850 espécies de aves.

As 1.832 espécies que ocorrem no Brasil formam, sem dúvida, um número extraordinário, correspondente a quase 20% do total mundial. Mas, respondendo à segunda pergunta do ensaio: por que os números mudam tanto ao longo do tempo? Uma das respostas possíveis é bastante simples – os números mudam constantemente porque não lidamos com sistemas estáveis, estancos, como os de um terrário. Aves são animais com alto poder de dispersão proporcionado pelo vôo, e muitas delas podem chegar ao território brasileiro de forma acidental. Além disso, a comunidade de ornitólogos e observadores de aves tem se estruturado cada vez mais nas últimas décadas, o que permitiu visitas contínuas por essas pessoas a muitas áreas do nosso país, aumentando a chance de encontrar novas ocorrências, especialmente nas áreas de fronteira com os demais países da América do Sul. Essas novas ocorrências resultam no aumento vagaroso do número de espécies que ocorrem no Brasil.

Subespécie ou espécie?

Se, por um lado, temos novas espécies sendo registradas, por outro temos também uma nova abordagem conceitual com relação à forma como as espécies são reconhecidas. A partir do começo do século XX, os sistematas começaram a tratar as espécies consideradas por eles como mais estreitamente aparentadas entre si como sendo de uma única espécie, formada por uma ou mais subespécies. A nova maneira de organizar o conhecimento acabou trazendo consigo a redução do número de espécies reconhecidas. Entretanto, nos últimos anos, sistematas de todo o

mundo têm adotado revisões taxonômicas que descartam a existência das subespécies. Com isso, o número de espécies válidas voltou a crescer de maneira importante, refletindo-se no aumento do número de espécies existentes no Brasil, expansão que deverá continuar nos próximos anos.

Descobertas constantes

As aves são, de longe, o grupo de vertebrados mais conhecido e estudado. Sabemos bastante sobre o comportamento e a ecologia de muitas delas. Nosso conhecimento sobre a distribuição, embora não seja completo, é incomparavelmente maior do que se sabe sobre qualquer outro grupo animal. Além disso, o conhecimento divulgado por amadores e observadores de aves contribui para que sejam relativamente bem estudadas. Com tantas informações, fica ainda uma outra pergunta: já conhecemos toda a nossa riqueza de espécies? A resposta, para surpresa até mesmo dos ornitólogos, é “não”. Embora seja um grupo muito conhecido, ainda são descobertas novas espécies nos mais diferentes biomas brasileiros. Aves que estão nesses locais há milhões de anos e que ainda não haviam sido cientificamente descritas constituem verdadeiras novidades para a ciência. Para os próximos anos, podemos esperar um aumento importante no número de espécies brasileiras graças às novas espécies que estão sendo descobertas pelos cientistas. Um fato comum a quase todas elas, que chama a atenção, é a distribuição geográfica muito restrita ou com exigências ambientais muito específicas, o que só aumenta a nossa responsabilidade por preservá-las.

Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273369617_Mundo_das_Aves_Brasil_o_pais_das_aves. Acesso em 22 out. 2024.

Texto 2

Diversidade pra cachorro

Herton Escobar -31 Agosto 2009 | 15h09

Imagine só: Todos os cachorros do mundo, do minúsculo chihuahua ao gigantesco dog alemão, são variações domesticadas de uma mesma espécie de lobo, chamada *Canis lupus*. Ou seja: são apenas RAÇAS diferentes, originadas de um mesmo ancestral, e não ESPÉCIES diferentes, com ancestrais distintos.

Por que estou dizendo isso? Não é apenas uma questão de semântica. Por trás dessa afirmação há questões científicas de grande importância sobre a evolução dos seres vivos e sobre a maneira como os classificamos.

Afinal de contas, pense bem: Como é que dois bichos tão diferentes quanto um chihuahua e um dog alemão podem ser a mesma espécie???

Comecei a pensar sobre isso no fim de semana, depois de ler um estudo na revista Science em que os autores compararam o DNA de mais de mil cachorros, de 80 raças diferentes, e concluíram que todas as variações de pelagem canina estão calçadas geneticamente em apenas três genes. São pequenas variações na sequência e na combinação desses genes que determinam se o cachorro terá pelo longo ou pelo curto, pelo liso ou pelo enrolado, pelo grosso ou pelo fino, e assim por diante.

É mais um exemplo da versatilidade do genoma, de como pequenas variações genotípicas (no DNA) podem levar a enormes variações fenotípicas (na “aparência”).

Isso me fez lembrar de um outro estudo, ainda mais interessante, publicado alguns anos atrás na mesma Science, em que os autores estabeleceram a ancestralidade comum de todos os cachorros. Eles compararam o genoma de várias espécies.... oops, quero dizer, raças! de cães da Ásia, Europa, África e das Américas e chegaram à conclusão de que todas elas descendem de um ancestral comum: uma população de lobos que foi domesticada na Eurásia, cerca de 15.000 anos atrás. (mais especificamente, de cinco fêmeas dessa população, com base nas evidências de DNA mitocondrial)

Desde então, o homem vem selecionando diferentes raças desse lobo para diferentes funções. Inicialmente, é claro, a seleção tinha objetivos mais práticos. Os caçadores selecionavam os animais que tinham melhor aptidão para caçar. Os pastores selecionavam aqueles que sabiam cuidar melhor de suas ovelhas (sem devorá-las).

Mais recentemente, começamos a selecionar cachorros que se adaptam melhor a apartamentos, que cabem dentro de bolsas para levar ao shopping ou que têm um pelo mais liso ou mais sedoso, por razões puramente estéticas. Nós escolhemos nossos cães visualmente, com base no fenótipo, mas o que estamos selecionando mesmo, no fundo no fundo, é o genótipo – uma combinação específica de genes que determina a aparência e o comportamento padrão de cada raça.

Eu sei que parece loucura.... eu mesmo já olhei várias vezes para o bichon frisé da minha sogra e me questionei: “Não é possível que esse chumaço de algodão ambulante veio de um lobo!” Mas veio. O bichon frisé, o doberman, o pit bull, o labrador, o dálmata.... são todas variações de um mesmo tema, selecionados pelos nossos antepassados e modificados pelo ambiente ao longo dos últimos 15 mil anos. As informações genéticas estão aí para comprovar.

O que nos leva, finalmente, à minha observação final sobre o caso: O que é uma espécie? Onde termina uma e começa outra?

Essa é uma das perguntas mais básicas, mais difíceis e mais controversas da biologia. O limite padrão é baseado na reprodução. Duas raças só se tornam espécies diferentes quando se tornam tão distintas geneticamente uma da outra que não conseguem mais produzir descendentes viáveis.

Por isso é possível ter dois animais tão distintos fenotipicamente como um chihuahua e um dogue alemão e, ainda assim, classificá-los genotipicamente na mesma espécie. Porque se você cruzar os dois, nasce um cachorrinho fértil, capaz de produzir mais cachorrinhos (apesar de que, nesse caso, seria necessário fazer uma fertilização in vitro, por questões “logísticas”). Vira-latas não faltam no mundo para confirmar isso.

Agora vou parar por aqui, porque esse post já ficou comprido demais uns dez parágrafos atrás...

Mas não sem antes deixar uma pergunta no ar para os biólogos que eventualmente passarem por aqui: Se o chihuahua e o dogue alemão são a mesma espécie, será que não há um monte de bichos por aí classificados como espécies diferentes (com base em diferenças fenotípicas), mas que, na verdade, são também a mesma espécie?

6 O que define, a princípio, que dois indivíduos sejam considerados da mesma espécie?

ATIVIDADE 5 – Gabe mais um?

No dia-a-dia, costumamos falar sobre a população da cidade de São Paulo ou população brasileira e todos entendem que estamos nos referindo à quantidade de pessoas que vivem num lugar. A ciência, em especial a Ecologia, ampliou o uso desse termo para se referir ao conjunto de indivíduos de uma mesma espécie que habita um determinado lugar. Podemos falar da população de urubus da cidade de São Paulo, da população de ipês roxos do parque Ibirapuera etc.

Em geral, as populações começam com um pequeno número de indivíduos que acaba crescendo com o passar do tempo, mas existem muitas outras possibilidades. Quanto uma população pode crescer?

1 Que fatores você imagina que podem influenciar o crescimento de uma população?

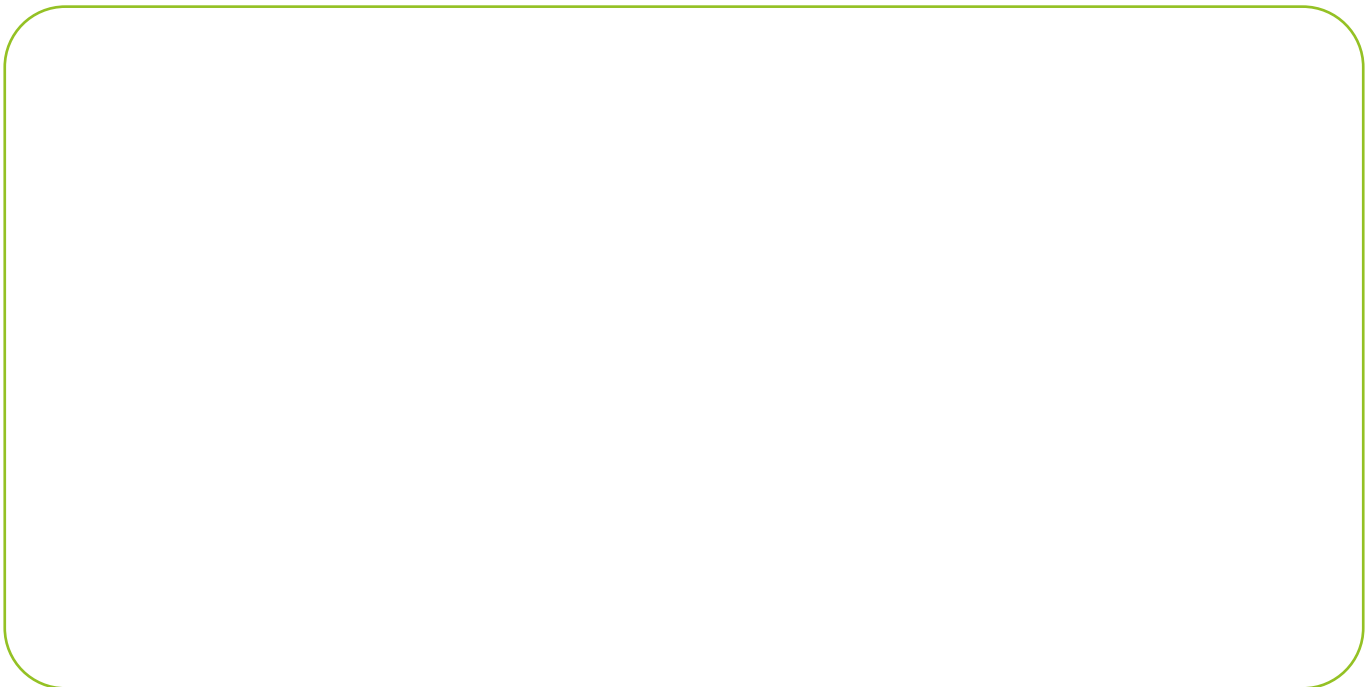
2 O que limita o crescimento de uma população?

Leia as seguintes informações a respeito do ciclo de vida da mosca doméstica:

- tempo de vida: aproximadamente 30 dias;
- número médio de ovos por postura: 200;
- número médio de gerações em um ano: 12;
- proporção média de fêmeas que nascem a cada geração: 50%.

Imaginemos que uma mosca faça uma postura de ovos inicial (200 ovos). Suponhamos que todos os ovos eclodam e que todas as moscas resultantes sobrevivam o suficiente para se reproduzir, morrendo em seguida. O mesmo ocorre nas demais gerações.

- 3 Construa um gráfico colocando as gerações no eixo X e o tamanho da população no eixo Y. Coloque o maior número de gerações possível, até o limite de 12.



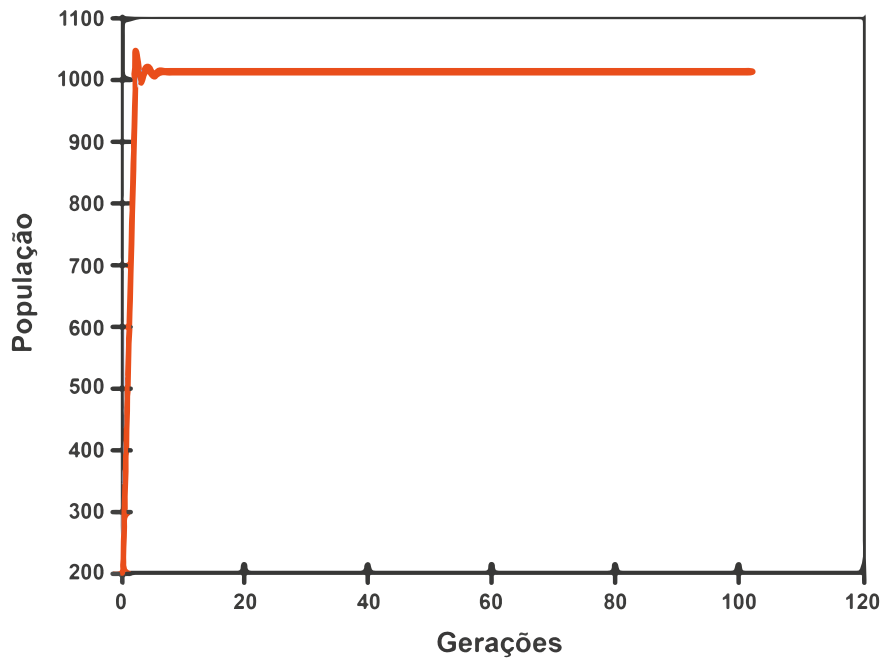
- 4 A quantas moscas essa postura inicial dará origem no prazo de um ano?

- 5 Cada mosca tem aproximadamente 0,01g. Qual seria a massa de moscas nascidas no final do ciclo de um ano?

- 6 Cada mosca tem aproximadamente 6 mm de comprimento. Se enfileirássemos todas as moscas nascidas nessa última geração, qual seria o comprimento dessa fila?

- 7 Analisando os números obtidos, vocês acham que seria possível que uma população de moscas possa ter esse crescimento? Justifiquem a resposta.

Observe o gráfico a seguir. Ele representa o crescimento populacional de moscas verificado em um experimento. Nesse experimento, as moscas estavam confinadas em viveiros de 30 cm X 30 cm X 30 cm, com disponibilidade total de água e comida.



Evolução da população de moscas entre gerações a 20°C.

8 Descreva, a partir do gráfico, o que ocorre em relação ao crescimento da população de moscas.

9 Que fator você imagina que esteja influenciando o tamanho da população quando ela atinge valores próximos de 1 000 indivíduos? Como se dá essa influência?

10 Conforme vimos no item anterior, a população de moscas tem um potencial de crescimento muito maior do que o atingido no experimento descrito. O que acontece com esses indivíduos “a mais” da população?

- 11 Observe a imagem a seguir. Ela sobrepõe as informações a respeito do crescimento potencial de uma população (curva de potencial biótico) e do crescimento real de uma população. A partir das informações disponíveis na figura, determine a que se deve essa diferença.

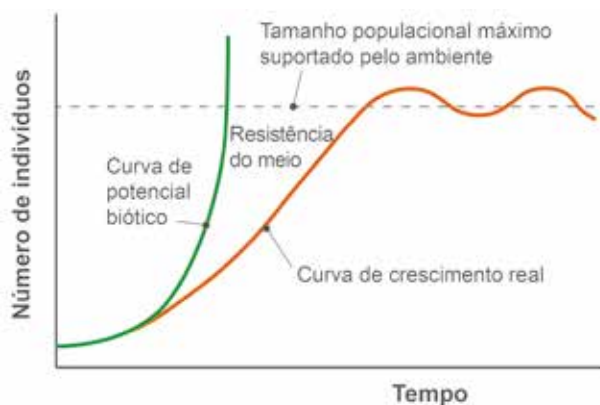


Ilustração: NUCA

- 12 As atividades mostram que nascem muitos mais indivíduos do que sobrevivem. Que características devemos observar nos indivíduos sobreviventes?

ATIVIDADE 6 – Seleção natural

As duas atividades anteriores procuraram demonstrar duas importantes características das populações de organismos: as populações apresentam variabilidade dentre os indivíduos e apresentam um potencial de crescimento muito maior do que o que efetivamente ocorre. O que esta atividade buscará demonstrar é o mecanismo através do qual esses dois fatores interagem no processo evolutivo.



ATIVIDADE PRÁTICA

Pac man: Caça às bolinhas

O objetivo desta atividade é construir uma explicação para o comportamento e a composição de populações de predador e presa ao longo do tempo.

Material por grupo

- 4 pratinhos plásticos
- 3 pinças (opcionais)
- 1 folha de papel de presente preta (tipo A) ou ricamente estampada (tipo B)
- 4 folhas de papel milimetrado
- Fita crepe
- 6 saquinhos com 120 bolinhas cada um, de cada uma das cores (cada saquinho com uma cor de bolinha). Você pode cortar as bolinhas, com um furador de papel, usando as páginas 253 a 264.
- 6 lápis de cores (das mesmas cores das bolinhas de papel)
- Cronômetro

As bolinhas coloridas representam indivíduos de uma determinada espécie, que podem ser de uma das seis cores.

Separem 20 bolinhas de cada cor, registrando o número de indivíduos (bolinhas) de cada uma.

Os coordenadores do jogo devem registrar a população inicial no folheto, como a população de partida da caça 1.

Os coordenadores do jogo montam o jogo abrindo o papel de presente, em uma mesa, e grudando os cantos do mesmo com fita adesiva.

Primeira caçada

- Os predadores devem seguir estas regras:
 - a) Obedeçam o coordenador do jogo. Quando o coordenador avisar, virem de costas para o habitat e olhem para o outro lado, enquanto ele(a) está colocando as presas no papel de presente.

- b) Espere até que o coordenador diga “começar” para começar a caçar.
 - c) Use apenas seus olhos para localizar suas bolinhas (presa) e, com uma das mãos (ou uma pinça), pegue uma bolinha por vez e coloque-a no seu prato antes de caçar outra presa.
 - d) Pegue o máximo de bolinhas possível, até que o coordenador do jogo diga “parar”. Você terá 20 segundos para caçar.
- Os coordenadores do jogo devem seguir estas etapas:
 - a) Despeje as bolinhas do saco, rotulado como “população inicial”, por todo o *habitat*. Esta é a população inicial da caça 1.
 - b) Espalhe as bolinhas o mais uniformemente possível para que não se juntem ou cubram outras bolinhas.
 - c) Diga aos predadores quando começar a caçar e depois marque 20 segundos.
 - d) No final de 20 segundos, declare o fim dessa rodada de caça.
 - Depois da primeira caçada, cada predador classifica, por cor, as bolinhas de papel que coletou e registra o número de cada cor que “comeu”.
 - Os coordenadores do jogo subtraem da população inicial o número total de cada cor que foi comida na caçada 1 para determinar quantos sobreviventes permanecem no *habitat*.
 - Os(As) estudantes registram o número de sobreviventes para cada cor das bolinhas de papel na linha “População sobrevivente 1”.

Reprodução (2ª geração)

Explique que os(as) estudantes agora simularão a reprodução entre os sobreviventes.

Para cada ponto colorido que permaneceu no papel de presente, serão adicionadas três bolinhas da mesma cor. Neste modelo, cada sobrevivente tem três descendentes antes da próxima temporada de caça.

Os descendentes devem ser pegos dos sacos contendo cores únicas de bolinhas. Os coordenadores do jogo devem registrar em “População inicial caçada 2” o número total de bolinhas de cada cor que agora estará no *habitat*.

Segunda caçada

Predadores devem ficar de costas, enquanto os coordenadores do jogo espalham os descendentes da população sobrevivente da caçada 1 em todo o habitat e mistura-os com seus pais.

Os descendentes são as bolinhas que foram adicionadas aos pratos do coordenador.

Sigam os mesmos passos descritos na caçada 1 e, ao final, registrem o número de sobreviventes na linha “População sobrevivente 2”.

Após a segunda caçada, repitam os passos para simular a reprodução de sobreviventes para a próxima rodada de predação.

Anotem o número bolinhas de cada cor na linha “População inicial caçada 3”.

Remoção dos predadores e reprodução

Os predadores foram removidos do ambiente; portanto, a população inicial da caçada 3 se reproduzirá sem qualquer predação. Cada presa (bolinha) da população inicial irá se reproduzir.

A população inicial da caçada 4 pode ser calculada multiplicando-se o número de cada grupo de presas (bolinhas coloridas) por três, o número de descendentes por indivíduo.

Adicione o número de sobreviventes (pais) ao número de prole para cada cor e registre esta informação na geração “População inicial caçada 4”.

Registro dos dados

GERAÇÕES	CORES					
População inicial caçada 1						
População sobrevivente 1						
População inicial caçada 2						
População sobrevivente 2						
População inicial caçada 3						
População inicial caçada 4						

Organização dos dados

- 1 Em um papel milimetrado, preparem gráficos de barra que representem o número de bolinhas de cada cor em cada uma das quatro populações iniciais. Usem as mesmas cores das bolinhas, se possível. Nomeie os eixos dos gráficos e forneça uma legenda e um título. Cada equipe irá gerar quatro gráficos de barras - um para cada população inicial das caçadas.

Análise dos dados

- 2 Houve taxa de sobrevivência maior para alguma cor de bolinha? Se sim, qual ou quais?

- 3 Compare as populações inicial e sobrevivente final. Há alguma cor presente na população original que não está presente na população sobrevivente final? Se sim, qual ou quais?

- 4 Examine as bolinhas sobreviventes e o ambiente utilizado. Há alguma relação entre as cores da população sobrevivente e o ambiente?

- 5 Qual poderia ser a razão pela qual os predadores não selecionaram essas cores tanto quanto as outras?

- 6 Qual a consequência da captura de bolinhas de determinada cor nas gerações seguintes?

- 7 Explique o porquê e como a predação afetou a variação de cores na população.

Vocês puderam refletir sobre os efeitos que uma determinada pressão seletiva, no caso a predação, pode ter sobre uma população. Agora vocês poderão ampliar essa ideia, discutindo sobre como as pressões seletivas mudam com o ambiente. Para isso, reúnam-se com uma equipe que trabalhou com um ambiente diferente do seu.

- 8 Comparem os gráficos das populações iniciais da caçada 4 nos dois ambientes. Os resultados apoiam suas conclusões na análise dos dados do seu grupo? Observam diferenças? O que poderia ter causado essas diferenças?

É muito provável que as populações final e inicial dos grupos com ambientes A e B tenham diferentes distribuições. Em populações de ambientes diferentes, é esperado que existam variações da frequência de uma característica e, até mesmo, que determinadas características sejam eliminadas.

- 9 Selecione uma relação presa-predador da vida real (por exemplo, lobos e coelhos) e descreva-a brevemente. Usando o que aprendeu sobre predação como pressão seletiva, escreva um parágrafo, que descreva como uma característica da população de presas pode mudar devido à seleção natural.

10 Retomando o que pudemos concluir nas atividades anteriores, complete as frases a seguir.

Sobre crescimento populacional, percebemos que _____

Porém, como a disponibilidade de recursos (alimento, espaço etc) é limitada isso faz com que _____

O resultado é a sobrevivência de apenas uma parte da população. E uma vez que os indivíduos de uma mesma população apresentam _____ sobreviverão aqueles que _____

_____. Com o passar do tempo longo, da evolução, as populações passam a ter frequências _____ dos organismos mais bem adaptados às condições daquele ambiente.

Pouco a pouco, aproximamo-nos das ideias de Charles Darwin, brilhante naturalista e cientista do século XIX. Em seu livro “A origem das espécies por meio da Seleção Natural”, Darwin explica esse mecanismo apresentando evidências diversas, como os espécimes observadas em vários locais que visitou pelo mundo, registros fósseis e até mesmo a formação das raças de animais domesticados pelo ser humano.

Leia os trechos a seguir, extraídos do livro “A origem das espécies por meio da Seleção Natural”, de Charles Darwin, publicado em 1859 para compreender mais a fundo seu pensamento:

“A luta pela existência resulta inevitavelmente da rapidez com que todos os seres organizados tendem a multiplicar-se. Todo o indivíduo que, durante o termo natural da vida, produz muitos ovos ou muitas sementes, deve ser destruído em qualquer período da sua existência, ou durante uma estação qualquer, porque, de outro modo, dando-se o princípio do aumento geométrico, o número dos seus descendentes tornar-se-ia tão considerável, que nenhum país os poderia alimentar. Também, como nascem mais indivíduos que os que podem viver, deve existir, em cada caso, luta pela existência, quer com outro indivíduo da mesma espécie, quer com indivíduos de espécies diferentes, quer com as condições físicas da vida. É a doutrina de Malthus aplicada com a mais considerável intensidade a todo o reino animal e vegetal, porque não há nem produção

artificial de alimentação, nem restrição ao casamento pela prudência. Posto que algumas espécies se multiplicam hoje mais ou menos rapidamente, não pode ser o mesmo para todas, porque a Terra não as poderia comportar. Não há exceção nenhuma à regra que se todo o ser organizado se multiplicasse naturalmente com tanta rapidez, e não fosse destruído, a terra em breve seria coberta pela descendência de um só par. O próprio homem, que se produz tão lentamente, veria o seu número dobrado todos os vinte e cinco anos, e, nesta proporção, em menos de mil anos, não haveria espaço suficiente no globo onde pudesse conservar-se de pé. Lineu calculou que, se uma planta anual produz somente duas sementes - e não há planta que tão pouco produza - e no ano seguinte cada uma destas sementes desse novas plantas que produzissem outras duas sementes, e assim seguidamente, chegar-se-ia em vinte anos a um milhão de plantas ...



Charles Robert Darwin (1809-1882) e seu famoso livro "A origem das espécies", publicado em 1859.

Créditos: Wikimedia

... as variações, por mais fracas que sejam e seja qual for a causa de onde provenham, tendem a preservar os indivíduos de uma espécie e transmitem-se ordinariamente à descendência logo que sejam úteis a esses indivíduos nas suas relações infinitamente complexas com os outros seres organizados e com as condições físicas da vida. Os descendentes terão, por si mesmo, em virtude deste fato, maior probabilidade em persistir; porque, dos indivíduos de uma espécie nascidos periodicamente, um pequeno número pode sobreviver. Dei a este princípio, em virtude do qual uma variação, por insignificante que seja, se conserva e se perpetua, se for útil, o nome de seleção natural, para indicar as relações desta seleção com a que o homem pode operar. “

Texto extraído de <http://ecologia.ib.usp.br/ffa/arquivos/abril/darwin1.pdf>

- 11** Nos trechos selecionados, são apontadas duas condições fundamentais para a evolução, segundo Darwin. Identifique-as, comentando sobre sua importância.

As ideias de Darwin são consideradas revolucionárias na ciência, pois não “só” mudaram a forma como explicamos as adaptações, mas também impactaram a visão do ser humano sobre si mesmo, ao incluir-nos nos processos evolutivos como qualquer outra espécie. Darwin nunca afirmou que descendemos dos macacos, mas sim que temos um ancestral comum aos outros primatas e que nossa espécie se originou pelos mesmos processos evolutivos que deram origem a todos os seres vivos. De acordo com a teoria darwinista, não somos melhores ou superiores a outras espécies de homínídeos ou seres vivos em geral. Todas as espécies atuais são resultantes de processos de seleção natural, cada qual com sua história evolutiva própria; mais modificados do que nossos ancestrais, não melhores ou superiores.

Vamos analisar alguns casos reais para compreender melhor como a seleção natural atua na evolução.

O caso das aranhas canibais

Fonte: Meyer, D e El-Hani, C.H. *Evolução – o sentido da Biologia*.
Col. Paradidáticos. Série Evolução. Ed. UNESP, 2005

“Em aranhas *Latrodectus hasselti*, cujo nome popular é australian redback (por causa de seu dorso vermelho), as fêmeas comumente devoram os machos durante a cópula. Mas, o que é mais surpreendente, os machos não são vítimas passivas. Durante a cópula, eles dão uma cambalhota e acabam posicionando-se diante do aparelho mastigatório da fêmea, apresentando o que chamaremos de cumplicidade com o ato de canibalismo do qual eles mesmos são vítimas. Como podemos aplicar conceitos evolutivos e, em particular, os princípios da seleção natural, para compreender esses comportamentos?” (p.58 e 59)



Aranha *Latrodectus hasselti*

Imagem: Wikimedia Commons

O canibalismo sexual exibido pelas fêmeas e a cumplicidade dos machos dessa espécie de aranha representam charadas evolutivas. Por que as fêmeas matam indivíduos de sua própria espécie com os quais poderiam acasalar no futuro? Por que os machos não tentam proteger-se das fêmeas? Será que há alguma maneira de um macho se beneficiar de estar sendo devorado?

- 12** Utilizando os princípios da seleção natural, elabore uma hipótese que explique o comportamento canibalístico e a cumplicidade dos machos das aranhas *Latrodectus hasselti*.

13 Uma pesquisa realizada para entender esse comportamento trouxe novos dados sobre a reprodução dessa espécie:

- I. Os machos são muito menores do que as fêmeas e, nutricionalmente, não representam uma grande fonte de alimento.
- II. Quando uma fêmea é fecundada por machos de comportamentos distintos pode-se verificar que dos ovos produzidos, em média, 235 deles eram fecundados pelo macho que se deixava canibalizar, e apenas 115 eram fecundados por um macho que sobrevivia à cópula.
- III. Raramente os machos dessa espécie fazem mais de uma cópula, pois seus órgãos são danificados durante o processo e, mesmo aqueles que fogem, acabam perecendo pouco depois.
- IV. Quando uma fêmea devora um macho, a cópula torna-se muito mais demorada.

Levando em conta essas informações, qual das hipóteses levantadas pela sua classe é corroborada? De que forma os princípios de seleção natural ajudam a fundamentar essa ideia?

ATIVIDADE 7 – A evolução e a linguagem

A Teoria da Evolução de Darwin é aceita, já há bastante tempo, como a forma adequada para explicar o processo evolutivo. Associada aos conhecimentos posteriores sobre os mecanismos de herança genética, a Teoria Sintética da Evolução é a melhor explicação científica que temos para entender o mecanismo que produz a diversidade da vida até hoje.

Embora a ideia de que os seres vivos evoluíam já existisse antes da publicação dos trabalhos de Darwin, a forma como as transformações aconteciam numa espécie, ao longo do tempo, eram explicadas de outras maneiras, como pelo uso e desuso, como propunha Lamarck. Ainda assim, havia grande resistência à ideia de evolução. As explicações religiosas criacionistas dominavam a sociedade ocidental do século XIX e se opunham, veementemente,

à noção evolutiva. As explicações criacionistas ainda tem espaço em nossa sociedade, sendo a explicação utilizada por algumas religiões.

Como as obras de Darwin não trouxeram uma explicação satisfatória de como ocorriam as variações entre os indivíduos de uma população e como essas novas características eram transmitidas (conhecimentos de herança e genética que não eram conhecidos na época), alguns de seus conceitos foram adaptados à outras ideias persistentes, como os conceitos de uso e desuso, ideias tão potentes e carregadas de lógica que, mesmo hoje, continuam pontuando a fala e a escrita sobre adaptações.

Falar e escrever sob a ótica darwinista não é fácil, nem mesmo para os especialistas. Nossa linguagem cotidiana, em geral, vem carregada de explicações finalistas. Nesta atividade, você irá rever sua compreensão sobre as ideias de seleção natural e evolução, analisando e reescrevendo explicações sobre adaptações, tal como iniciamos nosso estudo.

1 Reveja as ideias que analisamos, inicialmente, e retome a questão de investigação:

a) “O gafanhoto é verde porque vive na grama”.

b) “O gafanhoto vive na grama porque é verde”.

Qual dessas duas frases está de acordo com os princípios evolutivos trazidos por Darwin? Justifique:

2 Identifique, nos trechos de textos jornalísticos a seguir, se estes possuem conotação finalista ou darwinista. Faça essa identificação para cada parágrafo.

Texto 1

Tumores evoluem para resistir a drogas

- a) (...) Tentando entender como tumores adquirem resistência a drogas quimioterápicas, a equipe liderada pelo cientista no Centro Breakthrough de Pesquisa em Câncer de Mama, de Londres, descobriu como um tipo de tumor “evolui”. Atacado por um remédio, o câncer pode se adaptar por meio da seleção natural a um ambiente que em tese lhe seria hostil.
- b) A descoberta teve participação de outra equipe, liderada pelo bioquímico Alan Ashworth. Os cientistas mostraram que o câncer de mama causado por uma mutação no gene BRCA2 -um dos tipos mais comuns de variedades hereditárias dessa doença- pode desenvolver tolerância a medicamentos modernos, que atacam o DNA do tumor.
- c) Ao aplicar repetidamente a droga carboplatina em culturas de células tumorais em laboratório, os cientistas verificaram que, num primeiro momento, a maior parte das células morria. As poucas que restavam, porém, começavam a se proliferar depois, porque haviam adquirido mutações que as deixavam imunes ao medicamento.
- d) (...) Por seleção natural, na qual organismos mais adaptados tendem a prevalecer numa população, essa segunda mutação se espalha entre as células tumorais. O resultado é um câncer à prova de quimioterapia, o pesadelo dos médicos.
- e) (...) “O resultado é uma prova cabal de que existe seleção natural nos moldes darwinianos em câncer”, diz XXXX. “Podemos imaginar que o câncer é um organismo evoluindo e se adaptando ao corpo de outra pessoa. São dois seres, um competindo com outro.”

Adaptado de: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1102200801.htm>. Acesso em 30 jun. 2018.

Texto 2

ADAPTAÇÃO ACELERADA: A EVOLUÇÃO DE UMA LAGARTIXA EM GOIÁS

- a) Em um período de apenas 15 anos, a lagartixa da espécie *Gymnodactylus amarali* passou por um processo evolutivo para se ajustar a uma região em Goiás que foi alagada para a construção de uma usina hidrelétrica. A inundação fragmentou a área em múltiplas ilhas, confinando e isolando diversas populações de animais, incluindo essa espécie de lagartixa.
- b) Para sobreviver nesse novo ambiente, o réptil adaptou-se desenvolvendo uma cabeça de maiores proporções, o que lhe permitiu consumir presas maiores. Reuber Brandão, biólogo da Uni-

versidade de Brasília e membro da Rede de Especialistas de Conservação da Natureza, explica: “A lagartixa conseguiu sobreviver ampliando a dieta pela ingestão de cupins maiores, que antes eram alimentos de outras espécies”.

- c) Um processo similar de evolução acelerada foi observado com outra espécie de lagartixa na Flórida, Estados Unidos. Ao longo de aproximadamente uma década e meia, o que corresponde a cerca de dez gerações, o animal desenvolveu patas adaptadas para escalar, facilitando a busca por comida no topo das árvores, uma vez que suas presas no solo haviam se tornado raras.
- d) Outra transformação notável foi registrada em corujas na Finlândia, impulsionada pelos efeitos das mudanças climáticas. Com invernos cada vez menos severos e com pouca neve, a paisagem mudou. A população original de corujas da região era composta por aves de plumagem cinza ou marrom. As cinzentas levavam vantagem durante o frio, pois sua cor permitia uma melhor camuflagem contra a neve para caçar.
- e) Contudo, nos últimos 50 anos, a diminuição da cobertura de gelo levou a um declínio no número de corujas cinzas, segundo observações de biólogos. Em contrapartida, a população de corujas marrons está em ascensão, já que sua coloração agora oferece uma camuflagem mais eficaz em meio às árvores sem folhas dos invernos mais amenos.

Fonte: SME/COPED/DIEFEM

Como você deve ter percebido, muitas vezes nossa forma de expressão “nos trai”. Apesar de termos compreensão a respeito dos processos envolvidos, utilizamos em nossas explicações uma forma mais comum de linguagem, que dá margem a uma interpretação finalista a respeito do que estamos falando.

- 3 Reescreva os trechos em que você identificou uma forma de expressão finalista, transformando-os em expressões de conotação darwinista.

UNIDADE 5

Por que somos iguais e diferentes ao mesmo tempo?

PRIMEIRAS PALAVRAS

Você diria que esses bebês são iguais? Que eles têm as mesmas características? Você conhece alguém que tenha uma irmã gêmea ou um irmão gêmeo? E trigêmeos? E quadrigêmeos, será que é possível? Todos os gêmeos são iguais? Se não são iguais, no que eles se diferem? Indo mais adiante, você sabe explicar porque você é assim tal como é? Se você tem covinhas, de onde elas vieram? Ou então, se tem talento musical, porque acredita que o tem? Por que os cachorros andam com quatro patas e têm pelos por todo o corpo e você anda em duas pernas? Por que a planta de seu jardim é verde, enquanto existem inúmeras flores das mais variadas colorações? Enfim, por que os seres vivos são como são e da forma que são? Nesta unidade, você vai explorar algumas dessas questões, em busca de responder a seguinte pergunta de investigação: por que somos iguais e diferentes ao mesmo tempo?





ATIVIDADE 1 – A diversidade ao nosso lado

1 No espaço a seguir, escreva ou desenhe algo que representa quem você é. Em seguida, responda às questões 2 e 3.

- Quem sou eu?



2 Você se considera uma pessoa diferente das demais? Por quê?

3 Ainda em relação à pergunta anterior, o que te faz ser (ou não) diferente das outras pessoas?

Realize a atividade prática “Um inventário de nossas características” para conhecer um pouco mais sobre você e sobre seus colegas.



ATIVIDADE PRÁTICA

Um inventário de nossas características

Nesta atividade, você poderá conhecer um pouco mais sobre as nossas características, entendendo como, apesar de sermos todos seres vivos da espécie humana, somos únicos. Para isso, inicie respondendo individualmente ao questionário a seguir:

Um inventário de minhas características

- Quais dessas características eu possuo? Responda sim ou não às perguntas a seguir e descubra.

	Sim	Não
1. Eu tenho lóbulos das orelhas soltos?		
2. Eu posso enrolar minha língua?		
3. Eu tenho covinhas?		
4. Eu sou destro(a)?		
5. Meu cabelo é naturalmente encaracolado?		
6. Eu tenho o queixo fendido?		
7. Eu tenho alergias?		
8. Quando eu cruzo minhas mãos, o polegar esquerdo fica sobre o direito?		
9. Eu posso ver as cores verde e vermelha (eu não sou daltônico)?		
10. A linha do cabelo em minha testa é reta?		

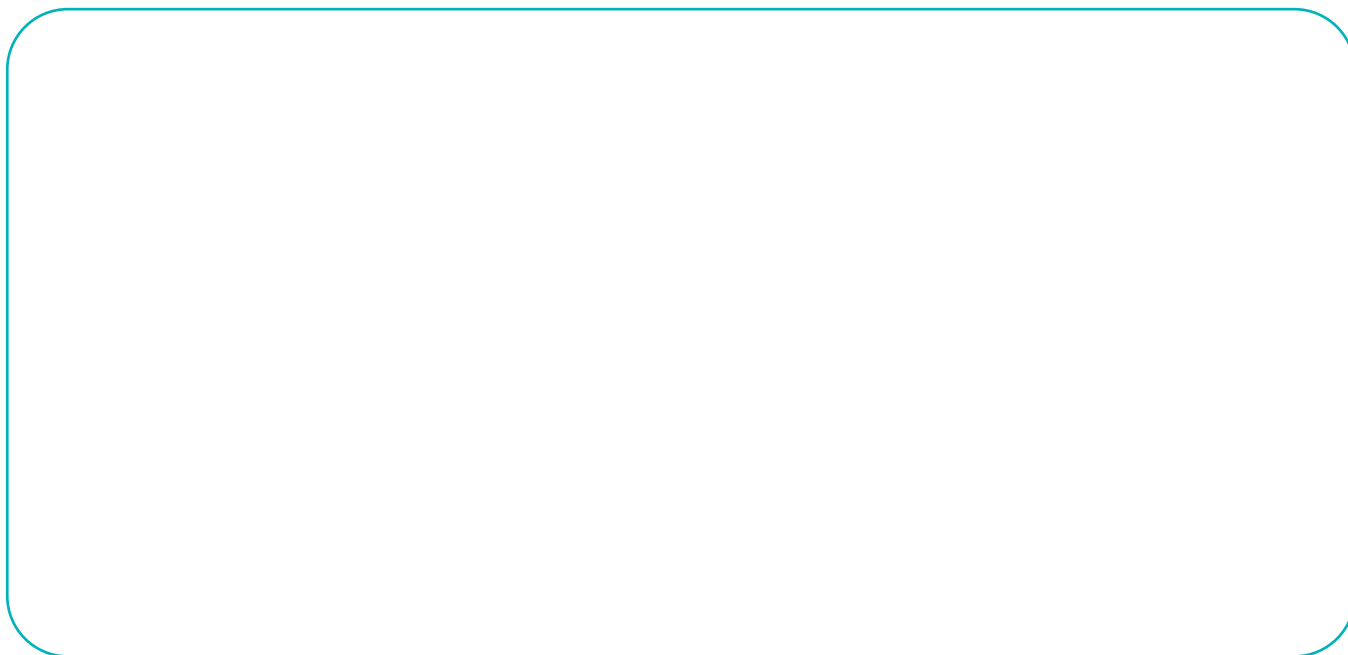
Após finalizar o preenchimento do questionário, junte-se com mais 4 colegas e preencha a tabela a seguir, em continuidade ao inventário de características, porém na forma comparativa: nas colunas sim ou não, preencha o número de pessoas no seu grupo que contém ou não uma determinada característica.

Característica	Sim	Não
1. Lóbulos das orelhas soltos		
2. Enrola a língua		
3. Covinhas		
4. Destro(a)		
5. Cabelo encaracolado		
6. Queixo fendido		
7. Alergias		
8. Polegar esquerdo sobre o direito		
9. Vê cores vermelha e verde		
10. Linha do cabelo reta		

4 Quais foram as características mais comuns do seu grupo? E quais foram as menos comuns?

5 Há alguma característica que somente um integrante do grupo possui? Você se surpreendeu com o fato?

- 6 A partir das orientações do seu(sua) professor(a), represente no espaço a seguir os dados de toda a sua turma na forma de um gráfico.



- 7 Quais foram as características mais presentes na sua turma? E quais foram as menos presentes?

- 8 Você acha que as características mais amostradas na sua turma são representativas da maioria da população? Justifique.

- 9 Retome a pergunta inicial, o que te torna (ou não) diferente das demais pessoas?

ATIVIDADE 2 – De onde vem nossas características?

Com a atividade anterior foi possível notar que, embora sejamos seres vivos da mesma espécie, somos diferentes. Você sabe explicar por que isso acontece? Nesta atividade, por meio da análise de uma reportagem, você vai descobrir quais mecanismos estão por trás dessa similaridade. Para isso, leia o texto a seguir, adaptado de reportagem do portal G1, disponível em <https://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2014/06/com-14-pessoas-com-6-dedos-familia-do-df-planeja-arraia-dos-hexas.html> Acesso em 11/02/2022.

Com 14 pessoas com 6 dedos, família do DF planeja ‘arraia dos hexas’

(escrita por Raquel Moraes)

O início da Copa do Mundo (2014) reforçou em uma família de Brasília o orgulho por uma característica que a torna bastante peculiar: dos 24 integrantes, 14 nasceram com 6 dedos nas mãos e nos pés.

(...)

O primeiro da família a apresentar polidactilia (mutação genética que leva uma pessoa a nascer com dedos a mais) foi o patriarca, Francisco de Assis Carvalho da Silva, pai de Silvana. Advogado e músico, ele ajudou a fundar o Clube do Choro de Brasília e sempre viu na situação um motivo de honra. Por causa disso, ganhou o apelido de “Six”. Dos cinco filhos, quatro herdaram a característica.

“A gente encara isso com muita naturalidade, acho que até pela forma como meu pai lidava. Aqui em casa, quem tem 5 dedos é que tem complexo. Funciona ao contrário”, explica Silvia. “Tenho três filhos, e só o mais velho [Eduardo] é que não tem [6 dedos]. Quando levei minha filha [Ana Carolina] para tirar os do pé, porque para colocar sandalinha complicava um pouco, Dudu pediu para guardá-los para colocar na mãozinha dele. Ele tinha 5 anos e se sentia excluído.”

A técnica em programação Ana Carolina lembra que, na infância, chegou a se sentir desconfortável com a característica que tanto agradava ao irmão, depois de ouvir piadinhas de que a mão dela se parecia com a de um extraterrestre. Sem traumas, a jovem hoje se diverte ao ver a cena entre a mãe e o irmão se repetir com o filho do meio, João Pedro, de 5 anos.

“Dos meus três filhos, só o mais velho, Bernardo, nasceu com 6 dedos. Então nosso problema é esse, porque o João [Pedro] sempre quer ter 6, como eu e o Bernardo. Ele vê e quer ser igual a nós”, ri. “Como ele nos pega como referência, acaba usando o dedo do meio para apontar as coisas, quando na verdade nós usamos o que seria nosso indicador.”

Apesar das “excentricidades”, a família garante que o dedo sobressalente não atrapalha nenhuma atividade. A diferença fica mais evidente na hora de posicionar os membros para fazer coisas mais precisas, como escrever – em vez de o lápis e a caneta ficarem entre o polegar o indicador, eles dividem a mão com dois dedos de um lado e quatro do outro.

Para evitar que esses momentos causem constrangimento às crianças, como os ocorridos com Ana Carolina na infância, as mães buscam ajuda nas próprias escolas. Caçula de “Six”, Silvana conta que a filha, Maria Morena, sempre relata que os coleguinhas insistem para ver a mão dela. “Em todo começo de ano, eu aviso a professora que ela tem 6 dedos, mas que consegue fazer tudo normalmente. Ela consegue cortar com tesoura sem dificuldade alguma, consegue escrever. Então, peço que a trate sem diferenças, porque isso não é um problema”, explica.

A pequena Maria Morena sonha em aprender a tocar piano e acredita que pode levar vantagem por ter dedos a mais. “*Eu acho bem mais legal ser assim, consigo pegar mais coisas, tenho mais possibilidades*”, diz. “*Só não gosto quando as pessoas ficam querendo toda hora ver e ficar contando [para os outros]. Eu falo para eles: ‘Vocês têm 5 e eu, 6’. Acho estranho olhar as mãos deles e ver que eles têm menos.*”

(...)

Alteração genética

De acordo com a coordenadora de Doenças Raras da Secretaria de Saúde do DF, Maria Terezinha de Oliveira Cardoso, a polidactilia é a mais frequente entre as malformações. “Não temos dados sobre o DF, mas o que é possível dizer é que entre 3% e 5% dos bebês nascem com algum defeito congênito, e que os dedos a mais são os mais recorrentes”, disse.

A alteração genética está ligada à hereditariedade e, ao contrário do que muitas pessoas acreditam, não há fatores externos que possam desencadeá-la. O mais frequente é que a pessoa nasça com apenas um dedo a mais em cada membro, mas há casos em que a mutação vem acompanhada de lábio leporino ou de doenças no coração.

Embora geralmente os dedos a mais funcionem bem, a cirurgia para extraí-los costuma ser recomendada. O tratamento é oferecido pela rede pública do DF, mas a mudança não chega nem a ser cogitada pela família.

Refutando a ideia de “defeito”, a aposentada Silvia afirma que a característica realmente dá muito orgulho aos hexas. Ela diz ainda que recebeu de um médico uma proposta para passar por **mapeamento genético**, mas que recusou por medo de que os filhos ficassem complexados sem necessidade.

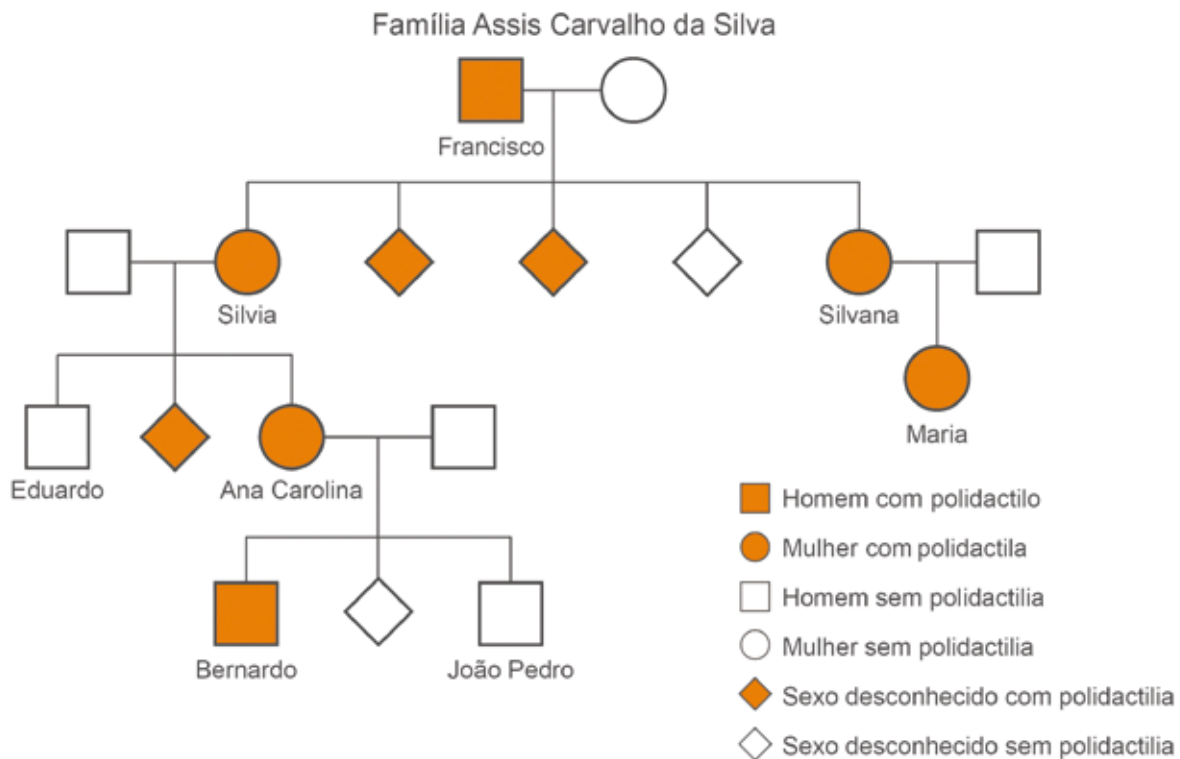
“*Ter dedos a mais não nos afeta em nada, é uma coisa maravilhosa. Para nós, é uma diferença que é qualidade. O estranho é quem não tem. Aqui, quando vai nascer bebê e fazem ultrassonografia, a pergunta não é se é homem ou mulher. Queremos saber se tem cinco ou seis dedos*”, brinca.

1 Por que a polidactilia foi considerada peculiar pela repórter que escreveu esse texto?

2 No terceiro parágrafo, Silvia, uma mulher polidáctila, afirma que seu filho, Dudu sentia-se excluído na família. O que isso te faz pensar sobre as características das pessoas?

3 Mais adiante, Ana Carolina (irmã de Dudu) conta que ter 6 dedos lhe causou incômodos quando criança, fato que Silvana vê se repetir com sua filha Maria Morena. Sobre esse tema ela diz: “...Então, peço [à professora] que a trate [Maria] sem diferenças, porque isso não é um problema”. E você, acha que isso é um problema? Justifique.

Uma forma de representar graficamente as relações de parentesco entre os indivíduos de uma família e identificar como uma característica está presente nesses indivíduos, é pelo **heredograma**. Observe o heredograma da família Assis Carvalho da Silva.



Heredograma da família Assis Carvalho da Silva.

O heredograma foi construído a partir das informações contidas no texto da notícia.

- 4 O que é possível concluir sobre a polidactilia, observando a ocorrência dessa condição na família Assis Carvalho da Silva?

- 5 Encontre no texto e transcreva um trecho que justifique essa conclusão.

Herança é uma palavra que remete àquilo que pode ser passado entre gerações. Nas normas legais, herança se refere ao conjunto de bens, direitos e obrigações que uma pessoa falecida deixa aos seus sucessores. Em termos biológicos, não é muito diferente, herança remete ao conjunto de características que os pais passam para os seus filhos. Em outras palavras, **características hereditárias** são aquelas transmitidas de pais para filhos por meio do material genético que está no núcleo de nossas células.



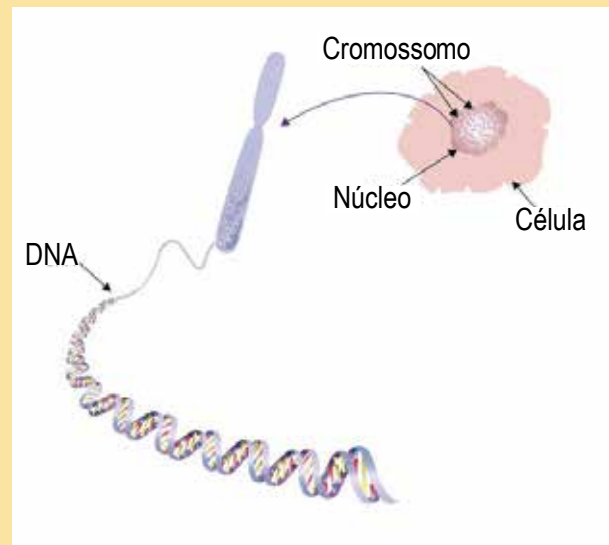
PARA SABER MAIS

Do que é feito material genético?

O material genético dos seres vivos é composto de DNA, já ouviu falar? DNA é a sigla para ácido desorribonucleico (em inglês, *Desoxyribonucleic Acid*). Essa molécula não é visível aos nossos olhos, nem ao microscópio, mas a partir de diversas evidências indiretas, vários pesquisadores participaram da criação de um modelo que representa a estrutura do DNA – a imagem da dupla-hélice retorcida, como uma escada caracol. No interior das células, o DNA está organizado em pequenos “fios” chamados de **cromossomos**. Nos cromossomos estão localizados os **genes**. Os genes são pequenos trechos dos cromossomos que contém informações que regulam as nossas características, como a cor dos olhos, altura, formato do rosto, capacidade respiratória etc. As diversas versões de um

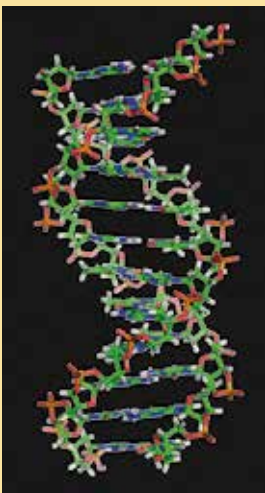
mesmo gene são chamadas de **alelo**. Considere a característica enrolar a língua em U, por exemplo. Essa é uma característica determinada por somente um gene. Assim, esse gene está localizado em um dos cromossomos humanos, juntamente com milhares de outros genes. Existem duas versões desse gene, ou seja, dois alelos. Como sempre, temos dois pares de cromossomos, temos também duas cópias de cada gene. Vamos supor que esse gene chama-se gene “T”. Seus respectivos alelos podem ser chamados de “T” e “t”. Assim, podemos ter a combinação TT, a combinação Tt ou a combinação tt.

Apesar de algumas características estarem relacionadas com somente um gene, a maior parte das características dos seres vivos são resultado de uma combinação entre os fatores genéticos e ambientais.



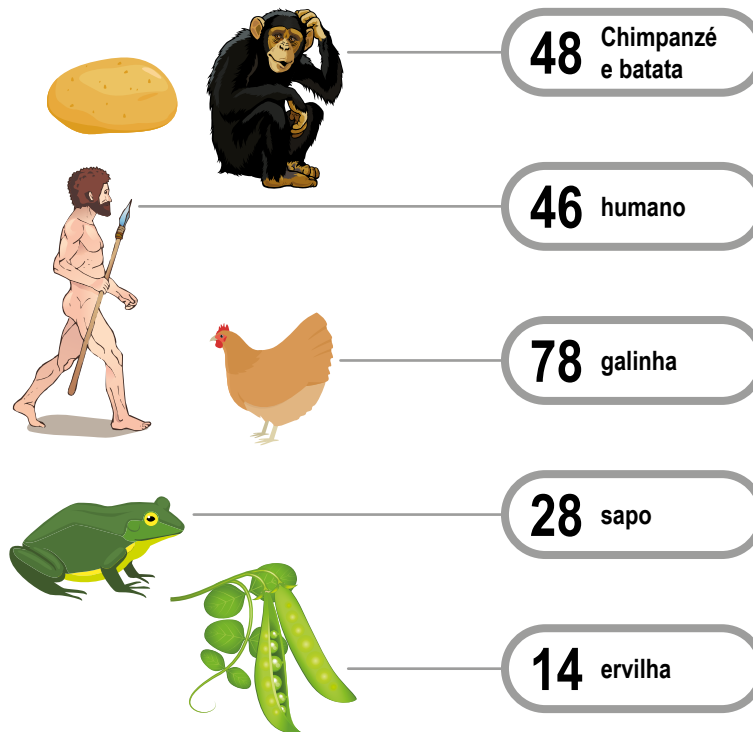
Fonte: Wikimedia Commons

Fonte: Wikimedia Commons



O número de cromossomos é representativo de uma espécie. A espécie humana tem 46 cromossomos, ou 23 pares, considerando que metade veio de sua mãe e metade do pai. Outras espécies têm outras configurações cromossômicas. Mais adiante, esse tema será retomado para discutir testes de paternidade.

batata: stockakia/Adobe Stock. Chimpanzé: insima/Adobe Stock. Homem: koljarko/Adobe Stock. Galinha: nenikime/Adobe Stock. Sapo: buletchained/Adobe Stock. Ervilha: Laurent Renault/Adobe Stock.



Número de cromossomos em diferentes espécies.

- 6 A figura a seguir representa um par de cromossomos. Indique nela como você representaria um gene e seus alelos.



Par de cromossomos de uma determinada espécie.

No caso que estamos investigando, a polidactilia foi uma, entre tantas outras características que Francisco passou para os seus descendentes, ou seja, algo que estava e, ainda está, contido no material genético das pessoas da família.

- 7 Se a condição de polidactilia é uma característica que pode ser passada de pais para filhos, porque alguns dos descendentes da família não são polidáctilos? Converse com um(a) colega e veja se entram em um consenso. Em seguida, escreva uma resposta no espaço abaixo.

- 8 Quem foi a primeira pessoa a apresentar a polidactilia na família? Segundo a reportagem, como ele adquiriu a polidactilia?

A ocorrência de polidactilia, tal qual ocorre na família Silva, é algo bastante incomum. As formas mais comuns de aparecimento da polidactilia e outras alterações físicas nas mãos ocorrem por problemas congênitos.

Características congênitas são, normalmente, associadas a anomalias e doenças adquiridas pelo bebê durante o período de gestação, de forma imprevisível, não tendo causa definida. Sabe-se que infecções, exposição a substâncias nocivas, tais como radiação, medicamentos, drogas ou álcool, além de fatores ambientais, no curso de uma gravidez, aumentam as chances do aparecimento dessas características.

É possível que a polidactilia de Francisco, primeiro membro da família a apresentar a condição (segundo a reportagem), tenha se originado de forma congênita, ou seja, durante sua vida intrauterina.

- 9 O que você faria para investigar se a condição de polidactilia em Francisco foi hereditária ou congênita? Justifique.

- 10 Agora é hora de você exercitar sua capacidade de representação. Leia o texto a seguir e elabore um heredograma sobre a ocorrência de sardas na família Fregner.

“Sardas são manchas circulares planas, de cor bege e marrom, bastante comuns no rosto de pessoas ruivas e de pele clara. Na família Fregner, alguns indivíduos têm essa característica. Dependendo da pessoa, as sardas podem variar de coloração e tamanho - podem ser avermelhadas, amarelas, bronzeadas, castanhas claras, castanhas ou pretas - mas são basicamente um pouco mais escuras do que a pele circundante. Joana, a avó de Henrique, é a uma das pessoas que não tem. Ela se casou com Jacinto, um homem ruivo com o rosto salpicado de sardas castanhas. Desse casamento nasceram Jorge, pai de Henrique, e as irmãs gêmeas Clara e Raquel. Além de Henrique, que também tem sardas, Jorge é pai de Jeferson e Camila, que não tem sardas, assim como a mãe deles. Clara e Raquel nunca tiveram filhos, mas conseguimos uma foto de uma delas.”

Fonte: <https://pxabay.com/pt/bela-sardas-merine-modelo-pessoa-1867431/>



A presença de sardas é comum em pessoas de pele clara e cabelos avermelhados.

- 11 A presença de sardas na família Fregner é uma característica congênita, hereditária ou ambas? Justifique.

ATIVIDADE 3 – Será que somente a herança genética explica quem somos?

Já está se achando diferente das outras pessoas? Ou mais parecido? Na atividade anterior, investigamos heranças de características físicas marcantes, em busca de compreender o que nos torna mais parecidos com nossos parentes do que com pessoas de outras famílias. A razão para isso é que herdamos de nossos pais um conjunto de informações genéticas, um conjunto complexo e denso, cuja combinação nos faz ser uma grande parte do que somos. Mas, se somos assim, filhas e filhos de nossos pais, porque não somos iguais a eles?

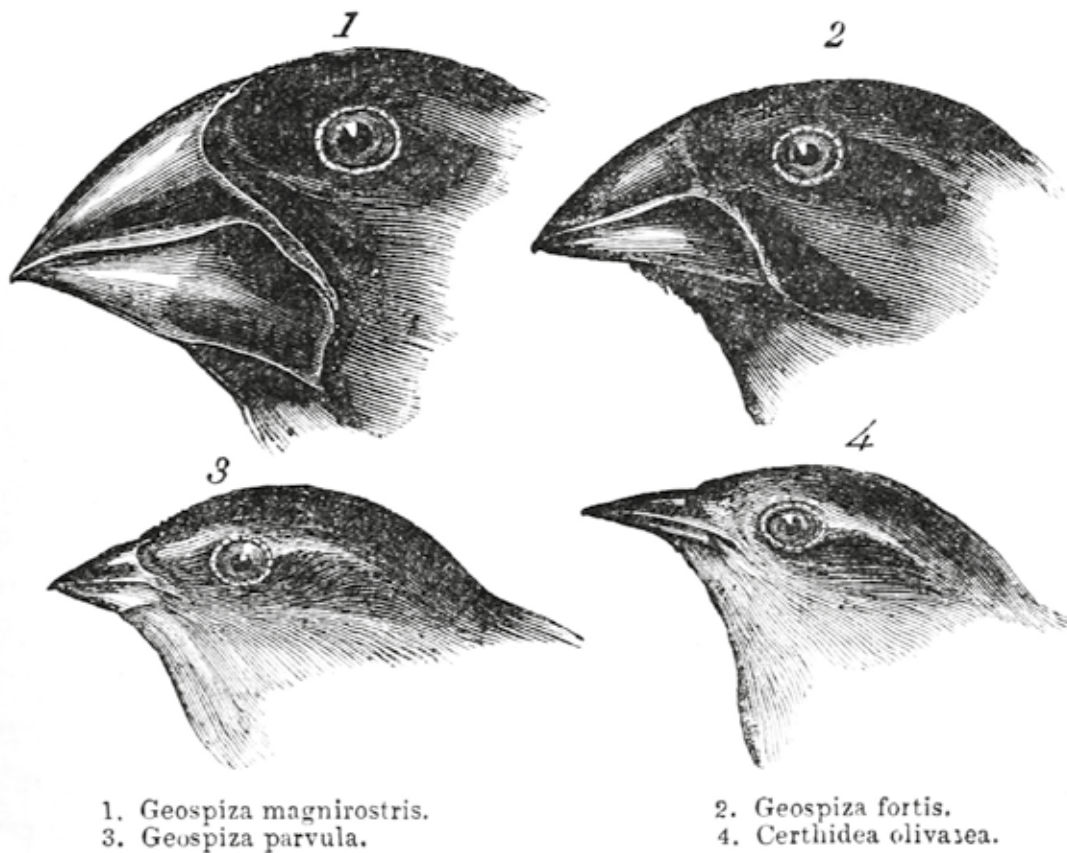
Se você já teve a oportunidade de visitar casas construídas no século XVIII e XIX, deve ter reparado que os tetos e portas eram menores do que os das casas atuais. O motivo dessa diferença é que os humanos modernos são mais altos do que os humanos que viviam nos séculos passados. Na verdade, nos últimos 150 anos, a altura média das pessoas nas nações industrializadas, aumentou aproximadamente 10 centímetros.

- 1 Explique o que, em sua opinião, é a causa desse aumento, e que evidências você utilizaria para convencer um(a) colega sobre isso.

2 Sendo assim, do que depende a altura de uma pessoa?

Suponha, por exemplo, que exista uma espécie de ave que vive em uma pequena ilha, e que essa população seja composta de aves com bicos diferentes. Em determinadas épocas do ano, as sementes e frutos, principal fonte de alimentos dessas aves, são de diferentes tamanhos, macias e ocorrem em abundância. Porém, em uma grande parte do ano, as únicas sementes disponíveis para essas aves são pequenas e duras. Nesse período, as aves que tem bicos grandes e poderosos conseguem rachar as sementes e se nutrir com mais facilidade que as demais aves.

Créditos: Wikimedia Commons



Os bicos de aves na Ilha de Galápagos foram um dos casos que inspiraram Charles Darwin a escrever o livro "Origem das espécies" (publicado em 1859), no qual o cientista explicou princípios da evolução e seleção natural.

- 3 Junte-se com mais dois colegas e respondam: o que vocês esperam que aconteça com o bico dessas aves nas gerações seguintes?

As aves de bico grande e poderoso sobreviverão em maior número na população, terão mais chance de se reproduzir e de ter mais filhotes, que também terão o material genético que gera bicos grandes e poderosos. Assim, a população de aves nas próximas gerações tenderá a ter bicos maiores do que a população de aves parentais.

Vamos usar esse princípio básico da transmissão de características para prever, retrospectivamente, a direção da mudança na altura do ser humano. Na Inglaterra industrial, estudos mostraram que as crianças nascidas em classes socioeconômicas mais baixas tinham, em média, estatura menor do que as crianças nascidas em classes socioeconômicas mais altas. Sabemos também que famílias mais pobres tinham um número maior de crianças.

- 4 Dadas essas condições iniciais, e considerando o que você discutiu sobre o bico das aves, o que você prevê que aconteceria com a estatura da população, na Inglaterra, após certo período de tempo?

- 5 Essa previsão é contraditória com os dados apresentados no início dessa atividade: “o aumento médio de estatura das pessoas em nações industrializadas”? Por quê?

Se os princípios evolutivos que conhecemos não explicam o aumento na altura da população humana, o que explicaria? A maioria dos geneticistas acredita que a melhora na nutrição da infância tenha sido o fator mais importante para permitir que os seres humanos aumentassem de forma tão veemente em estatura. E algumas evidências podem nos ajudar a compreender melhor esse processo.

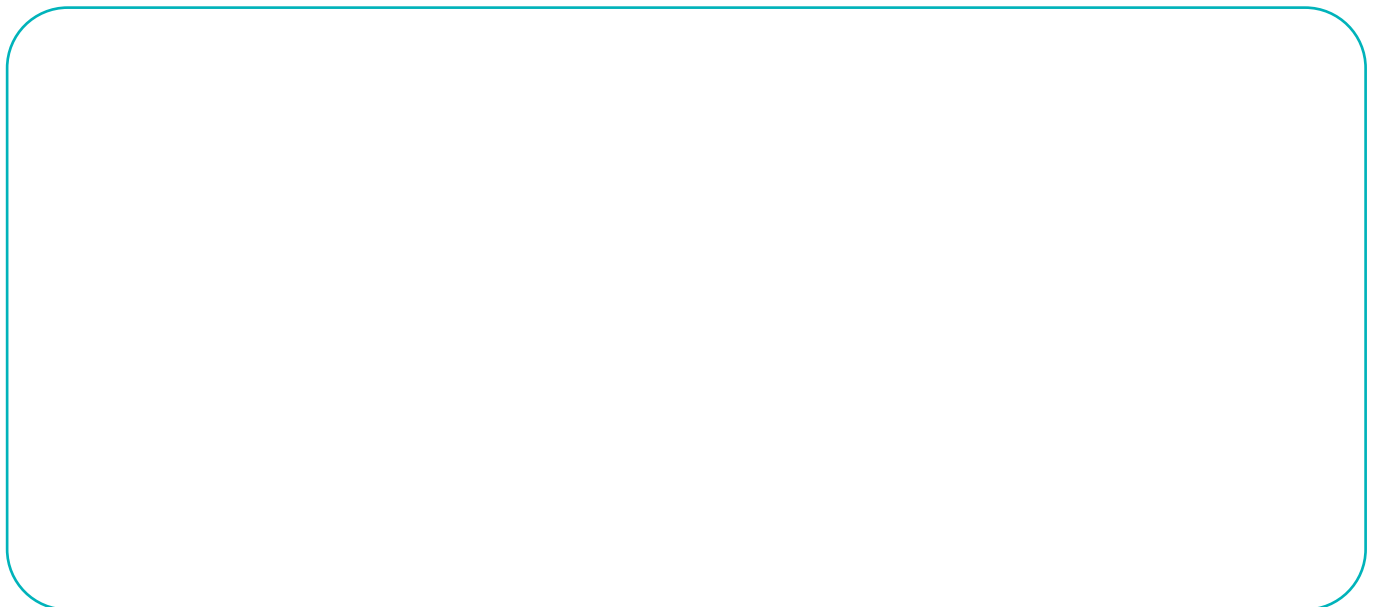
Primeiro, o aumento de altura observado não foi contínuo desde os primórdios da civilização humana; começando, em algum momento, somente em meados do século XIX. Os exames históricos de esqueletos não mostram diferenças significativas em altura da Idade da Pedra até o início dos anos 1800.

Em segundo lugar, a tendência para aumentar a altura se estabilizou em grande parte do mundo, sugerindo que existe um limite superior de altura além do qual nosso material genético não está preparado para nos levar, independentemente de melhorias ambientais.

Em terceiro lugar, condições de má nutrição estão bem correlacionadas com uma estatura menor. As alturas de todas as classes de pessoas, desde os trabalhadores das fábricas até os ricos, aumentaram à medida em que a qualidade, a produção e a distribuição dos alimentos se tornaram mais confiáveis, embora as diferenças de classe ainda continuem.

Os **genes** contêm informações sobre as potencialidades das características das espécies e de cada indivíduo. Dadas ótimas condições em um ambiente, o limite de altura é apenas uma das muitas limitações da vida e, certamente, não é a mais restritiva. Mas esse exemplo nos ajuda a compreender a influência que os fatores ambientais possuem na constituição do que somos e na modelagem de nossas características.

- 6 Reúna-se com um(a) colega e tente representar em um gráfico essas ideias. Em um dos eixos, coloque alturas possíveis em uma população e, no outro eixo, condições de alimentação.



ATIVIDADE 4 – O que muda de pais para filhos?

Refleta um pouco sobre as semelhanças entre você e seus parentes e sobre o surgimento de novos indivíduos. Em nossa espécie, esse processo está intimamente relacionado com a reprodução sexuada, um tipo de reprodução em que há formação de gametas e a fecundação (ou fusão de gametas). Mas como se originam esses gametas? O que há no interior deles? São eles diferentes das demais células humanas? Por quê? Vocês investigarão esses processos na atividade prática a seguir, partindo de um modelo que busca construir uma representação dos gametas e suas constituições genéticas, e de como a combinação genética dos nossos pais e antepassados são fundamentais para a constituição do nosso material genético.



ATIVIDADE PRÁTICA





As próximas gerações

Materiais (para cada grupo):

- Envelopes
- Canetas hidrocor ou lápis de cor
- Recortes das formas geométricas das páginas 265 a 271
- Uma tesoura, dois dados e uma moeda

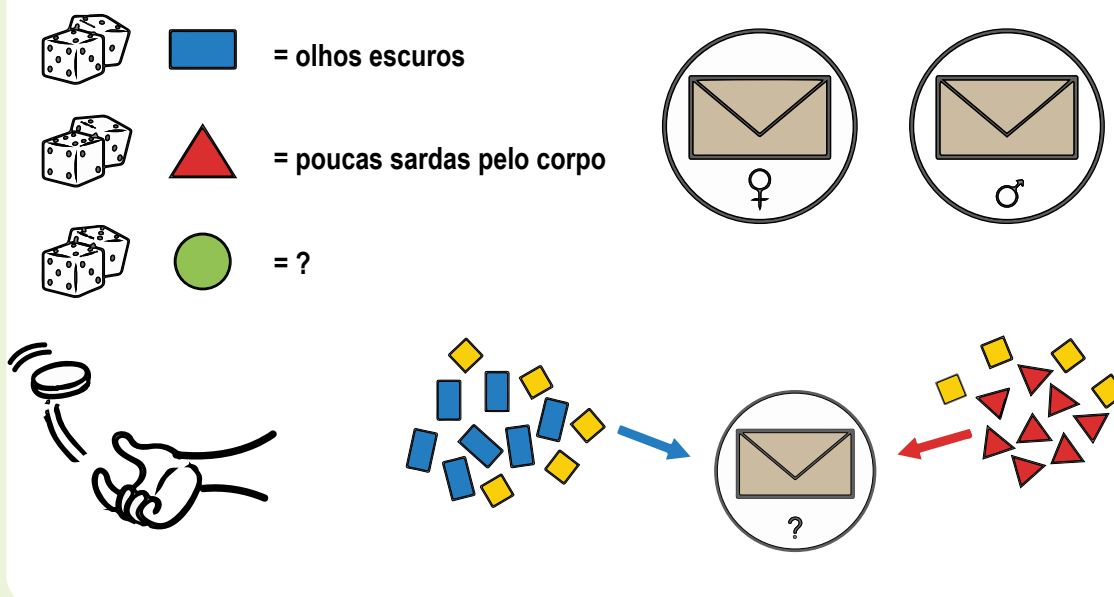
Procedimentos

Formem grupos de três integrantes. Vocês trabalharão com três características: cor do olho, sardas e pelos. Recortem os papéis em pequenos pedaços de retângulos, círculos e triângulos. Para começar, vocês devem montar dois indivíduos: uma fêmea e um macho, cujas características serão aleatorizadas de acordo com o que está representado na tabela. Utilizem a moeda para sortear qual sexo será gerado primeiro e dois dados para sortear as características.

Cor	Formato	Característica	Número do dado
Azul		Olhos claros	2 a 6
		Olhos escuros	7 a 12
Vermelho		Muitos pelos pelo corpo	2 a 6
		Pelos apenas nas axilas e genitais	7 a 10
		Ausência de pelos	11 a 12
Verde		Sardas em abundância pelo corpo	2 a 3
		Sardas escuras no rosto	4 a 5
		Poucas sardas pelo corpo	7 a 8
		Sardas claras no rosto	9 a 10
		Sardas nos ombros apenas	10 a 11
		Ausência de sardas	12
Amarelo		Parte do gene que não manifesta característica	

Exemplo:

- Escrevam em um envelope fêmea (♀) e no outro macho (♂). Sorteiem o primeiro indivíduo a ser gerado.
- Inicie a aleatorização das características. Se você lançar os dados para a característica “cor dos olhos” e for sorteado o número 7, o indivíduo terá olhos escuros. Coloquem o número equivalente de retângulos dentro do envelope correspondente. Adicione 5 losangos amarelos para completar 12 recortes dessa característica. Outro exemplo, o sorteio do número 8 para a característica “sardas” gera um indivíduo com poucas sardas pelo corpo; e você deve colocar esse número de círculos no envelope. Adicione 4 losangos amarelos para completar os 12 recortes dessa característica.
- Faça os sorteios de dados para as três características e repita o procedimento para o indivíduo do outro sexo. Ao todo, os envelopes devem conter 36 recortes, entre retângulos, triângulos, círculos e losangos. Veja o esquema a seguir.



Escrevam as características dos dois indivíduos por fora do envelope e façam previsões:

- ❖ Se fosse possível realizar um cruzamento entre esses dois indivíduos, que características poderiam ter os descendentes deles?

Troquem os envelopes com outros grupos. Ao final das trocas, cada grupo deverá estar com um indivíduo fêmea e outro macho, sendo que, pelo menos um deles deve ser diferente do que vocês geraram. Anotem os dados parentais na tabela a seguir:

Indivíduos parentais:

♀	Nº	Característica

♂	Nº	Característica

- ❖ Antes de abrir os envelopes, façam uma nova previsão, ou seja, como poderão ser os descendentes do cruzamento entre esses dois indivíduos. Registre.

Promovam um cruzamento entre os dois indivíduos parentais e descubram as características de um primeiro descendente. Para isso, vocês deverão formar os gametas masculino e feminino. Desta vez, utilizem a moeda para realizar a aleatorização desses gametas, de acordo com a tabela a seguir:

Tabela aleatorização de gametas

Característica/Face	Cara	Coroa
Cor dos olhos	Retirar $\frac{1}{4}$ dos recortes retangulares e completar com losangos até atingir o total de 6 recortes.	Retirar $\frac{3}{4}$ dos recortes retangulares e completar com losangos até atingir o total de 6 recortes.
Pelos	Retirar metade +1 dos recortes triangulares e completar com losangos até atingir o total de 6 recortes.	Retirar metade -1 dos recortes triangulares e completar com losangos até atingir o total de 6 recortes.
Sardas	Retirar $\frac{3}{4}$ dos recortes circulares e completar com losangos até atingir o total de 6 recortes.	Retirar $\frac{1}{4}$ dos recortes circulares e completar com losangos até atingir o total de 6 recortes.




Se for necessário, dividam os recortes com a tesoura. Anotem os resultados na tabela “gametas” a seguir. Notem que cada gameta será composto por um total de 18 recortes.

Gametas

Gameta	♀	♂	Losangos complementares
Retângulos			
Círculos			
Triângulos			

- ❖ Façam a combinação desses gametas e anotem o resultado do primeiro descendente na tabela “Primeiro descendente” a seguir. Utilizem a moeda para sortear o sexo.

Primeiro descendente:




	Sexo	♀	♂
Formato	Nº	Característica	
			
			
			




- ❖ O primeiro descendente é similar à geração parental? Justifique em relação à previsão que fizeram anterior ao cruzamento.




- ❖ Volte os recortes aos envelopes na condição original (tabela indivíduos parentais) e faça mais três cruzamentos, respeitando as regras de aleatorização de gametas.

Anote os resultados na tabela “Três descendentes”:

Três descendentes:

	Sexo	♀	♂
Formato	Nº	Característica - Descendente 2	
			
			
			

	Sexo	♀	♂
Formato	Nº	Característica - Descendente 3	
			
			
			

	Sexo	♀	♂
Formato	Nº	Característica - Descendente 4	
			
			
			

- ❖ Compare os resultados que obtiveram nesses três indivíduos com o primeiro descendente. O que é possível constatar a partir dessa análise?

Escolham um, dentre os quatro descendentes e promovam um cruzamento com um descendente de outro sexo e de outro grupo de estudantes da sua sala.

- ❖ Descreva como são os descendentes da segunda geração. Procure saber de outros grupos como são esses indivíduos.



- 1 Pensando nos processos da reprodução sexuada, investigada nesta atividade, explique qual é o papel da aleatorização dos recortes constituintes dos gametas.

Estudante, esse modelo tenta aproximar você do que acontece na reprodução sexuada. A formação dos gametas é um importante passo nesse processo, pois são nessas células que se encontram as informações que darão origem a um novo indivíduo após a fecundação. Os sorteios utilizando dados e moedas nos ajudam a compreender que esse sistema é aleatório, ou seja, que um gameta sempre será diferente do outro. Aqui, trabalhamos com três características apenas, mas no montante geral das características que compõem os indivíduos, o número de gametas aleatorizados pode ser gigantesco. No ser humano, por exemplo, são aproximadamente 19 mil genes. Outra coisa que você deve saber é que um gene pode ser responsável pela manifestação de mais de uma característica. Ou, então, pode se combinar com outros genes, gerando características diferentes. Neste modelo, a manifestação da característica foi simplificada para que possamos entender o que ocorre com as possíveis combinações genéticas de uma espécie hipotética. Basta lembrar que existem milhares de cores de olhos, não apenas clara e escura. Também devemos pensar que, no modelo, analisamos apenas uma fração do tempo. Estamos falando aqui de poucas gerações, três no máximo. Sabemos que ao longo da história evolutiva das espécies, essa variação depende de muitos fatores, como o tempo de vida das espécies e o ambiente que elas ocupam, sendo este último um importante fator de seleção natural.

2 Explique como seriam os gametas que originam os indivíduos gêmeos.

ATIVIDADE 5 – Sol: amigo ou inimigo?

Até a Atividade 4 investigamos o que nos caracteriza fisicamente, olhando para algumas questões de hereditariedade e influências ambientais na manifestação, seleção e permanência dessas características nas populações de seres vivos. Investigamos também, por meio de um modelo teórico e fictício, como essas características são transmitidas de pais para filhos.

Para aprofundar o entendimento sobre essas questões, a seguir, você analisará o caso de uma síndrome hereditária muito frequente no povoado de Araras (GO): o Xeroderma Pigmentoso, ou XP. Nesse povoado, a incidência é de 1 indivíduo XP para cada 40 habitantes. No mundo, estima-se que a doença afete uma a cada 200 mil pessoas.

Siga as recomendações de seu(sua) professor(a) para se informar do contexto, causas e consequências relacionadas a essa condição.

- 1 É notável para você que, no povoado de Araras, a incidência da síndrome XP é maior do que a incidência mundial? Explique para um(a) colega essa relação.

O documentário Sol Inimigo, produzido por Leandro Cunha, que relata o drama de algumas das famílias de Araras, inicia contando que o povoado surgiu em 1965, fundado por famílias rurais que tinham por costume realizar casamentos consanguíneos, um hábito decorrente do “isolamento geográfico e dos laços afetivos”. Consanguinidade significa afinidade por laços de sangue, ou seja, casamentos consanguíneos são aqueles realizados entre parceiras e parceiros parentes, como primos. Nesse tipo de relação, são maiores as chances de apresentar condições ou doenças, como albinismo, microcefalia, nanismo e XP, entre outras.

- 2 O povoado de Araras surgiu da união de três famílias. Mesmo assim, existem pessoas nesse povoado, filhas e filhos de parentes próximos, que não possuem ou manifestam essa doença. Elabore uma explicação para esse fato.

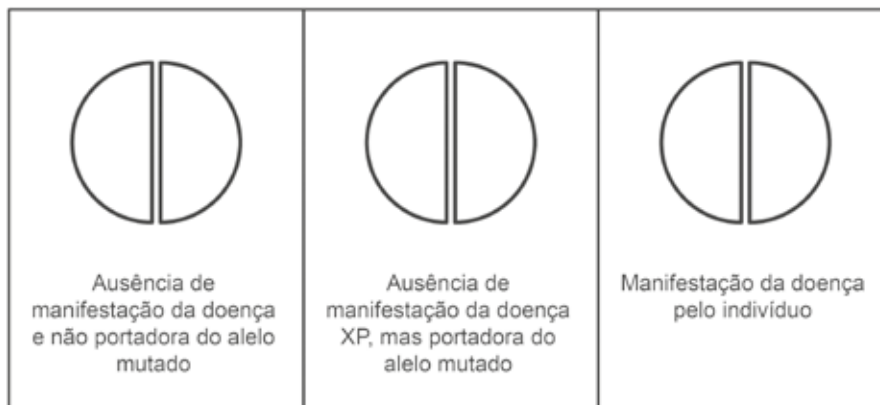
Tal qual o modelo, utilizado na atividade anterior para investigar a formação de gametas e transmissão de características hereditárias, as pessoas, que vivem no povoado de Araras e que manifestam a síndrome XP, carregam esse problema em seu material genético. O material genético de cada indivíduo, na espécie humana, é constituído por metade originada de um pai e metade originada de uma mãe. E a síndrome XP é acarretada por uma mutação ocorrida em um gene. Assim, temos dois alelos para esse gene: um que pode acarretar a síndrome e outro que não. Para que a síndrome XP se manifeste na pessoa, é necessário que ela tenha dois alelos que acarretem a síndrome, ou seja, que nos dois cromossomos do par, estejam presentes esses alelos. Se a pessoa tiver apenas um alelo que pode causar a doença e o outro alelo for o saudável, ela não irá manifestar a doença.

Vamos representar o gene dessa síndrome como um semicírculo. O alelo que não causa a síndrome será branco e o alelo que causa será cinza.



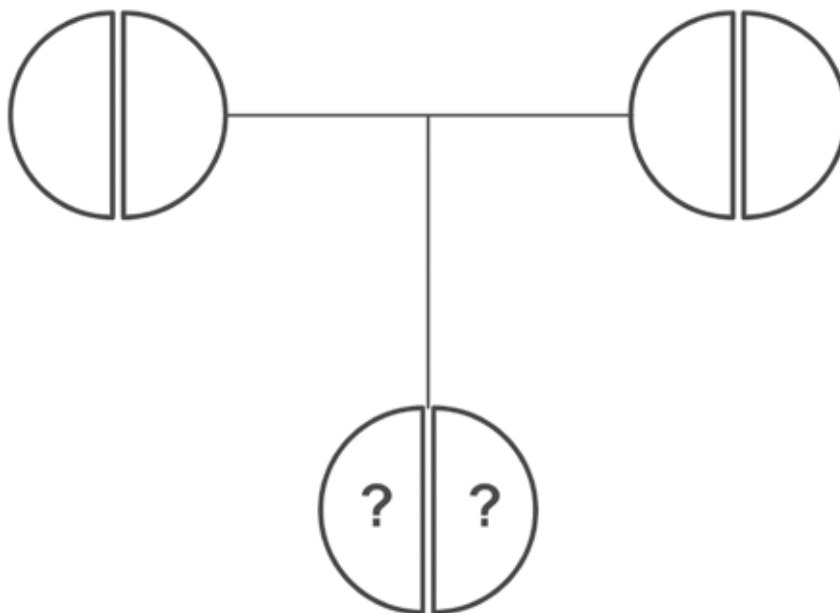
Nessa representação, a herança gênica é composta pela união de dois semicírculos, já que sempre temos dois pares de cromossomos, ou seja, dois alelos daquele gene. A coloração cinza representa qualquer tipo de mutação no gene que pode acarretar a síndrome. Para que a síndrome XP se manifeste, é necessário que ambos os alelos estejam mutados. Do contrário, a pessoa não apresentará a doença. O fato de não apresentar a doença não evita que a pessoa seja portadora de uma cópia do alelo mutado, e que poderá gerar descendentes doentes, a depender de sua parceira ou seu parceiro.

- 3 No espaço a seguir, pinte os semicírculos para representar as três possibilidades genéticas associadas à doença XP:



- 4 Suponha que você conheceu um bebê recém-nascido no povoado de Araras, filho de um pai XP e uma mãe portadora da mutação no alelo. Considerando esses pais, quais são os gametas que o pai e a mãe podem produzir?

- 5 Considerando os gametas produzidos pelos pais, quais são as chances de esse indivíduo apresentar a síndrome? Utilize o heredograma a seguir para responder essa questão, pintando os semicírculos e indicando quem é o pai e quem é a mãe, de acordo com as informações presentes no enunciado da questão 4.



O relato a seguir, proferido por uma das entrevistadas do documentário “Sol inimigo” conta um pouco do sentimento dela em relação à sua condição física.

“A gente (...) fica com vergonha né, o povo fica assim, reparando né, o tipo da gente, (...) o tipo de doença, assim, a vista pra todo mundo né? (...) a gente é diferente dos outros, então a gente fica constrangido, fica assim mais, descrente, fica descontente de ser assim no meio do público.”

- 6 Por que você acha que ela se sente assim?

A síndrome XP se manifesta nos indivíduos, essencialmente na forma de cânceres de pele, que ocorrem, majoritariamente, nas faces e extremidades. Essas são as áreas do corpo mais sujeitas a incidência de luz solar: são principalmente os raios ultravioletas (UV) provenientes do Sol que geram estes cânceres. Importante notar que a incidência de luz solar pode causar câncer de pele em todos nós, pois os raios UV causam lesões no DNA, no material genético, das células da pele.

Mas os organismos têm algumas formas de evitar esses tipos de câncer, com mecanismos de reparo do material genético (apesar dos raios UV causarem alterações no DNA, há alelos que produzem proteínas que “consertam” esse DNA danificado). Por isso, quanto mais tempo de exposição aos raios UV ao longo da vida, maior a chance de manifestarmos câncer de pele, pois nossos mecanismos de reparo podem, eventualmente, falhar. Neste caso, essa doença – o câncer de pele – **é uma característica adquirida** (apesar de acontecer no material genético e ser considerada uma característica genética, não é hereditária, é adquirida ao longo da vida do indivíduo, por conta de relações entre os fatores genéticos e ambientais).

Na condição XP, o mecanismo de reparo que lida com lesões no DNA, causadas pelos raios UV, é falho, por causa do alelo mutante. Isso acarreta uma maior incidência de cânceres nesses indivíduos (1.000 vezes maior que uma pessoa que não tenha a síndrome XP). Os alelos que geram a condição XP são herdados de pais para filhos. São, portanto, **características hereditárias**.

Não há cura para a doença, mas há como evitar o agravamento dos sintomas e dar melhores condições de vida aos pacientes XP. Devido à sua localização geográfica, grande parte das atividades diárias dos moradores de Araras ocorre sob o sol escaldante. Não há lugares preparados para lidar com essa situação, nem no trabalho, nem na escola, nem no lazer. Ao mesmo tempo, para evitar o aparecimento de cânceres, os(as) pacientes XP devem se proteger da exposição a luz solar.

7 Escreva um breve texto para explicar o título da atividade: Sol: amigo ou inimigo?

ATIVIDADE 6 – Teste de paternidade e análise cromossômica

Já investigamos que as características hereditárias são passadas de pais para filhos. Vamos agora aprofundar nosso conhecimento sobre a herança genética analisando o caso de Bilu, um pequeno bulldog, cujo pai é desconhecido.



Créditos: Pixabay

Quem é o pai de Bilu?

Bilu nasceu em um canil de criação de bulldog inglês. Ele foi o único filhote de sua mãe, no entanto, os criadores não sabem dizer quem é o pai de Bilu. Para qualquer leigo, saber quem é o pai do pequeno cãozinho pouco importa. Mas, para o mercado de compra e venda de filhotes, saber qual é o pedigree do animal pode gerar diferenças significativas nos ganhos dos criadores. Um bulldog inglês pode chegar a valer 10 mil reais. Por causa disso, os criadores decidiram consultar um geneticista, a fim de confirmar a paternidade de Bilu. Veja, a seguir, as imagens dos possíveis pais dele:



Créditos: Pixabay

1

Créditos: Pixabay

2

Possíveis pais de Bilu.

- 1 Se você fosse contratado como geneticista do canil, como faria para descobrir quem é o pai de Bilu?

- 2 Você acha que os criadores confiarão na sua forma de constatar, quando baseada apenas na observação das características físicas?



ATIVIDADE PRÁTICA

Quem é o pai deste cachorro?

É cada vez mais comum o teste de paternidade (baseado em DNA) para verificar se um(a) filho(a) é descendente de um determinado indivíduo ou de outro. Nesta prática, vamos descobrir como funciona o teste e verificar se podemos ajudar os criadores a descobrirem quem é o pai do Bilu.

- a) Com base no que você investigou até agora, como você acha que é realizado esse teste?

- b) Se toda espécie tem, em geral, um número fixo de cromossomos, como vimos ao final da Atividade 4, você acha que investigar sobre essa perspectiva, ou seja, analisar em microscópio as células dos possíveis pais de Bilu para verificar o número de cromossomos, trariam respostas sobre a paternidade do cão?

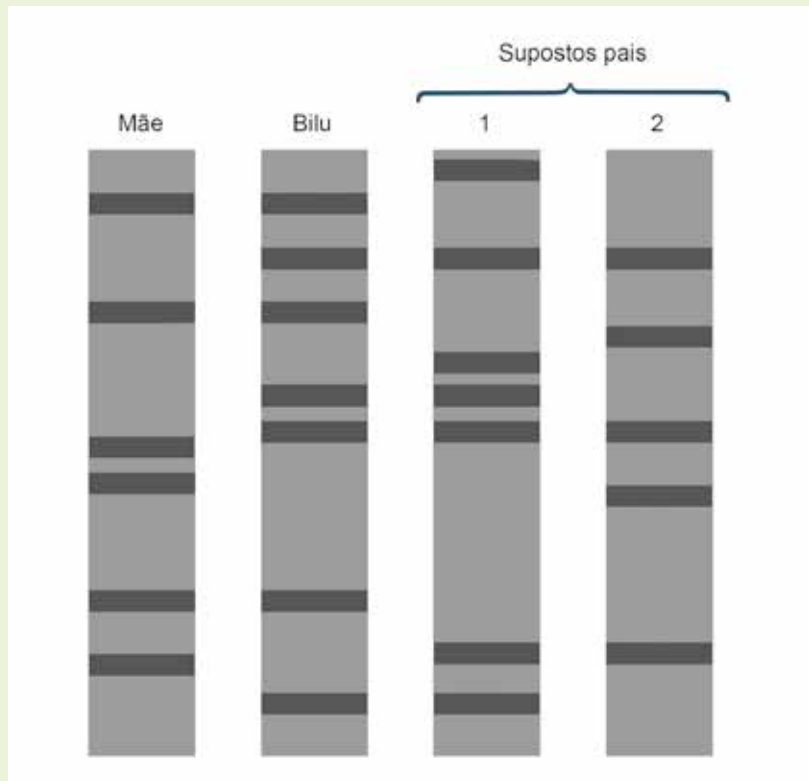
Para investigarmos a paternidade, não podemos pensar apenas no número de cromossomos e, sim, em outras informações presentes no material genético. Os seres vivos que se reproduzem de maneira sexuada carregam um arranjo de alelos nos cromossomos, sendo que metade do seu material genético é originado do pai e a outra metade da mãe. Por isso, é de se esperar que familiares compartilhem mais similaridades genéticas entre si do que não familiares. Vamos ver como isso acontece na prática. Observe a demonstração que seu(sua) professor(a) irá realizar.

- c) O que representam as linhas horizontais desenhadas na lousa?

- d) Compare as linhas horizontais e explique se o indivíduo investigado é realmente o pai da criança.

Mais uma vez podemos ver que a metade do material genético de uma pessoa vem de sua mãe, e outra metade, do seu pai. Os segmentos de material genético investigados nos permitem afirmar que dois pedaços do material genético da criança foram originados de sua mãe (5 e 35 cm) e dois pedaços foram originados de seu pai (10 e 20 cm). É dessa maneira que investigamos a paternidade atualmente. Vale lembrar, novamente, que esse modelo tem limitações. Neste caso, os segmentos de material genético foram simplificados para 4 cortes apenas. Os testes de paternidade realizados atualmente são baseados em muitos pedaços de material genético.

Você acabou de receber o resultado do teste de DNA realizado com Bilu e seus supostos pais. Veja a seguir as imagens.



Teste de paternidade de Bilu.

3 Com base nas imagens do teste de paternidade, quem é o pai de Bilu?

4 Além do teste de paternidade, que outras situações o teste de DNA pode ajudar a resolver?

ATIVIDADE 7 – Reprodução sexuada e assexuada

- 1 Nem toda espécie se reproduz por meio da reprodução sexuada, ou seja, por meio da fusão de gametas. Você sabia disso? Conhece alguma espécie que se reproduza de outra forma?

Conversamos com a produtora de flores Alice Bloemen, especialista em cultivo de crisântemos que vai nos esclarecer um pouco sobre esse processo de reprodução não sexuada em plantas.

Entrevistador: *Alice, como e quando você chegou ao cultivo de flores?*

Alice: Desde pequena sou encantada por flores. Minha mãe era dona de uma funerária e eu adorava quando chegavam os carregamentos de flores, semanalmente, uma mais linda que a outra, coloridas.

Entrevistador: *Como é o trabalho com produção de flores, muito difícil?*

Alice: Olha, é trabalhoso, como qualquer ramo de agricultura. A gente não pode deixar de visitar nossos cultivos diariamente, temos que verificar como estão crescendo, se já estão no ponto da colheita, cuidar para que as pragas não interfiram na qualidade das folhagens e flores.

Entrevistador: *O que um florista não pode deixar de saber para ter sucesso nessa profissão?*

Alice: Bem, eu acho que é importante conhecer como é o ciclo de vida das plantas que você trabalha, lidar com oscilações do mercado, variabilidade das espécies, com o fluxo de entregas e a diversificação.

Entrevistador: *Como assim?*

Alice: É que as plantas com flores, no geral, se reproduzem de forma sexuada. Isso quer dizer que para que se forme uma semente é necessário que haja a fusão de gametas masculino e feminino. No entanto, as flores que eu cultivo, os crisântemos, também se reproduzem de maneira assexuada, por meio de estacas.

Entrevistador: *Como é isso?*

Alice: Bem, primeiro eu compro sementes de boa qualidade. Como já expliquei, essas sementes são oriundas de reprodução sexuada. Essas sementes são a base da minha diversidade. Planto elas



Créditos: Pixabay

e espero crescerem até se tornarem adultas, ou seja, prontas para florir, mais ou menos uns 40 cm do chão. O rendimento médio de germinação das sementes de crisântemo, por exemplo, é de quase 80%. Mas o pacote de sementes custa, em média, R\$ 2,50 um saquinho com 20 sementes.

Entrevistador: *E quanto você vende atualmente por semana?*

Alice: Vendo em torno de 5 mil mudas por semana.

- 2 Faça os cálculos para descobrir quanto Alice deve desembolsar financeiramente (em reais por mês) para cumprir sua meta de vendas, considerando apenas a reprodução sexuada, ou seja, plantas oriundas de sementes.

Entrevistador: *Uau, tudo isso? E vale a pena?*

Alice: Pois é, por isso estava te explicando sobre a reprodução assexuada nos crisântemos, que é feita por meio de estacas. Compro as sementes apenas para ter matrizes. Mantenho as matrizes em uma condição controlada, dentro de uma estufa, onde ficam longe de pragas e podem se desenvolver de acordo com meus interesses, flores brancas, vermelhas, laranjas. Isso assegura a qualidade dos meus clones.

Entrevistador: *Clones?*

Alice: Sim, clones. As estacas são pedaços da planta que retiro das ponteiros das plantas matrizes com seis centímetros de comprimento. Depois, coloco em vasos para enraizar. Após duas semanas elas já estão enraizadas e prontas para serem plantadas no solo. Cuidando da adubação, irrigação e insolação, posso chegar a ter mais de mil mudas de cada matriz por ano. Isso reduz muito meus gastos com sementes. Me dá o trabalho apenas de fazer os cortes nas ponteiros, que chamamos de estacas. Essas estacas contêm as células necessárias para o desenvolvimento de uma planta inteira, cujas flores serão idênticas a das plantas matrizes que lhe deram origem.

Entrevistador: *E quais são as implicações desse tipo de reprodução por estacas para a variabilidade das plantas que você cultiva?*



3 Escreva a seguir uma resposta para a pergunta do entrevistador.

4 Por que, de tempos em tempos, o cruzamento entre matrizes é necessário na produção de crisântemos?

5 Quais são as vantagens e as desvantagens de usar estacas na produção de crisântemos?

6 De acordo com a explicação de Alice, você diria que irmãos gêmeos na espécie humana são clones? Justifique.



SALA DIGITAL

Agora que você conhece um pouco mais sobre a reprodução sexuada e assexuada em plantas, pesquise outro ser vivo, de interesse comercial, que se reproduza de maneira assexuada. Você deve caracterizá-lo e descrever as possíveis vantagens e desvantagens relacionadas à sua comercialização, considerando esse modo de reprodução.

- 7 Complete o quadro comparativo a seguir, evidenciando diferenças e semelhanças entre a reprodução sexuada e assexuada.

Quadro comparativo entre reprodução sexuada e assexuada		
	Reprodução assexuada	Reprodução sexuada
Número de organismos envolvidos para a produção de novos organismos		
Tipos	Brotação, reprodução vegetativa, fragmentação, formação de esporos	Singamia e conjugação
Vantagens		
Desvantagens		
Evolução	A variação na reprodução assexuada depende de mutações correntes nos organismos que serão mantidas após os eventos de divisão celular.	A reprodução sexuada leva à variação genética em novas gerações de prole, devido a combinação de genes parentais.
Envolvimento de células sexuais		
Unidade de reprodução		
Tempo assumido		
Número de descendentes		

Fonte: Adaptado de: https://www.diffen.com/difference/Asexual_Reproduction_vs_Sexual_Reproduction

- 8 Lembre-se que na Unidade 3 foi discutida a origem da vida? Pensando sobre os processos investigados daquela unidade, o que você diria que surgiu primeiro na Terra, a reprodução sexuada ou assexuada? Justifique.

ATIVIDADE 8 – Por que somos iguais e diferentes ao mesmo tempo?

Nesta unidade, você investigou que todas as modificações nos seres vivos se dão em três níveis: variação, seleção e tempo. Descobriu que as gerações descendentes se assemelham às gerações parentais, mas, como vimos anteriormente, cada descendente é único. Investigou que ao longo de muitos milhares de anos, pequenas mudanças em genes importantes podem modificar significativamente, uma população.

Leia o trecho da reportagem “Projeto com retratos e DNA de 104 brasileiros que tenta desvendar a força de identidade nacional”, da BBC Brasil.

Projeto com retratos e DNA de 104 brasileiros que tenta desvendar a força de identidade nacional

(escrita por Néli Pereira)

O artista plástico britânico Marcus Lyon fotografou 104 brasileiros de diversas cidades e regiões e analisou o DNA de cada um deles para revelar a diversidade cultural do país.

Chamado de Somos Brasil, o projeto percorreu 22 mil quilômetros em seis meses para encontrar brasileiros de diferentes classes sociais, etnias e histórias com um recorte em comum: todos teriam que ser, de alguma forma, agentes de mudanças nas comunidades onde vivem.

Por isso, há desde um cacique de uma tribo no Pará que luta pela preservação da cultura indígena até uma prostituta que trabalha no combate à exploração sexual infantil, passando por empresários que lidam com projetos sociais e ativistas.

Casado com uma brasileira e pai de dois filhos - que ele considera “brasingleses” (nascidos no Reino Unido, mas que se auto definem como brasileiros) -, ele conversou com a BBC Brasil sobre o interesse na nossa identidade.

“Eu passei muito tempo no Brasil e nos Estados Unidos e o contraste entre como os norte-americanos se definem e como os brasileiros se autodefinem sempre me chamou atenção e fascinou. Nos EUA, há uma forte conexão com a ‘terra mãe’, e se fala em ser ítalo-americano, judeu-americano e por aí vai. Em contrapartida, aqui no Brasil, embora o povo tenha conhecimento da história pessoal e ligação com os antepassados, predominantemente se dizem apenas ‘brasileiros’, e eu queria entender melhor esse senso forte de identidade nacional”, disse Lyon à BBC Brasil em São Paulo (...)

Além do livro, o projeto conta ainda com um aplicativo de celular para que o público possa ouvir - em português e em inglês - as histórias pessoais de cada um dos retratados. O aplicativo

funciona a partir do site do artista (www.marcuslyon.com), e é só passar o smartphone em cima das fotos para ouvir os relatos coletados durante a viagem.

“Eu quis trazer o áudio para dar voz àqueles que não tem. Há figuras públicas e conhecidas, mas muitas pessoas comuns, com trajetórias pessoais fascinantes”, conclui.

(...)

Adaptado de: <http://www.bbc.com/portuguese/brasil-36945257>, acesso em: 12 fev. 2018.

Acesse a reportagem em questão para conferir imagens e trechos de relatos que as acompanham, partes do projeto do artista Marcus Lyon.

1 Como você caracterizaria esse grupo de brasileiros?

O projeto do artista fotográfico Marcus Lyon envolveu a confecção de retratos de mais de 100 pessoas do Brasil, numa tentativa de capturar a identidade do país no século XXI. Ao entrevistar cada pessoa, ele coletou amostras de DNA para revelar a herança individual. O trabalho resultante é mais um estudo antropológico, mesclando arte e ciência do que fotografia apenas. Tal como cientistas alinham e comparam sequências de material genético entre espécies para diferenciá-las, dentro de uma mesma espécie, é possível identificar diferenças nas populações por meio das semelhanças e diferenças contidas nas informações genéticas dos indivíduos e populações.

2 Observe o quadro a seguir, que mostra um comparativo de entrevistados(as) de Marcus Lyon em relação à origem, em porcentagem, do material genético de cada um deles. O que é possível perceber sobre a identidade genética desses brasileiros?

Nome	África	Ásia	América	Europa
João Jorge Santos Rodrigues	80	3	2	15
Bruno dos Santos	42	1	11	46
Dayse Beatriz Barreto de Oliveira	9	10	12	69
Andressa Sousa do Nascimento	21	–	13	66

Paola M. de Bourbon Orleans e Bragança S.	–	–	–	100
Anthony Lawrence da Rocha Azevedo	2	–	–	98
Sylvia Albernaz Malhado do Carmo Guimarães	6	9	–	85
Leila Velez Hespanha	32	3	12	53
Bekwynhka Kayapó	–	–	100	–
Ana Claudia de Lima Quintana Arantes	3	3	–	94
Eliane Brum	–	–	–	100
Jorge Gomes de Oliveira Brand	4	3	2	91
Dagmar Rivieri Garroux	2	–	–	98
Luiza Helena Trajano Inácio Rodrigues	19	–	–	81
Julio Renato Lancellotti	–	19	–	81
Claudia Dias Batista de Souza	6	3	5	86
Luiz Roberto Barros Mott	2	2	–	96
Enock Boaventura Silva	2	–	2	96
Maria de Lourdes Araújo Barreto	17	6	12	65
Eduardo Matarazzo Suplicy	1	9	2	88
Antonio José de Amorim	64	1	12	23

3 Você esperava que o DNA europeu estivesse tão presente na constituição dos sujeitos entrevistados por Lyon? Justifique.

UNIDADE 6

Manipulação genética de seres vivos

PRIMEIRAS PALAVRAS

No ano de 2016, nasceu um bebê humano filho de três pais. Abrahim Hasan nasceu no México a partir de uma técnica de fertilização *in vitro* com o material genético de três pessoas - do pai, da mãe e de uma doadora, usada para prevenir doenças provocadas por defeitos genéticos transmitidos pela mãe. Antes de Abrahim, os pais deles haviam perdido outros bebês acometidos pela síndrome de Leigh, um distúrbio neurológico fatal que acomete bebês no primeiro ano de vida. Há quem diga que essas técnicas genéticas, por não serem naturais, deveriam ser proibidas. Na verdade, o nascimento desse bebê compõe um debate muito maior na humanidade sobre o tema engenharia genética e seus efeitos: a manipulação genética de seres vivos, que já ocorre, atualmente, em muitos setores, principalmente no ramo da agropecuária. Quais são os riscos e benefícios associados a essas técnicas? Seria a adoção um caminho melhor para esses pais? **Planejar geneticamente nossos filhos ou adotar: qual seria a melhor opção?**







LABORATÓRIO DE EDUCAÇÃO DIGITAL

Domesticação animal

Imagens: Pixabay



Juntem-se com outra dupla. Vocês quatro farão uma pesquisa sobre as relações do ser humano com um animal doméstico, preenchendo as informações solicitadas no quadro a seguir. Seu (sua) professor(a) ajudará na escolha do animal que pesquisarão.

Animal (com nome da espécie)

Em que momento da história da humanidade o ser humano se interessou por esse animal?

O que motivou o ser humano a se aproximar e/ou domesticar esse animal?

De acordo com as necessidades humanas, liste três principais ações que modificaram a forma como esse animal passou a se relacionar com o ser humano?

Referências

ATIVIDADE 2 – O sexo das moscas

Na Unidade anterior foi trabalhado o conceito de herança genética e formas de transmissão desses caracteres entre gerações parentais e descendentes.

Na Atividade 1, vocês pesquisaram um contínuo de relações entre os seres humanos e outros animais, abordando as origens dessas relações e as modificações que esses animais sofreram no curso da história de convivência com a nossa espécie.

Na Atividade 2, você vai investigar um caso que nos possibilita entender de que maneira as ações humanas podem ajudar a compreender como funcionam as bases genéticas da vida e de que forma podemos manipular algumas características dos seres vivos.

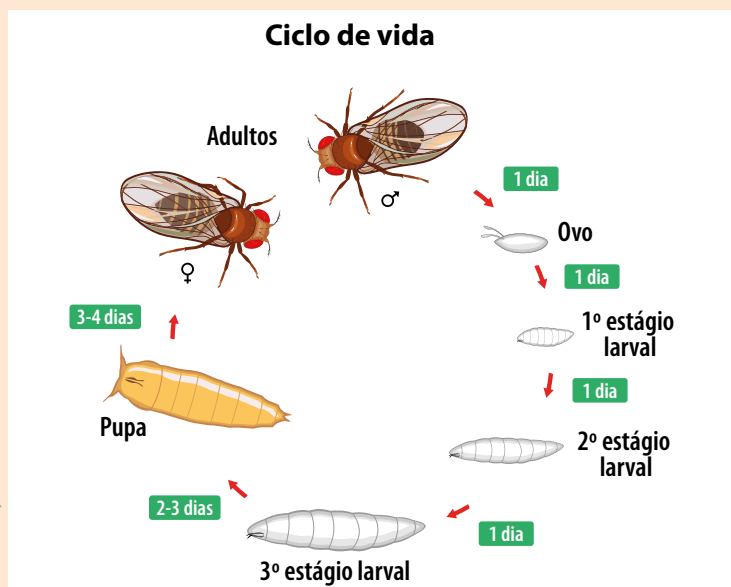
O que tem nessa mosca?

No início do século XX, um grupo de pesquisa da Universidade de Columbia nos Estados Unidos, liderado pelo zoólogo Thomas Hunt Morgan, investigava indivíduos de uma pequena espécie de mosca, conhecida como *Drosophila melanogaster*, ou mosca-da-fruta. Essas moscas eram consideradas bons modelos de pesquisa sobre origem e descendência de animais, pois sua criação podia ser realizada de maneira muito simples, com poucos recursos (tubos de ensaio, frutas e pequenos espaços). Além disso, em menos de um mês era possível ter uma geração inteira de novas moscas.



Créditos: Wikimedia Commons

Thomas Hunt Morgan
(1866-1945)

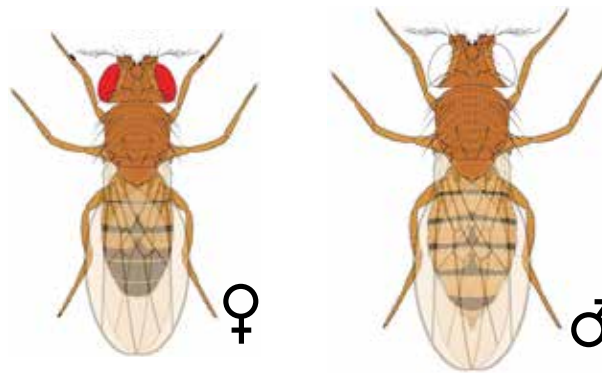


Kazakova Maryia/Adobe Stock

Ciclo de vida das *Drosophila*.

- 1 Por que as moscas-da-fruta poderiam ser consideradas bons modelos de pesquisa? Por que não estudar seres humanos, por exemplo?

Morgan e pesquisadores colaboradores investigaram minuciosamente gerações e gerações dessas moscas. Em um desses experimentos, após uma série de cruzamentos entre *Drosophilas* cuja coloração dos olhos era vermelha, apareceu um indivíduo macho de olhos brancos. Certamente, esse achado chamou muito a atenção daquele grupo de pesquisa, que continuou a realizar mais cruzamentos, encontrando outros indivíduos machos com olhos brancos.



Diferenças de coloração nos olhos de *Drosophila*.

- 2 O que poderia explicar o aparecimento de machos de moscas com olhos brancos em populações com olhos tipicamente vermelhos?

Essa e outras perguntas eram como peças de um quebra-cabeças sobre a evolução e diversificação da vida, e cada vez mais perguntas se abriam diante dos resultados. O que determina a forma das *Drosophila*? Como um organismo complexo se desenvolve de uma simples célula para uma forma específica? Como filhos com olhos brancos são originados de pais com olhos vermelhos? Existem outras variantes de coloração de olhos, intermediários entre o branco e

vermelho, como a coloração rosa? Seria a coloração branca dos olhos oriunda de falta de pigmentação? Como era possível investigar essas questões?

- 3 Considerando os métodos de pesquisa da equipe de Morgan e as possibilidades advindas da pesquisa realizada com modelos de moscas, elabore uma proposta de experimento para testar, empiricamente, uma das perguntas do parágrafo anterior. Observe e use o ciclo de vida das moscas *Drosophila* para pensar em sua proposta.

O grupo de Morgan queria saber se era possível prever o que poderia acontecer nas gerações descendentes dos machos de olhos brancos. Por conta disso, realizaram um cruzamento (1) entre um macho de olhos brancos com várias fêmeas de olhos vermelhos da mesma geração, ou seja, irmãs do tal macho. E o resultado que obtiveram foi esse:

Cruzamento 1

Fêmeas de olhos vermelhos x Macho de olhos brancos

1.237 moscas de olhos vermelhos (fêmeas e machos)

3 moscas de olhos brancos (somente machos)

- 4 É possível evidenciar algum padrão nos descendentes desse cruzamento? Qual é a porcentagem de descendentes com olhos brancos nesse cruzamento?

- 5 Formule uma pergunta de pesquisa para investigar os motivos que ocasionaram o resultado obtido do cruzamento.

- 6 Que experimento você faria para responder essa pergunta?

Morgan realizou cruzamentos (2) com a geração descendente do cruzamento 1 e, para a sua surpresa, a próxima geração foi muito diferente da primeira. Observe só o que ele encontrou:

Cruzamento 2

Fêmeas de olhos vermelhos x Macho de olhos vermelhos

2.459 moscas fêmeas de olhos vermelhos

1.011 moscas machos de olhos vermelhos

782 moscas machos de olhos brancos

- 7 Forme duplas para analisar o resultado obtido no segundo cruzamento. Quais são as diferenças nas proporções entre os descendentes do cruzamento 2? Quais são as diferenças em relação ao cruzamento 1?

- 8 Retome a pergunta 2. O que poderia explicar o aparecimento de machos de moscas com olhos brancos (agora mais numerosos) em populações com olhos tipicamente vermelhos?

As pesquisas do grupo de Morgan se davam em vários campos, da embriologia ao desenvolvimento, observando características morfológicas e anatômicas de gerações parentais e descendentes, mas também, observando em nível celular, com utilização de microscópios. Por diversos anos, o grupo tentou induzir mudanças nas moscas, alterando também os fatores ambientais, de ordem sutil e severa, como a utilização de soluções nutritivas ácidas e alcalinas, ou utilização de radiação. Seus estudos trouxeram grandes conhecimentos sobre o desenvolvimento embrionário de *Drosophilas*, bem como sobre o mecanismo de evolução das espécies.

A questão sobre o aparecimento de olhos brancos apenas em indivíduos machos era um mistério para o grupo de pesquisa de Morgan. Ele certamente não acompanhou os trabalhos da geneticista Nettie Stevens, que investigou uma variedade de espécies de insetos em busca de razões celulares para a determinação do sexo. Quando Stevens examinou a larva do besouro *Tenebrio molitor*, ela fez uma observação impressionante. Essa espécie produzia dois tipos de espermatozoides: um tipo que carregava dez cromossomos grandes e um tipo que carregava nove cromossomos grandes e um pequeno.



Nettie Stevens (1861-1912)

Crédito: Wikimedia Commons

Ao observar as células não reprodutivas do corpo desses besouros, ela notou que as fêmeas continham 20 cromossomos grandes, enquanto os machos sempre apresentavam 19 cromossomos grandes e um pequeno. Ela concluiu que, quando um óvulo é fertilizado por um espermatozoide que carrega o pequeno cromossomo, o resultado é uma prole masculina. A presença do pequeno cromossomo deveria ser determinante para o sexo do indivíduo.

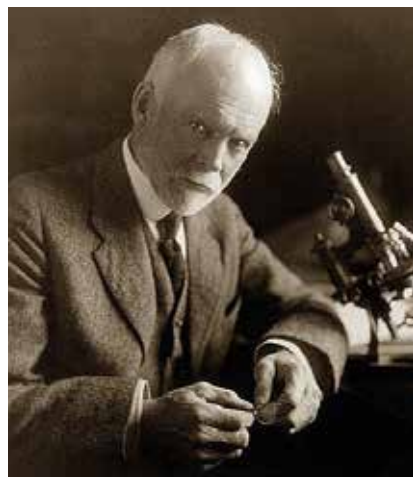
Como tantas vezes acontece na ciência, um dos colegas de Stevens descobriu algo semelhante quase ao mesmo tempo. Edmund Beecher Wilson fez observações relacionadas à existência de um cromossomo extra não pareado em duas espécies de percevejos.

Mesmo combinando as observações dos dois pesquisadores, não estava claro se isso era de fato determinante para o sexo das espécies. O próximo passo importante, concluiu ela, seria examinar uma gama maior de insetos.

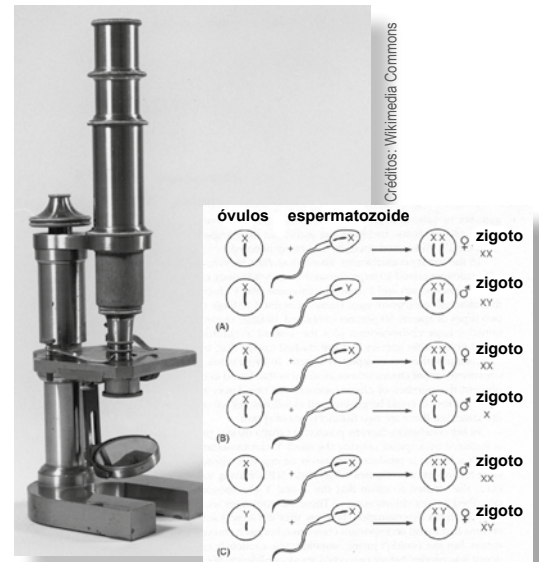
Stevens embarcou em uma pesquisa meticulosa que abrangeu cerca de 50 espécies de besouros e nove espécies de moscas (incluindo *Drosophila melanogaster*).

Todas as espécies examinadas tinham cromossomos acessórios similares ao *Tenebrio* (agora conhecido como sistema XY) ou tinham um cromossomo não pareado como os insetos de Wilson (agora conhecido como sistema X0).

Em seus trabalhos subsequentes, Morgan e seus colaboradores estenderam as evidências de que, não só o sexo, como todas as informações genéticas estariam localizadas nos cromossomos, inclusive aquelas que geram a manifestação da característica cor dos olhos. Essa constatação é reconhecida como a maior contribuição desse grupo de pesquisa e rendeu o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina em 1933 para Thomas Morgan. Ainda como consequência de suas pesquisas, o grupo estabeleceu que os genes têm posições específicas nos cromossomos, podendo esse arranjo ser mapeado.



Edmund B. Wilson (1856-1939)



Os cromossomos eram observados por meio de microscópio óptico e as células eram analisadas em vários estágios de desenvolvimento. No detalhe, está a determinação de sexo conforme observado por Nettie Stevens e seus contemporâneos.

A: O sistema XX-XY encontrado em mamíferos e alguns dos insetos estudados por Stevens. B: Em algumas espécies de insetos a ausência de um cromossomo dá origem a machos. C: Posteriormente, pesquisadores descobriram que em aves e alguns insetos, os machos são XX e as fêmeas XY.

9 A espécie humana apresenta 23 pares de cromossomos em sua constituição celular, sendo que os indivíduos machos possuem um cromossomo Y e um cromossomo X. Observe a imagem a seguir e justifique qual é o sexo desse cariótipo.



Cariótipo de ser humano.

ATIVIDADE 3 - Organismos transgênicos



RODA DE CONVERSA

Leia a frase a seguir:

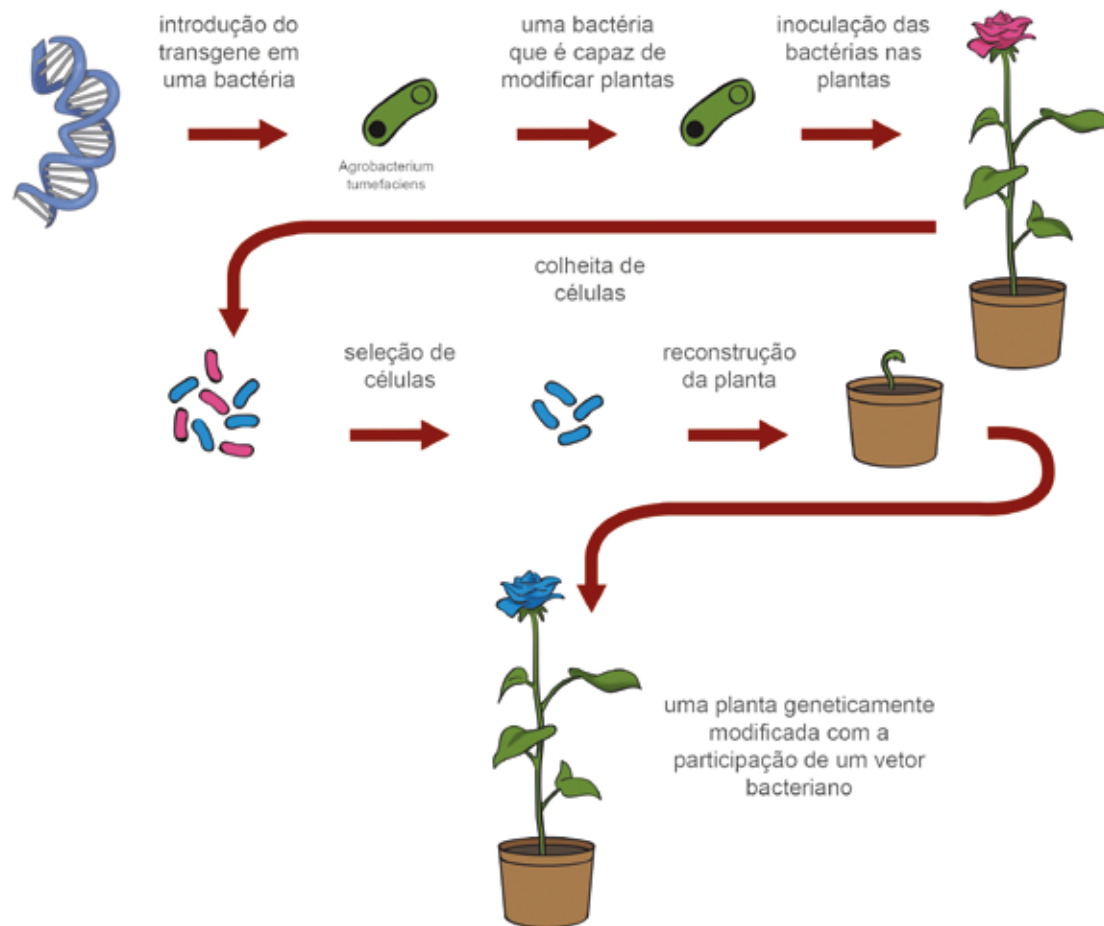
Os seres humanos, por meio de suas atividades, aperfeiçoaram técnicas e ferramentas para mapear e manipular geneticamente uma vasta gama de espécies de seres vivos.

Você acha que essa frase contempla o que foi investigado até o momento? Comente com colegas o que pensa. Como o trabalho de Morgan e Stevens se insere nesse contexto?

Os seres humanos se relacionam com os animais há muito tempo e, no curso da história, têm provocado diversas mudanças na biologia e no comportamento desses animais. Um pelo mais curto, um porte menor, um galope mais rápido. Com a elaboração do modelo que explica a estrutura do DNA, em 1950, a possibilidade de interferir nas características dos seres vivos, de acordo com interesses humanos, ficou ainda mais concreta.

- 1 Analise o vídeo de acordo com orientações do(a) professor(a) e defina transgenia e organismo transgênico.

Partindo do princípio de que os componentes elementares do material genético são os mesmos em todos os seres vivos - bactéria, homem, orquídea ou aranha - passa a ser possível imaginar que um gene de uma espécie possa ser inserido em outra, sem que seu funcionamento original seja alterado ou perdido. A ciência desenvolveu algumas técnicas de recombinação de material genético entre espécies distintas. Essa área da ciência, que usa sistemas biológicos para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica, como aumentar a produtividade dos alimentos ou diminuir a suscetibilidade a pragas em plantações, recebeu o nome de biotecnologia. Uma dessas técnicas está representada no esquema a seguir.



Formação de plantas transgênicas

2 Descreva como ocorre a transferência de genes representada no esquema.

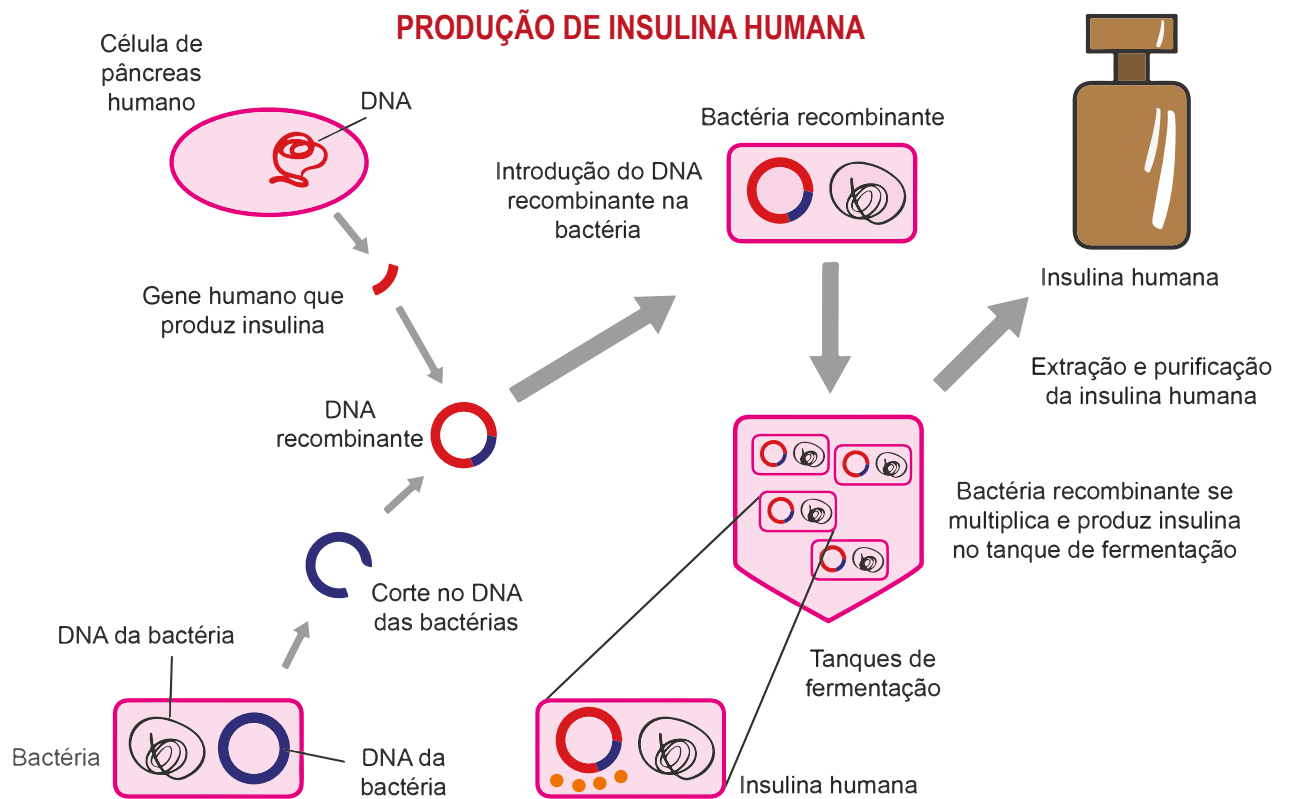
- 3 O que mais surpreende nessa tecnologia: a introdução do transgene na bactéria, a inoculação dessa bactéria na planta, a transferência do seu transgene para a planta ou a forma de reconstrução das plantas? Explique.

No início da década de 1980, um produto derivado de um organismo geneticamente modificado começou a ser comercializado: a insulina recombinante, produzida por uma bactéria geneticamente modificada com um gene humano. A insulina é um hormônio produzido no pâncreas humano, e sua ação no corpo reduz a taxa de glicose no sangue, pois promove a entrada desse açúcar nas células. Quando a produção desse hormônio é deficiente, ocorre uma doença muito comum na população mundial, a diabetes.

- 4 Segundo o excerto anterior, a produção deficiente do hormônio insulina é a causa da diabetes. Considerando o modo de ação desse hormônio, explique o que ocorre com o nível de glicose no sangue em um indivíduo diabético.

Como forma de remediar essa doença, que atingiu 8,5 % da população mundial adulta em 2014, os seres humanos começaram a utilizar a insulina produzida por outros animais. A insulina foi descoberta em 1921, purificada de células de pâncreas de um cão. Logo em seguida a essa descoberta, começou-se a usar insulina produzida por animais abatidos, principalmente de bois, porque a estrutura química do hormônio nesses animais, embora diferente, funcionava bem nos pacientes diabéticos humanos.

Atualmente, para a produção de insulina humana recombinante, é utilizada uma bactéria transgênica e fermentadora. Observe no esquema a seguir.



Crédito: NUCA

A produção de insulina recombinante é produzida por um transgene inserido em bactérias *Escherichia coli*.

- 5 Retomando os conceitos discutidos nas unidades 3 e 5 sobre reprodução e fermentação biológica, elabore uma hipótese para explicar porque bactérias são bons modelos de produção biotecnológica?

- 6 No início, o tratamento da diabetes ocorria aplicando insulina de outros seres vivos em humanos. A morte do animal era necessária para que se obtivesse esse hormônio. Atualmente, usamos bactérias transgênicas para produzir a insulina recombinante em tanques fermentadores. Com o advento dessa tecnologia, houve um ganho de produtividade e diminuição de mortes animais para essa finalidade. Como você se posiciona em relação a essas duas formas de lidar com a doença?

ATIVIDADE 4 - Um mosquito a mais...

Leia o texto a seguir.

Mosquito - *Aedes aegypti*

Créditos: Wikimedia Commons



Aedes aegypti é o mosquito transmissor da dengue, da febre amarela urbana, da Chikungunya e da Zika. Menor do que os mosquitos comuns, é preto com listras brancas no tronco, na cabeça e nas pernas. Suas asas são translúcidas e o ruído que produzem é praticamente inaudível ao ser humano.

O macho alimenta-se exclusivamente de frutas. A fêmea, no entanto, necessita de sangue para o amadurecimento dos ovos. Eles são depositados separadamente nas paredes internas dos objetos, próximos a superfícies de água limpa, local que lhes oferece melhores condições de sobrevivência. No momento da postura são brancos, mas logo se tornam negros e brilhantes.

Em média, cada mosquito vive em torno de 30 dias e a fêmea chega a colocar entre 150 e 200 ovos.

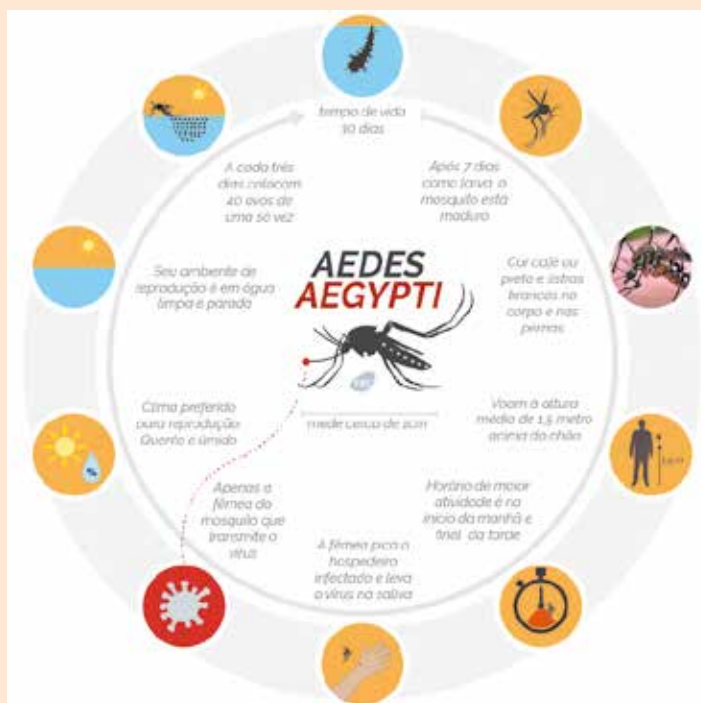
Os ovos não são postos na água, e sim, milímetros acima de sua superfície, principalmente em recipientes artificiais. Quando chove, o nível da água sobe, entra em contato com os ovos que eclodem em pouco menos de 30 minutos. Em um período que varia entre sete e nove dias, a larva passa por quatro fases até dar origem a um novo mosquito: ovo, larva, pupa e adulto.

O *Aedes aegypti* põe seus ovos em recipientes como latas e garrafas vazias, pneus, calhas, caixas d'água descobertas, pratos sob vasos de plantas ou qualquer outro objeto que possa armazenar água da chuva. O mosquito pode procurar ainda criadouros naturais, como bromélias, bambus e buracos em árvores.

É um mosquito urbano, embora tenha sido encontrado na zona rural, onde foram levados em recipientes que continham ovos e larvas. Próprio das regiões tropical e subtropical, não resiste a baixas temperaturas presentes em altitudes elevadas.

Estudos demonstram que, uma vez infectada – e isso pode ocorrer numa única inseminação –, a fêmea transmitirá o vírus por toda a vida, havendo a possibilidade de, pelo menos, parte de suas descendentes já nascerem portadoras do vírus.

As fêmeas preferem o sangue humano como fonte de proteína ao de qualquer outro animal vertebrado. Atacam de manhãzinha ou ao entardecer. Sua saliva possui uma substância anestésica, que torna quase indolor a picada. Tanto a fêmea quanto os machos abrigam-se dentro das casas ou nos terrenos ao redor.



Fonte: <http://legencia.brasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015/12/aedes-aegypti-comeca-historia-do-mosquito-no-brasil-e-suas-caracteristicas>

Fonte: Adaptado de <http://mosquito.saude.es.gov.br/aedes-aegypti> Acesso em 30 jun. 2018.

1 Você considera que o *Aedes aegypti* é uma ameaça para o ser humano? Justifique.

O *Aedes aegypti* é o mosquito transmissor de muitas doenças no Brasil, entre elas os vírus da Zika, dengue, febre amarela e Chikungunya.

- 2 Baseado em seus conhecimentos e no texto lido, elabore, em grupo, uma forma de minimizar os riscos que esse mosquito pode acarretar, considerando o modo de vida do mosquito e a técnica de produção de organismos transgênicos, discutida na atividade anterior.



- 3 Faça uma imagem de sua proposta e envie de forma eletrônica para que outro grupo possa analisar. Você deve enviar sua proposta para, pelo menos, um grupo e receber uma proposta para analisar. Use as seguintes perguntas como guia de análise:
 - a) As doenças que esses mosquitos transmitem estão claras na proposta?
 - b) Em qual etapa do ciclo de vida do mosquito se concentram as principais ações de controle da doença?

- c) Foi considerada uma transgenia? A definição do que vem a ser esse transgênico e como ele será produzido está clara?
 - d) Que vantagens e/ou desvantagens você observa na proposta?
- 4 Sintetize no espaço a seguir as principais constatações das propostas elaboradas pela turma, sobre esta atividade, relacionadas ao tempo de execução, à lógica dos seus argumentos e ao formato.

ATIVIDADE 5 – Biotecnologia em sistemas agrícolas

Há muitos desafios pela frente no que se refere à inserção de tecnologia na produção de alimentos que, não obstante, podem gerar problemas e soluções para a vida no campo e nas cidades, e que precisam de um olhar atento de todos os setores da sociedade. Quando se trata desse tema, devemos agir com cautela para evitar causar danos não intencionais à saúde humana

e ao meio ambiente como resultado de nosso entusiasmo por uma tecnologia poderosa. A biotecnologia de alimentos tem grande potencial para solucionar problemas na produção, reserva e demanda de alimentos no planeta. Por outro lado, pode gerar intrigas, desemprego e concentração de renda. É preciso reconhecer que esse é um tema amplamente presente nas mídias atuais e que causa inúmeras dúvidas na maioria das pessoas, muitas vezes gerando debates calorosos que dividem opiniões. Vamos tentar, passo-a-passo, investigar quais são alguns desses problemas e soluções que estão no cerne da produção alimentícia global.

- 1 Observe o quadro a seguir, que demonstra os dez alimentos mais produzidos no mundo, e responda o que te chama mais a atenção ao olhar para esses dados.

Dez maiores cultivos no mundo			
Posição	Alimento	Milhões de toneladas	%
1	Cana-de-açúcar	1.890,6	21,19
2	Milho	1.060,1	11,88
3	Trigo	749,4	8,40
4	Arroz	740,9	8,30
5	Batata	376,8	4,22
6	Soja	334,8	3,75
7	Óleo de palma	300,2	3,37
8	Vegetais	290,1	3,25
9	Beterraba	277,2	3,11
10	Mandioca	277,1	3,11

Fonte: FAOstat (2016): <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.

Vamos destacar o primeiro item da lista, a cana-de-açúcar, cuja produção foi quase duas vezes maior que o milho, segundo item da lista. O Brasil é atualmente o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo. Só em 2016, produziu em torno de 768,6 milhões de toneladas, quase a metade da produção mundial.

- 2 Por que você acha que se produz tanta cana-de-açúcar no mundo atualmente? Responda pensando nos produtos derivados desse cultivo.

- 3 Faça o levantamento de um problema e uma solução associados à produção e consumo de cana-de-açúcar. Em seguida, converse com um(a) colega para saber o que ele(a) levantou.

Leia o texto a seguir.

A vez da cana transgênica

A biotecnologia já está presente nas lavouras brasileiras de soja, milho, eucalipto e algodão. De acordo com o Serviço Internacional para a Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia (ISAAA), o Brasil plantou 44,2 milhões de hectares com culturas transgênicas em 2015. As variedades transgênicas são grandes aliadas dos produtores rurais, por auxiliar no combate às pragas e ainda promover economia nas aplicações de agrotóxicos. Porém, há culturas que ainda desconhecem essa tecnologia. É o caso da cana-de-açúcar, que ocupa nove milhões de hectares, segundo



dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), e faz do Brasil o maior produtor global de açúcar.

Essa importante cultura está se preparando para dar um salto tecnológico em breve. Isso porque o Centro de Tecnologia Canaveira (CTC) desenvolveu uma variedade de cana-de-açúcar transgênica que promete revolucionar o cultivo.

O grande diferencial da variedade é a resistência à broca da cana (*Diatraea saccharalis*), a principal praga que ameaça a cultura. Segundo Sergio Mattar, diretor de Marketing e Planejamento do CTC, as perdas causadas pela praga e o custo de controle nas lavouras brasileiras totalizam R\$ 5 bilhões por ano. “A broca da cana está presente no Brasil inteiro e hoje temos 500 mil hectares cultivados apenas para a broca comer”, afirma Mattar.

(...)

Proteção duradoura

A principal característica da cana transgênica é a resistência à broca, oferecendo proteção duradoura e menor custo de produção. Atualmente, os produtores de cana-de-açúcar combinam o controle químico e biológico ou elegem um deles para combater a broca.

De acordo com os pesquisadores, esse será o meio mais eficaz de controle, pois a variedade transgênica vai combater a praga antes que ela possa causar danos à cultura, a partir da penetração da larva no colmo da cana. “O gene inserido na cana *Bt* produz uma proteína nociva à broca. A broca adulta coloca seus ovos nas folhas da cana. A larva recém-nascida, ao se alimentar dos tecidos da cana, ingere esta proteína que atuará no aparelho digestivo da praga, inibindo sua alimentação. O inseto é eliminado por inanição e septicemia, evitando-se desta forma danos ao canavial”, explica o diretor do CTC.

Adaptado de: <https://www.novacana.com/n/cana/variedades/vez-cana-transgenica-211216/>. Acesso em 24 jul. 2018.

- 4 Um hectare corresponde a 10 mil metros quadrados (10.000 m²), ou 0,01 km², de área. Você se surpreendeu com os números de culturas transgênicas no Brasil? Explique.

- 5 Perdas de colheitas decorrentes de pragas (animais e/ou ervas daninhas) podem ser surpreendentes, resultando em perdas financeiras devastadoras para os agricultores. Encontre e marque no texto os trechos que demonstram essa preocupação.

- 6 Para evitar perdas decorrentes de ataques de insetos e/ou ervas daninhas, os agricultores, normalmente, usam muitas toneladas de pesticidas/herbicidas químicos. Na cana-de-açúcar não é diferente, muitos tipos de pesticidas são utilizados no combate à broca da cana. Como você explicaria para alguém o que são esses compostos químicos? Por que não manter a utilização desses compostos, ao invés de pensar em transgenia da cana?
-
-
-
-
-

A *Diatraea saccharalis* é uma espécie de mariposa que coloca seus ovos nas folhas das plantas de cana-de-açúcar. Após a eclosão, as larvas se desenvolvem, consumindo o açúcar produzido no interior da cana, por isso, criam túneis no caule. Como se diz popularmente, a larva vai brocando a planta, reduzindo assim, a produtividade de açúcar daquelas plantas. Trata-se, portanto, de um inseto que se alimenta do açúcar produzido pela cana.

Créditos: Flickr



Detalhes de um adulto e larva da *Diatraea saccharalis*.

- 7 No texto, está descrito como foi produzida a cana transgênica e quais são as consequências da sua utilização para a larva da mariposa. Descreva com suas palavras o que a cana transgênica provoca no inseto.
-
-
-
-
-
-
-
-

- 8 O que pode acontecer, em longo prazo, com as populações desses insetos, à medida em que se aumentar o uso de cana transgênicas nos cultivos?

Leia os trechos de reportagens, selecionados abaixo, que foram publicadas logo após a aprovação da cana transgênica pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), em meados do ano de 2017.

“A cana-de-açúcar modificada geneticamente conta com a inserção de uma toxina capaz de matar sua principal praga, a lagarta *Diatraea saccharalis*, mais conhecida como broca-da-cana. A técnica é a mesma usada em milho e algodão transgênicos, com uma diferença: a toxina é vinte vezes mais venenosa, conforme o fabricante informou.

(...)

Todos os países europeus proibiram o milho transgênico de mesma tecnologia, com toxicidade muito menor. A toxicidade do milho transgênico é devido ao gene *cry*, que é muito menos tóxico que o gene *cry* 1AB, inserido na cana-de-açúcar.

Se esse gene introduzido na cana transgênica é tão tóxico, imaginem o efeito sobre a saúde humana. Infelizmente, nenhum dado analisado estatisticamente foi apresentado pelo fabricante sobre o efeito de longo prazo nos rins e fígado de mamíferos em uma população de grande número.”

Adaptado de: <https://www.noticias.unb.br/artigos-main/1630-cana-de-acucar-transgenica-quanto-e-ameaca-a-saude-publica-e-ao-meio-ambiente> Acesso em 30 jun. 2018.

“Os conflitos de interesses envolvendo integrantes da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) estão na mira dos procuradores da Câmara de Meio Ambiente do Ministério Público Federal (MPF). Entre outras coisas, eles apuram ligações de ex e atuais integrantes com entidades voltadas ao lobby pró-transgênicos, com indústrias de sementes, de agrotóxicos e de alimentos que terão lucros com a biotecnologia, bem como posicionamentos públicos em desacordo com a função que ocupam na comissão. (...)”

<https://racismoambiental.net.br/2017/06/21/na-mira-do-mpf-irregularidades-na-ctnbio-vem-a-tons-com-a-cana-transgenica/>

Poucos estudos foram desenvolvidos em relação aos potenciais efeitos da toxina transgênica da cana-de-açúcar, portanto, ainda não conhecemos quais as consequências de seu uso e consumo, pelos seres humanos e outros seres vivos.

Lobby ocorre toda vez que um grupo organizado exerce influência sobre políticos e poderes públicos para a aprovação de uma medida ou norma que lhes seja de interesse. Essa atividade normalmente está associada à busca pelo controle da produção e aumento dos lucros da empresa. Para se ter uma ideia, os principais cultivos liberados até hoje no Brasil utilizam tecnologia transgênica e agrotóxicos produzidos por apenas seis grandes empresas, conhecidas como Gene Giants: Monsanto (Estados Unidos), Syngenta (Suíça), Dupont (EUA), Basf (Alemanha), Bayer (Alemanha) e Dow (EUA).

“(…) A concentração de mercado, por si só, já seria passível de críticas, mas ambientalistas, associações de defesa do consumidor e adversários dos transgênicos em geral também repudiam severamente os métodos utilizados ao longo dos anos pelas Gene Giants para consolidar seu monopólio. Nos países onde atuam, a ação das empresas transnacionais, ainda hoje, é norteada pela política do fato consumado na introdução de seus produtos (com práticas como a distribuição ilegal de sementes ou a contaminação deliberada de lavouras convencionais), a pressão sobre os agricultores para a adoção da tecnologia transgênica e dos produtos químicos agrícolas a ela associados e a influência direta sobre os órgãos nacionais do poder público responsáveis por deliberar sobre a liberação de organismos geneticamente modificados.”

Fonte: <http://reporterbrasil.org.br/2013/11/grupo-de-seis-empresas-controla-mercado-global-de-transgenicos-2>. Acesso em 24 out. 2024.

- 9 Como você avalia essas opiniões/situações sobre a utilização de cana-de-açúcar e outros cultivos transgênicos em relação a fatores relacionados à saúde, ao ambiente e aos aspectos éticos da sociedade?

- 10 Para finalizar esta atividade, junte-se em duplas/trios e escolha um dos produtos listados no quadro da questão 1 para investigar problemas e soluções de produtividade e/ou consumo, de acordo com os passos seguidos nesta atividade. Converse com seu(sua) professor(a) para saber como proceder.

ATIVIDADE 6 – Manipulação de seres humanos

- 1 Observe a imagem a seguir. Descreva o que você pensa, ao interpretá-la. Em que ela se aproxima dos conceitos até aqui investigados?



A essa altura, já conhecemos um pouco dos interesses humanos pela genética dos seres vivos e sua modificação, e investigamos como a tecnologia da transgenia se insere nos cenários de pesquisa, saúde e agricultura. Vimos que esse tipo de tecnologia mobiliza uma série de setores da sociedade, permeando opiniões distintas, interesses econômicos variados, e que ainda há muita coisa em jogo quando o tema é transgenia. Continuando nossa investigação sobre fatos que mobilizam nossas formas de pensar e de agir, nesse contexto de tecnologia biológica, vamos adentrar a um mundo cheio de incertezas, de como a tecnologia biológica se insere no planejamento, tratamento e manipulação de seres humanos.

Infertilidade e fertilização *in vitro*

A infertilidade envolve vários problemas que ocorrem nos seres humanos tornando-os incapazes de levar a uma gravidez e/ou ao nascimento de uma criança viva. Existem inúmeras causas para a infertilidade; o caso da família Hasan, descrito no texto de abertura desta unidade, é apenas um deles. A cada ano que passa, mais conhecemos sobre infertilidade e, muito disso, acaba por gerar grandes avanços nas técnicas de reprodução assistida.

Uma dessas técnicas é a fertilização *in vitro*, que consiste em um procedimento de união (*in vitro*, ou seja, em condições laboratoriais) dos gametas masculino e feminino, procurando obter pré-embriões de boa qualidade que serão transferidos, posteriormente, para a cavidade uterina, onde o embrião poderá se desenvolver. O primeiro nascimento de um bebê fertilizado *in vitro* ocorreu em 1978 no Reino Unido.

Suponha que você é um(a) especialista em reprodução assistida e recebe em seu consultório um casal com idades variando entre 30-35 anos, que alegam não conseguir conceber um embrião, mantendo relações sexuais há mais de 18 meses. Você inicia uma série de investigações e solicita inúmeros exames para eles, que retornam após alguns meses com os resultados. Após analisar todos os resultados, você percebe que, aparentemente, está tudo certo para uma concepção, no entanto, nota no espermograma do homem uma baixa quantidade e qualidade de espermatozoides. Isso, por si, só não seria motivo para constatar a esterilidade do homem, mas, diante da situação, você sugere que eles tentem fazer uma fertilização *in vitro*.

- 2 Por que a baixa quantidade e qualidade pode ser um impeditivo para esse casal conceber um embrião?

- 3 De que maneira a fertilização *in vitro* pode ajudar nessa concepção?

Além da baixa quantidade e qualidade de espermatozoides, os principais problemas fisiológicos de casais inférteis são: falta de ovulação, obstrução nas tubas uterinas, problemas na nidificação do embrião no útero, problemas hormonais, doenças hereditárias. Atualmente, a técnica de fertilização *in vitro* ampliou muito seu alcance, com outras técnicas combinadas. Leia as manchetes que tratam desse assunto.

“Bebê nasce mais de quatro anos após seus pais morrerem, na China:

Os avós lutaram na Justiça para seguir em frente com o método da fertilização *in vitro*.”

Disponível em: <https://extra.globo.com/noticias/mundo/bebe-nasce-mais-de-quatro-anos-apos-pais-morrerem-em-acidente-de-carro-na-china-22582615.html#ixzz5DMTeuTbU>

“Mulher de 64 anos dá à luz em Minas Gerais, após fertilização *in vitro*:

Norma Maria de Oliveira e sua primeira filha, Ana Letícia, passam bem.”

Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/saude/mulher-de-64-anos-da-luz-em-minas-gerais-apos-fertilizacao-in-vitro-22587410#ixzz5DMTv2Njy>

“Nova técnica de FIV, que fotografa o desenvolvimento dos embriões a cada 10 a 20 minutos para escolher o melhor, aumenta as chances de sucesso no tratamento em 25%: Este é o avanço mais emocionante desde que comecei a trabalhar neste campo há 40 anos, disse o pioneiro em FIV e autor da pesquisa.”

Disponível em: <https://revistacrescer.globo.com/Gravidez/Saude/noticia/2018/01/nova-tecnica-de-fiv-que-fotografa-o-desenvolvimento-dos-embrioes-cada-10-20-minutos-para-escolher-o-melhor-aumenta-chances-de-sucesso-no-tratamento-em-25.html>

“Rinoceronte branco do norte. Como a ciência ainda pode garantir a sobrevivência da espécie: Cientistas querem usar técnica de fertilização *in vitro* para assegurar a continuação da subespécie de rinocerontes brancos do norte. Parte da ajuda pode vir... dos rinocerontes do sul.”

Disponível em: <https://observador.pt/2018/03/22/rinoceronte-branco-do-norte-apesar-da-morte-de-sudao-a-ciencia-ainda-pode-salvar-a-especie/>

“Procura por esperma americano aumenta no Brasil: Crescimento é impulsionado por mulheres solteiras e casais de lésbicas, segundo o Wall Street Journal.”

<https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2018/03/procura-por-esperma-americano-aumenta-no-brasil.html>

- 4 Com a supervisão do(a) professor(a), escolha uma das manchetes relacionadas para ler a notícia na íntegra. Sintetize as principais ideias nela contida, pois na sequência, você fará uma discussão dessa notícia em grupo.



RODA DE CONVERSA

Reúnam-se em grupos de 5 estudantes, pelo menos. Cada integrante do grupo deve ter lido um texto diferente. Vocês devem contar para as pessoas desse grupo qual é conteúdo da notícia lida. À medida em que contam e discutem, posicionem-se sobre o tema, trazendo suas concordâncias e discordâncias em relação à fertilização *in vitro* e à manipulação genética. Ao final, o grupo deve entregar uma folha contendo uma síntese do que foi debatido, colocando os prós e contras da fertilização *in vitro*.

Adoção

A adoção é sempre uma alternativa para as pessoas que não podem ter filhos. O processo de adoção no Brasil está descrito no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA - Lei 8.669, de 13/Jul./2018). Veja, por exemplo o que está descrito no artigo 19 dessa lei:

Art. 19. É direito da criança e do adolescente ser criado e educado no seio de sua família e, excepcionalmente, em família substituta, assegurada a convivência familiar e comunitária, em ambiente que garanta seu desenvolvimento integral.



PARA SABER MAIS

Para que uma criança possa ser adotada, seu nome deve constar no Cadastro Nacional de Adoção (CNA), administrado pelo Conselho Nacional de Justiça (CNJ). Navegando pela internet você vai encontrar algumas informações gerais sobre adoção, como o passo-a-passo da adoção (<https://www.cnj.jus.br/programas-e-acoas/adocao/passo-a-passo-da-adocao/>). Acesse o link e leia essas informações.

Suponha agora que você é assistente social e seu principal trabalho seja identificar se a família adotante oferece as condições necessárias para suprir tudo o que uma criança necessita, conforme vimos no artigo 19 do ECA, antes, durante e depois do processo de adoção. Convivendo, diariamente, com muitas crianças, você sabe das dificuldades e benefícios que um evento de adoção pode ocasionar. Imagine que você terá uma conversa com o mesmo casal anterior que, impossibilitados de terem filhos, pedem um aconselhamento: tentar uma fertilização *in vitro* ou adotar uma criança?

- 5 Escreva um argumento para convencer esse casal sobre a adoção. Para guiar a elaboração do seu discurso, você pode acessar os *links* a seguir:

“Se soubesse que era tão bom adotar, não teria feito tratamentos”, conta mãe.

Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2013/05/25/se-soubesse-que-era-tao-bom-adotar-nao-teria-feito-tratamentos-conta-mae.htm> <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2013/05/25/se-soubesse-que-era-tao-bom-adotar-nao-teria-feito-tratamentos-conta-mae.htm>

“Assistente Social de Florianópolis esclarece como funciona o processo de adoção no Brasil”.

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=N_ikouOGkH8.

Jogo de papéis

Para finalizar esta unidade, você e sua turma participarão de uma atividade conhecida como jogo de papéis (*role play*). Esta será uma atividade de simulação de uma sessão coordenada para aconselhar uma família sobre um problema fictício: a escolha pelo planejamento genético de uma criança ou pela adoção. A seguir, estão descritos relatos fictícios sobre esse dilema na família Di Petri e outros vindos de diferentes setores da sociedade, que serão disparadores do debate. É importante ressaltar que os relatos expressam as diferentes opiniões sobre essa situação polêmica. Converse com o(a) seu(sua) professor(a) para planejem as

etapas de pesquisa, elaboração de argumentos e debate público, considerando as diferentes opiniões e o tempo disponível para encerrar esta Unidade. A questão norteadora do debate é a questão central da unidade: planejar geneticamente nossos filhos ou adotar: qual seria a melhor opção?

Relatos

Ângela di Petri

Estamos tentando aumentar a família há quase 10 anos. Em 2005, nasceu nosso primeiro filho. Logo em seus primeiros anos de vida, ele começou a manifestar sintomas da síndrome de Leigh. Foi quando descobrimos que a causa provável de nossos problemas de fertilidade era uma mutação genética nas minhas células. Nosso filho morreu com seis anos, vitimado pela síndrome de Leigh. Foi um sofrimento para toda nossa família. Tentamos por muitas vezes pensar em outras opções, mas queríamos muito ter um filho nosso, saudável, que pudesse sobreviver neste mundo. Nunca cogitamos a adoção, mas ultimamente estamos em dúvida. Recentemente conhecemos o trabalho do centro de pesquisa da Dra. Manuela Agar. Ela propôs que fizéssemos uma técnica que aumentaria muito as chances de termos um filho saudável, retirando um núcleo de um óvulo meu e transferindo para o óvulo anucleado de uma doadora saudável. Estamos com muitas dúvidas do que fazer.

Dra. Manuela Agar, médica responsável pelo procedimento

O método convencional é chamado de transferência pronuclear, que envolve a fertilização do óvulo da mãe e do óvulo da doadora com os espermatozoides do pai. Antes de os embriões começarem a se dividir, o núcleo de ambos é removido. Pegamos o núcleo originado do óvulo da mãe e implantamos na célula da doadora, que contém estruturas saudáveis. Depois disso, implantamos o embrião na mãe.

No entanto, o casal Di Petri rejeitou esse método porque isso vai contra os princípios de sua religião. Afinal de contas, seria necessário eliminar um dos embriões fertilizados. Em vez disso, sugeri que eles realizassem outra técnica chamada transferência nuclear de fuso, em que o núcleo do óvulo não fertilizado da mãe é removido e inserido no óvulo da doadora. Este óvulo é então fertilizado com espermatozoides do pai. Essa é uma técnica muito promissora. Porém, será necessário viajar para outro país, porque aqui ela é proibida. A falta de legalização de procedimentos biotecnológicos às vezes é um entrave ao progresso da ciência e salvar vidas é a coisa ética a ser feita.

Diana Vollaza, geneticista

Sem dúvidas, a biotecnologia é revolucionária no campo genético e médico. Sabemos que o nosso conhecimento ainda é pequeno perto da grandiosidade das coisas do mundo. Manipular os seres vivos é uma importante ferramenta para conhecermos os mecanismos genéticos da vida, da evolução e do desenvolvimento. Com isso, podemos encontrar respostas para perguntas amplas, tais como, de onde surgiu a vida? Ou então, que aspectos moleculares estão no cerne das interações entre espécies, e por aí vai... No que diz respeito à tecnologia de manipulação genética sugerida ao casal Di Petri, é importante olharmos com cautela o que pode acontecer quando a alteração é feita nos estágios iniciais do desenvolvimento embrionário. Modificar óvulos e espermatozoides significa que as mudanças serão passadas de geração em geração e não temos, atualmente, meios de medir como esses genes permanecerão na população e se manifestarão nas futuras gerações.

Dr. Hélio Gentil, especialista em Bioética e Direito Médico

Os bebês nascidos de “três pais” precisam de monitoramento por suas vidas inteiras, assim como qualquer criança que esses pais vierem a ter. Nós ainda não sabemos o que ocorre plenamente nas células. Você pode dizer que esse procedimento não interfere na concepção biológica de ser humano, que foi apenas uma questão de dar energia para que a vida se consolidasse. Mas o fato é que é uma questão extremamente complexa. Existem muitas pessoas temendo que a experimentação com o DNA contrarie leis divinas, que o ser humano esteja tentando “brincar de Deus”. Além disso, tem as questões de regulamentação. Não é à toa que o tratamento deve ser realizado em outro país. É claro que existem conflitos legais de funcionamento e regulamentação desses tipos de procedimentos, e que devem ser debatidos com a sociedade toda. Outro ponto que devemos tomar cuidado é que ao analisarmos esse tipo de tratamento, podemos ter a falsa impressão de que a tecnologia pode resolver todos os males da humanidade. Por mais nobre que seja querer diminuir o sofrimento e evitar doenças, a biotecnologia também tem potencial para ampliar desigualdades sociais, como a busca por maior inteligência/sucesso ou beleza física dentro de padrões estigmatizados.

Diogo Valério, gerente de clínica de reprodução assistida

Desde que comecei a administrar clínicas médicas, dediquei-me a buscar os melhores profissionais da área genética, pois entendo que seja este o setor com maior crescimento no mercado médico atualmente. Lembro-me que estava no início da faculdade de administração quando nasceu a primeira bebê de proveta. Aquilo foi um sucesso para o mundo. Desde então, mais de seis milhões de crianças nasceram via fertilização in vitro. Atualmente, esses procedimentos na minha clínica custam em torno de 50 mil reais, dependendo do caso, um pouco mais. Quando tem que fazer algum mapeamento genético para evitar alguma doença nos embriões se torna mais caro. O importante é que muitas pessoas se beneficiaram dessa técnica, podendo ter seus próprios filhos com nossa ajuda.

Inácio Davisson, um bebê de proveta

Muitas pessoas não sabem ou se importam com o dia em que foram concebidas. Mas eu não. O dia em que o médico implantou meu embrião em minha mãe é mais importante que meu aniversário de fato. Não foi um processo simples. Nossa família recebeu inúmeras mensagens de ódio e preconceito. Moramos numa cidade pequena, onde todos sabem de tudo da vida dos outros. Diziam que estávamos desafiando Deus, que seríamos castigados. Ainda hoje, sou alvo de trolls da internet. O que aconteceu comigo não é muito diferente do que acontece para resolver qualquer outro problema médico. Imagina o quanto deve ser desolador para um casal ouvir que não podem ter filhos? Acredito que a infertilidade é frequentemente causada por um problema médico ou físico que pode ser superado. Enquanto os cientistas e médicos agirem eticamente e as pessoas entenderem as consequências de seus atos, é importante que o progresso ocorra.

Maria Estela Camargo, especialista em direito médico

No Brasil, temos normas médicas para realizar a reprodução assistida. Ainda não há uma legislação específica. O mais recente documento é a Resolução do Conselho Federal de Medicina nº 2.168 de 2017. Esse documento apresenta as normas éticas para a utilização das técnicas de reprodução assistida. Por exemplo, é nessa regulamentação que se proíbe a fecundação com qualquer finalidade que não a reprodução humana. Isso quer dizer que apenas aqueles destinados a atender a procriação serão fertilizados. É fato que alguns destes embriões poderão ser destinados à pesquisa médica, de acordo com a lei de biossegurança 11.105 de 2005. Mas somente aqueles cujos progenitores autorizarem seu uso. Outro artigo importante nessa regulamentação permite o uso de técnicas de reprodução assistida em casais homoafetivos e pessoas solteiras. No Brasil, também é proibido a utilização lucrativa ou comercial de gametas ou embriões e os doadores não devem conhecer a identidade de receptores e vice-versa. Dos procedimentos mais invasivos que podem ser realizados com embriões humanos, destaco o diagnóstico genético pré-implantacional de embriões. Esses procedimentos podem ser realizados quando se tem possibilidade de uma doença genética, algo que poderá gerar problemas aos descendentes. Com um mapeamento genético dos pais e dos embriões, se torna possível descartar aqueles embriões não viáveis. Estes, por sua vez, podem ser doados para pesquisa também.

Pastor Divino Carneiro Real

A Igreja admira muitos dos feitos científicos realizados pelos homens. Mas há de se tomar cuidado com a criação de vidas humanas de forma artificial e através de engenharia genética. Essas técnicas biológicas de manipulação genética trazem esperanças de melhoria da saúde e longevidade humanas. Porém, nem todas as intervenções genéticas são questionáveis da mesma forma. Por exemplo, aquelas que visam o tratamento de doenças são justificáveis e aceitáveis aos olhos da Igreja. Mas bem sabemos que a busca pela melhoria ou alteração do genoma humano também segue os preceitos da dominação e de poder. Além do mais, diariamente muitos embriões não implantados são descartados ou doados para pesquisa. São várias vidas que se perdem. E quem são os culpados por essas mortes prematuras?

Os genes contêm o segredo da vida e representam nossa identidade, aquilo que nos torna únicos. Moralmente, a fecundação in vitro e a transferência do embrião deveria considerar essas prerrogativas de domínio por parte do homem sobre a vida e a morte dos seus semelhantes.

Silvano Dias, assistente social

Segundo o Cadastro Nacional de Adoção do Conselho Nacional de Justiça (CNA/CNJ), no Brasil há quase 44 mil pretendentes a serem pais e mães e 8,7 mil crianças para serem adotadas. Diante desses números, você pode se perguntar: porque adotar se há mais pessoas querendo adotar de que crianças adotáveis? Mas por que essa conta não fecha? O fato é que esse processo é muito trabalhoso e depende de muitos fatores. Primeiro, a maioria das crianças que chegam aos abrigos sofreram os mais variados tipos de violação de direitos, físicos e psicológicos. Recompôr a dignidade humana nessas condições é uma tarefa primordial. Depois, a maioria dos pretendentes a adoção são seletivos demais, não querem crianças mais velhas, não aceitam crianças com doenças, buscam um perfil que é praticamente inexistente. Muitas crianças e adolescentes deixam de ser adotados por excesso de critério. Passados esses momentos, tem o processo de adoção, a aceitação, as divergências, de ambos os lados. Os resultados podem ser desastrosos, mas quando dá certo, os olhos se enchem de água. É uma felicidade sem tamanho ver uma criança feliz na guarda de pessoas carinhosas e amáveis. Se fosse por mim, não haveria crianças em abrigos. Atualmente, as pessoas se sentem mais seguras para escolher se querem ou não ter filhos, sendo a adoção um caminho muito promissor, que lida com responsabilidade social e empatia.

Marina Annahme, filha adotiva

Tenho 16 anos de idade. Fui adotada com 9. Antes disso, morei 5 anos no abrigo para crianças e adolescentes. Lembro-me pouco a convivência com meus pais biológicos. Morávamos em uma casa simples, ao lado de uma favela. Ambos morreram após um incêndio, que destruiu toda a favela. Eu estava na creche, por isso sobrevivi. Meus pais adotivos são pessoas incríveis, que me deram educação, carinho e respeito, sem nada pedir em troca. Pessoas assim deveriam receber prêmios. Eles nunca quiseram engravidar, sempre tiveram na cabeça que a adoção seria a melhor opção para eles. Sabe... a vida pode ser desastrosa para crianças órfãs. Muitas crianças do abrigo ainda continuam lá, ou então saíram para morar nas ruas. A maioria delas sofreu maus-tratos quando eram mais jovens. Outras têm doenças terminais. Isso dificulta muito a adoção, porque os pretendentes são muito seletivos. Querem crianças pequenas, saudáveis, sem quaisquer traços de violência, moral ou física. Isso é praticamente impossível. Adoção deveria ser um caso de entrega, sem preconceitos. Que nem aconteceu comigo. Meu desejo é que todas as crianças órfãs possam ser adotadas.

UNIDADE 7

O magnetismo

PRIMEIRAS PALAVRAS

Existem muitas coisas no mundo que não conseguimos enxergar. Não só porque elas podem ser muito pequenas. É como o caso de uma onda de som ou de rádio, que está entre nós agora e, no entanto, não enxergamos. Se pedíssemos para desenhar o campo gravitacional da Terra, o que você faria? Não enxergamos a gravidade, mas sabemos que ela existe, pois um corpo que tenha massa é atraído pelo campo gravitacional, ou seja, é capaz de se mover nele. O mesmo ocorre com outros campos, como o campo magnético, que não é possível de ser enxergado pelos olhos humanos, mas sabemos que ele existe, pois notamos forças em ímãs, agulhas de bússolas e muitos outros meios na natureza, como as auroras boreais e austrais.

Mas, temos um problema: no caso do campo gravitacional da Terra, sabemos que sua causa está na massa da Terra, na sua matéria; e **no caso do campo magnético da Terra, o que causa seu magnetismo?** Essa é a nossa missão para investigar nesta unidade.





Próximo aos polos da Terra, o campo magnético é mais concentrado. Tanto no norte, quanto no sul, quando alguns tipos de partículas emitidas pelo Sol chegam à Terra, são desviadas pelo campo magnético e produzem esses fenômenos lindos, que chamamos de auroras. As auroras são boreais no polo Norte e austrais no polo Sul. A foto mostra uma aurora boreal e foi tirada da estação espacial americana em dezembro de 2016.

ATIVIDADE 1 – Os campos para as ciências

Campo? Essa palavra quer dizer tanta coisa para nós, não é? Campo de futebol, campo como lugar com árvores, para se ter “uma casa”, campo como uma área do conhecimento, entre tantos outros significados. Mas, no universo científico, nós vamos usá-la de uma outra maneira. Prepare a imaginação e faça a experiência a seguir.



ATIVIDADE PRÁTICA

Farejando campos

Materiais

- Diferentes tipos de perfume ou líquidos com aroma bem marcado (podem ser essências diluídas, ou outros aromas).

Procedimentos

Cada grupo da sala precisa ter um tipo de perfume em mãos. Discuta com seu grupo, em qual lugar da sala (que seja acessível a todo mundo) vocês vão borrifar uma quantidade de perfume. Assim como seu grupo, os outros também farão a mesma coisa.

Ao saírem todos da sala, uma pessoa de cada grupo entra e borrifa o perfume no local. Depois que todos os grupos tiverem borrifado seu perfume, todos retornam à sala e é hora de vasculhar cada espaço na busca pelos pontos borrifados. O grupo que encontrar 3 pontos primeiro, ganha.

- 1 Descreva quais métodos você e seu grupo utilizaram para localizar os perfumes.

- 2 Se você tivesse que convencer uma pessoa com anosmia total (condição de quem não consegue sentir nenhum cheiro ou odor) de que ali, realmente, existe um perfume, o que você faria? Descreva seu método.

Essa atividade serve para que possamos perceber diversas maneiras de conseguirmos verificar a existência de algo que não podemos enxergar. O cheiro de um perfume, ou qualquer outro, não é propriamente um campo do ponto de vista físico, mas possui propriedades importantes que você certamente deve ter percebido. A primeira é que não se enxerga com os olhos um campo, a segunda, você dirá:

- 3 Complete a frase:

Em um campo físico, assim como em uma região de perfume, quanto mais perto da fonte do cheiro (ou do campo), mais _____ ele será sentido/medido.

Nas ciências, a noção de campo é muito bem definida. Um **campo é uma região no espaço na qual é possível a manifestação de uma força**. Por exemplo, no campo gravitacional, nós não enxergamos o campo, mas algo com massa interage com ele e se move nele. Para se mover, é necessária uma força. Um campo elétrico não se vê, mas se uma carga elétrica for posta nele, ela se moverá. Assim, o campo magnético não se vê, mas se colocarmos objetos ferromagnéticos como o ferro e o níquel eles se moverão. Vamos ver como isso se dá.



ATIVIDADE PRÁTICA

Visualizando o campo magnético

Materiais

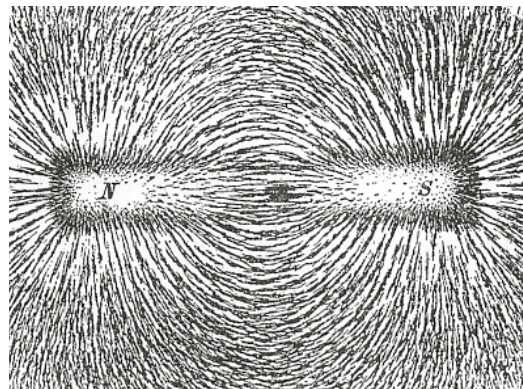
- Ímãs
- Palha de aço
- Tesoura
- Fita adesiva
- Folha de papel

Procedimentos

- 1) Cole com a fita adesiva, o ímã no centro da folha de papel.
- 2) Vire do outro lado e com a tesoura vá cortando a palha de aço em pedacinhos bem pequenos.
- 3) Esses pedacinhos, ao caírem na folha de papel, sofrerão algumas coisas. Dê leves encostadas no papel para que a palha de aço se acomode.
- 4) Fotografe a imagem e responda às questões:

4 Como você explica o movimento de alguns pedaços da palha de aço quando caem no papel?

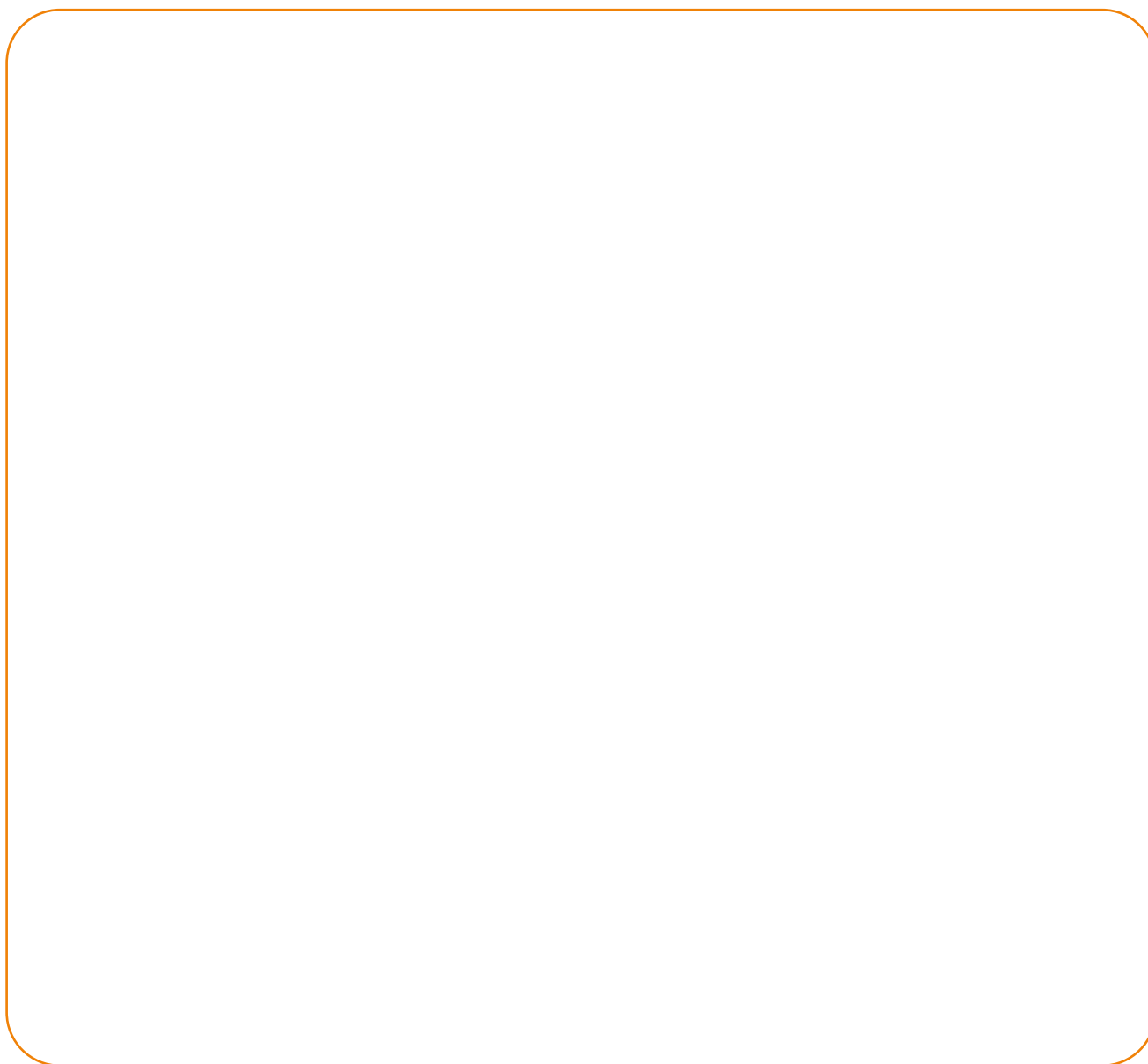
5 A imagem abaixo foi tirada da mesma experiência, feita com um ímã de barra.



Créditos: Wikimedia Commons

Comparando a sua imagem com essa, quais semelhanças e diferenças podem ser observadas?

- 6 Imagine que você tenha feito a experiência com um ímã muito mais forte. Ou seja, que o campo magnético em volta dele seja muito mais intenso. Desenhe no espaço abaixo como seriam as linhas de campo observadas.



ATIVIDADE 2 – O que causa o magnetismo da Terra?

Como você deve saber muito bem, não é apenas em volta de um ímã que existe um campo magnético. Ele está ao nosso redor, neste momento, e uma bússola consegue nos mostrar isso muito bem.

Um estudo histórico muito interessante chamado “Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo” de Osvaldo Pessoa Júnior nos revela muitos detalhes no caminho percorrido para se compreender os campos magnéticos. O texto a seguir foi adaptado desse artigo, cujo *link* completo se encontra ao final.

Os primórdios do magnetismo

A “Pedra-ímã”, relatada no texto a seguir, é a tradução do inglês *lodestone*, cujo significado etimológico seria *leading stone* ou “pedra condutora”, em referência à bússola magnética. O termo designa qualquer amostra natural de minério que tenha magnetização permanente. As pedras-ímãs mais fortes são obtidas naturalmente a partir da magnetita (Fe_3O_4), mas também estão associadas a outros minérios, incluindo os produtos de oxidação da magnetita, a maghemita e a hematita (Fe_2O_3).

A história das descobertas das propriedades magnéticas da matéria e sua capacidade de orientação é muito interessante e aparece em, ao menos, três lugares do globo terrestre e de maneiras independentes. Na América Central, na China e na Grécia antiga. A primeira etapa dessa nossa descoberta é o que ficou conhecido como pedra-ímã e o efeito pedra-ímã. Esse efeito é basicamente a atração que minérios de pedra-ímã exercem sobre pedaços de ferro e de alguns minérios de ferro. O efeito é conhecido desde os primórdios das civilizações mesoamericanas, egípcia, egéia e chinesa. Autores gregos citam os estudos de Tales de Mileto (c. 570 a.C.), que também conhecia o efeito atrativo (eletrostático) que o âmbar esfregado exerce sobre pequenos pedaços de quaisquer materiais. Tales associava o efeito da pedra-ímã à ação da alma, enquanto Empédocles explicava o efeito a partir do princípio do amor (que junto com o ódio regeriam o cosmo).

Demócrito de Abdera (c. 420 a.C.) escreveu um livro chamado “Sobre o magneto” que explicava a atração de pedaços de ferro por um ímã e explicava como se houvesse minúsculos pedaços de ímã que atuavam sobre o ferro sem que pudéssemos vê-los.

Há também relatos sobre o efeito da pedra-ímã na China que remontam pelo menos ao ano 220 a.C., com Pu Wei; cem anos depois, já se tinha observado a repulsão entre ferro e ímã. Assim, por volta dessa época, o conhecimento sobre o magnetismo na China estava no mesmo estágio que na Europa, com a diferença talvez que, na Grécia, em Alexandria e em Roma, havia um debate mais intenso a respeito de como explicar o fenômeno, ao passo que na China dominava a explicação baseada no movimento do ar, ou do sopro de vida, entre a “pedra do amor” e o ferro.



Hoje, sabemos que a pedra-ímã é na maioria das vezes a magnetita, um mineral natural com propriedades magnéticas.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Magnetita#medial/File:Magnetite-170591.jpg>

O efeito da pedra-ímã também era conhecido na América Central, como é demonstrado por esculturas em pedra magnetizada encontradas na região de Soconusco, na costa do Pacífico no sul do México e oeste da Guatemala. Dentre tais esculturas, destacam-se a cabeça de uma tartaruga em Izapa, com volume em torno de 1 m^3 , cujo focinho localiza-se exatamente no polo norte do ímã. Outra série de esculturas, conhecida como “Fat boys”, também indica o conhecimento dos polos magnéticos da pedra-ímã esculpida. Tais esculturas têm sido datadas de 1200 a 500 a.C., e atribuídas a povos do período formativo da cultura Maia. É possível que a orientação magnética das pedras ficasse evidente a partir da atração exercida sobre a limalha da pedra-ímã esculpida.

Um segundo estágio nessa história, seria um passo além de averiguar as propriedades de atração da pedra-ímã, mas verificar que ela possui uma propriedade diretiva, o que permitiu o nascimento das primeiras bússolas. Mas essa descoberta só se deu na China e na América central, não ocorreu na Europa. Esse conhecimento só foi verificado na Europa mil anos após o seu registro na China. Um relato da propriedade diretiva da pedra-ímã foi dado por Liu An, em 120 a.C., que descreveu uma agulha de pedra-ímã flutuando na água e, em 83 d.C., Wang Chhung descreveu uma rudimentar bússola magnética usada para adivinhação. O que se seguiu após esse avanço, ao longo dos séculos seguintes, foi um segundo estágio de desenvolvimento da ciência do magnetismo, que culminou com a bússola náutica.

Por que a propriedade diretiva do ímã foi descoberta e transmitida na China, mas não na Europa?

Uma das causas foi a existência, na China, de práticas de adivinhação que forneceram um ambiente propício para que a descoberta ocorresse. O Tao Te Ching de Lao Tzu (300 a.C.) já mencionava o uso de um tabuleiro mágico, chamado shih, que consistia de duas partes. Abaixo, um tabuleiro quadrado simbolizava a Terra, sendo dividido em diferentes regiões. Acima, um prato redondo representando o céu estava livre para girar, contendo os 24 pontos cardeais e uma figura da constelação do Grande Urso. Uma dessas peças, feita de pedra-ímã e tendo a forma da constelação do Grande Urso (parecendo uma colher de sopa), tendia sempre a apontar (com seu cabo) para o sul, quando girada.

É esse artefato de magia que constituiu a primeira bússola chinesa, descrita por Wang Chhung em 83 d.C. Em torno do ano 1000, a escola de Fukien perto do mar, deu destaque especial para o uso da bússola, que acabou sendo levada para a navegação. Vemos, assim, um exemplo de como, na Antiguidade, a ciência estava intimamente entrelaçada a outros aspectos da cultura. Há boa evidência de que a propriedade diretiva da pedra-ímã era conhecida anteriormente na América Central. Tal afirmação baseia-se principalmente na descoberta de uma pequena barra cuidadosamente polida de hematita magnética em San Lorenzo, no atual estado de Veracruz, ao sul do México, datada do período formativo da cultura Olmeca, entre 1400 e 1000 a.C.



O tabuleiro mágico chinês. A primeira bússola da história da humanidade.

Crédito: Wikimedia Commons

É muito comum artefatos hoje tidos como científicos terem nascido de condições que não são propriamente da ciência. Tanto do ponto de vista cronológico, uma vez que a ciência veio a se constituir como área após o século XVII, como também do ponto de vista das relações entre conhecimentos. Para os gregos, maias e chineses, a relação entre o magnetismo e a bússola era com a religião e com os hábitos do local. Após o uso da bússola para a navegação é que houve a tendência para um constante aprimoramento da bússola em sua precisão e em sua capacidade de orientar a navegação. E sobre isso, é hora de investigarmos mais esse item tão antigo no nosso mundo.



ATIVIDADE PRÁTICA

O campo magnético terrestre

Material

- bússola

Procedimentos

- 1) No pátio da escola, abra a sua bússola em um local aberto.
- 2) Escolha uma das extremidades das agulhas dela e veja para onde ela está apontando.
- 3) Marque um ponto de referência próximo. Pode ser uma parte do muro, um banco, algo que te ajude a lembrar.
- 4) Uma vez marcado, vá para outros dois pontos da escola distante de onde você marcou pela primeira vez.
- 5) Mude a posição do seu corpo e anote também para onde a bússola aponta.

- 1 O que você pode concluir sobre o posicionamento da bússola em diversos locais e posições na escola?

- 2 Observando a imagem abaixo de uma experiência que colocou um ímã e muitas bússolas próximas, elabore uma explicação para o observado nelas.

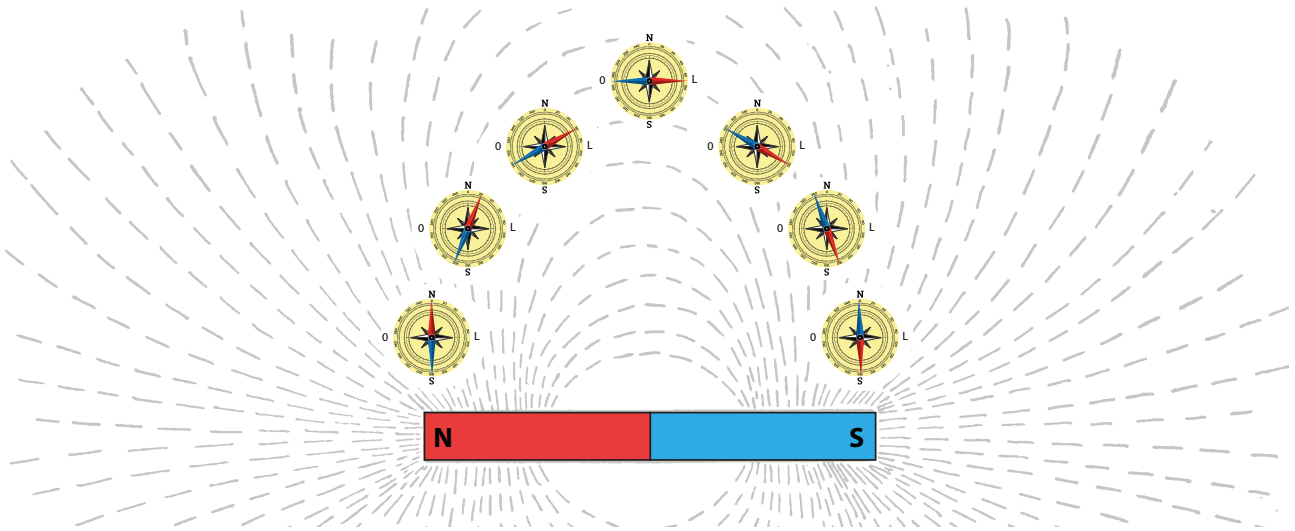
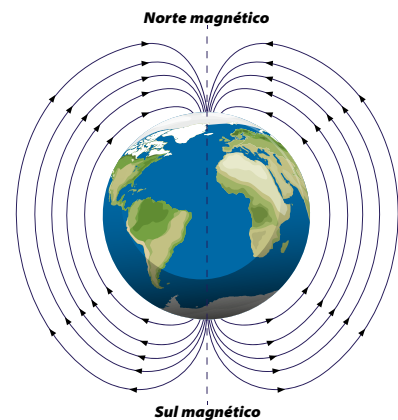


Ilustração: Adobe Stock

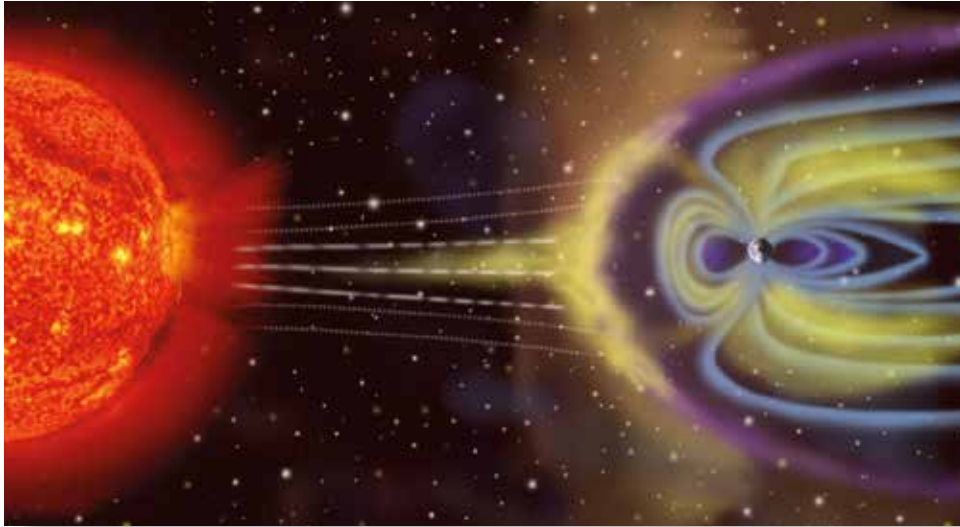
- 3 Considerando o que você observou, como essa característica poderia explicar o uso da bússola na navegação? Elabore uma explicação.

Na experiência de espalhar metal nas proximidades de um ímã, várias linhas se formaram. Chamamos essas linhas de “linhas de campo magnético”. Uma bússola sempre se alinha com as linhas de campo magnético. A Terra possui um campo magnético gigantesco entre os polos.



https://www.freepik.com/free-vector/earth-s-magnetic-field-poster_26346663.htm - Adaptação.

Não é possível realizar a experiência da palha de aço em volta da Terra para ver suas linhas de campo. Mas temos outras formas de percebê-lo. Primeiro, pela bússola e segundo pelas auroras que, como vimos, é a amostra de que o campo magnético da terra desvia as partículas do Sol na região dos polos. Então, é de fato como se a Terra fosse um grande ímã.



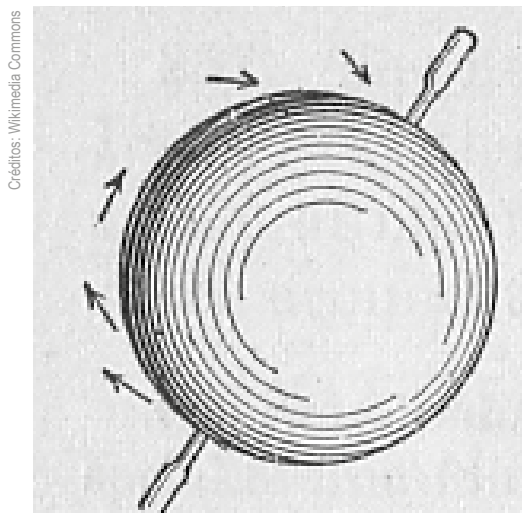
Imagem, sem escala, ilustrando como o campo magnético da Terra é importante para proteger nosso planeta das radiações de altíssima energia emitidas pelo Sol.

Que a Terra possui um campo magnético, não podemos negar, mas sua mente pode estar se perguntando algo. E antes que você se antecipe, vamos já buscar soluções.

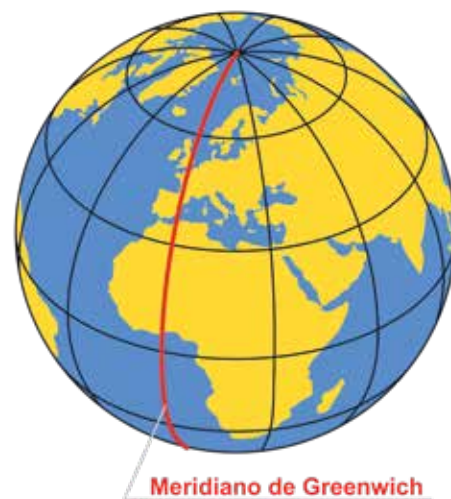
4 O que causa o magnetismo da Terra? Discuta e elabore uma hipótese para tentar explicar isso.

ATIVIDADE 3 – Campos magnéticos

Demorou mil anos para que as noções sobre a propriedade diretiva do ímã chegassem à Europa, no século XII. Provavelmente, isso aconteceu por meio de trocas comerciais entre os chineses e os árabes e, posteriormente, entre a Europa. Porém, assim que chegou, uma contribuição muito importante para o modo como compreendemos o magnetismo foi dada: as noções de polos de um ímã. Quem as definiu foi Petrus Peregrinus no mais importante tratado medieval sobre o magnetismo. Petrus era um engenheiro militar que lutava para expulsar os germânicos da península itálica. Nesse episódio, ocorrido em 1269, Petrus escreveu suas investigações experimentais sobre a *terrella*, uma esfera de pedra-ímã. Colocando uma agulha imantada em diferentes pontos da superfície da *terrella* e desenhando a orientação da agulha na superfície da esfera, obteve linhas iguais aos meridianos terrestres, ou seja, grandes círculos que se cruzam em dois polos opostos.



A *terrella* na qual Peregrinus aproximou várias agulhas magnéticas da esfera e verificou que elas iam ficando mais inclinadas em direção aos polos.



Meridianos Terrestres.

Imagem: Adobe Stock

Petrus descreveu o experimento em que colocou a pedra-ímã em um prato fundo, boiando na água, de tal forma que o polo “norte” da pedra se orientasse para o polo norte da Terra. Dividindo a pedra em duas partes ao longo de seu equador, cada parte terá um polo norte e um sul, e os polos diferentes se atraem. Com essa experiência, definiu-se o que hoje conhecemos como os polos norte e sul de todo material magnético. Essa nomenclatura se deu exatamente pela relação que o magnetismo tinha com os polos da Terra.

Esse experimento, realizado por um europeu, mostrou o que chineses e maias já sabiam: a relação entre o campo magnético e os polos da Terra. Mesmo assim, isso significou um avanço no sentido de um registro e estudo de que a Terra possui um campo magnético em sua volta.

Em qualquer corpo magnetizado, existem dois polos indivisíveis: o polo norte e o polo sul. As linhas de campo magnético foram definidas como saindo no norte e indo para o sul, conforme a experiência de Petrus.

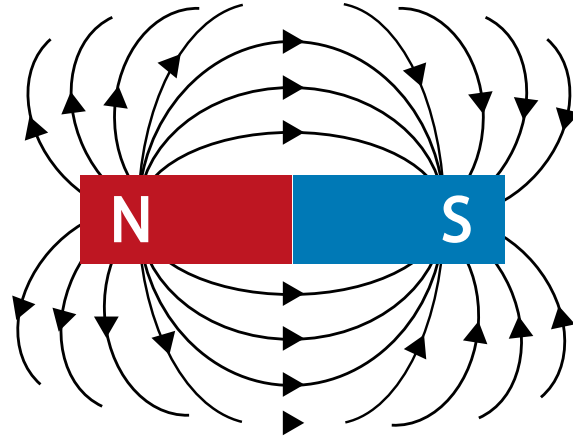


Ilustração: Fernanda Gomes

Assim, é possível explicar por qual razão os ímãs podem se atrair ou se repelir. Veja a imagem.

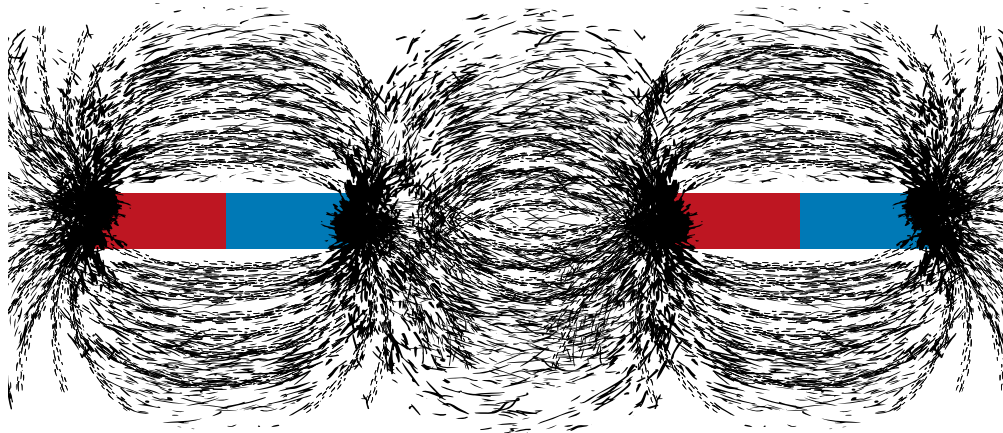
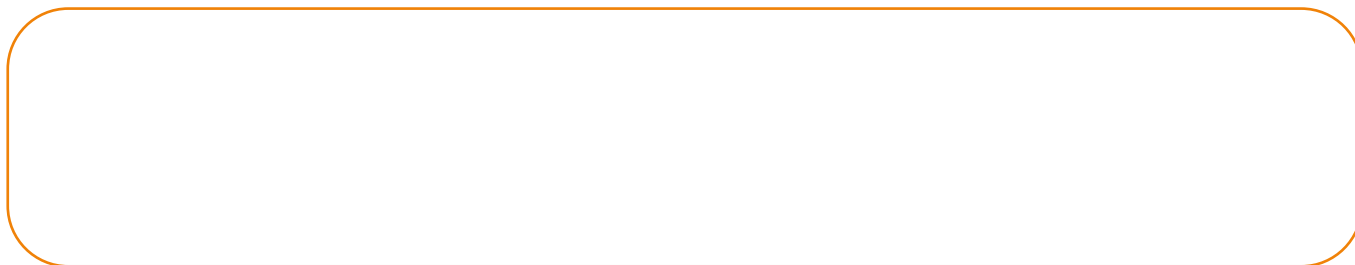


Ilustração: Fernanda Gomes

Na imagem acima temos dois ímãs próximos. Em cada ímã, existem dois polos, os vermelhos são os polos norte e os azuis são os polos sul.

- 1 Desenhe no espaço a seguir como ficam as linhas de campo entre os dois ímãs, com suas respectivas setas, em diferentes situações:

a) Os polos sul e norte se aproximando.



b) Os polos sul iguais se aproximando.



c) Os polos norte iguais se aproximando.



2) Elabore uma explicação com suas palavras para justificar a razão pela qual, ao aproximar dois polos iguais, o efeito da força é de afastar os ímãs. E, quando aproximamos dois polos diferentes, o efeito da força é de atração.

As linhas de campo magnético orientam não só a força entre ímãs diferentes, mas em tudo que é capaz de interagir com o campo magnético. Na experiência da palha de aço, a partir do momento em que aquele material se orienta e se junta em uma linha em volta do ímã ele também se torna um ímã. Chamamos esse processo de imantação. Vamos verificar isso.



ATIVIDADE PRÁTICA

Corrente invisível

Materiais

- diversos tipos de ímãs
- clips de prender papel

Procedimentos

O desafio é simples: você deve enfileirar vários clips em uma mesa (sem conectá-los) e com o seu ímã vai fazer um grudar no outro deixando-os pendurados. Como mostra a imagem.

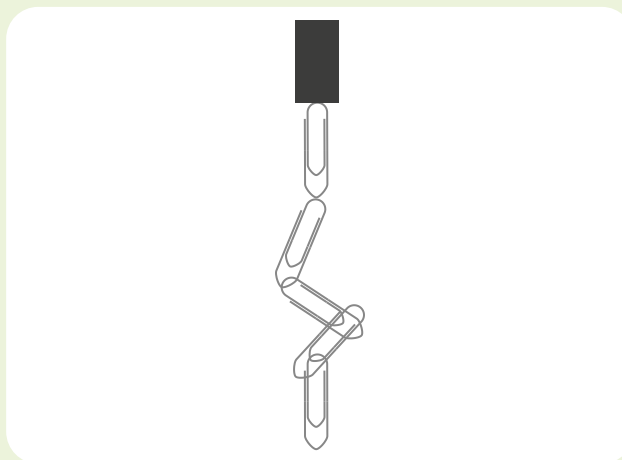


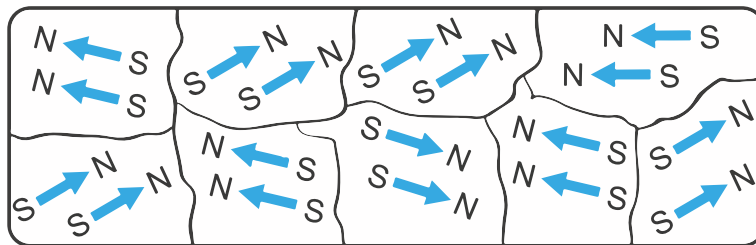
Ilustração: Adobe Stock

Compare a sua montagem com a de outros grupos da sala.

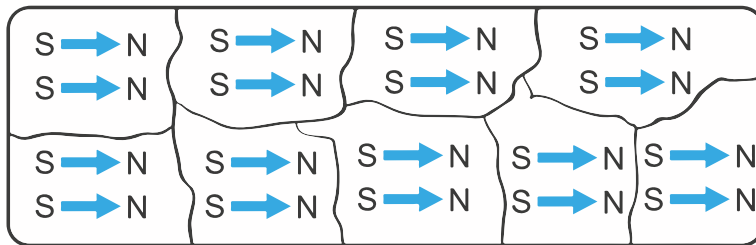
- 3 Que conclusão podemos tirar sobre a diferença de um ímã que consegue manter pendurados 7 clips, e um outro, que mantém 5 clips?

Os campos magnéticos podem ser mais fortes e mais fracos e você mesmo percebe isso, lidando com ímãs que são muito difíceis de desgrudar (ou seja, exigem mais força) e outros, que são menos. No processo de imantação ou magnetização, como o campo magnético em volta do ímã existe, quando encostamos em um metal, nós orientamos a sua estrutura interna do material que está, normalmente, orientada aleatoriamente e a deixamos toda orientada na direção da linha de campo. Se o campo magnético que encostar no processo de imantação for muito alto, a orientação pode ser permanente. Aliás, é assim que se produz ímãs. Se, ao contrário, for baixo, pouco, a pouco o metal pode deixar de estar magnetizado.

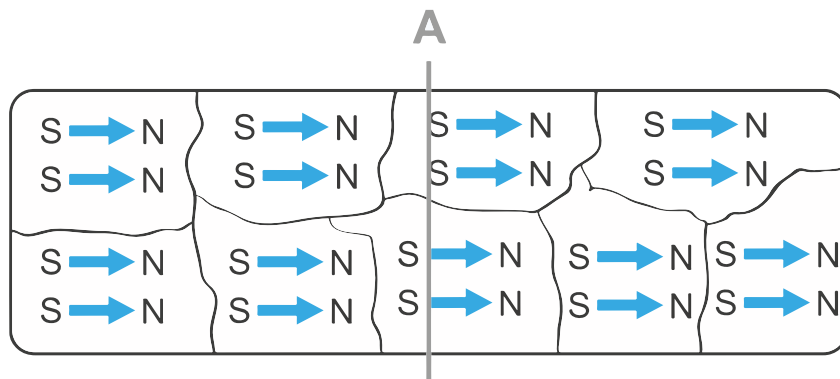
Representação de um material desmagnetizado



Representação de um material magnetizado



- 4 Considerando um material magnetizado, como um ímã, representado na figura, se nós o serrarmos ao meio bem no corte **A**, as duas partes separadas continuarão a serem ímãs ou não? Justifique.



Bom, você pode, junto com sua turma, pegar um dos ímãs que vocês têm e quebrá-lo a fim de verificar se alguma das duas partes quebradas perde ou não o magnetismo.

Mas, nosso problema agora é maior. Temos certeza que você deve ter ficado incomodado com essa explicação “*estrutura interna do material*”. Afinal, o que é isso? Precisamos entender melhor o mundo das estruturas internas da matéria.

ATIVIDADE 4 – A estrutura interna da matéria

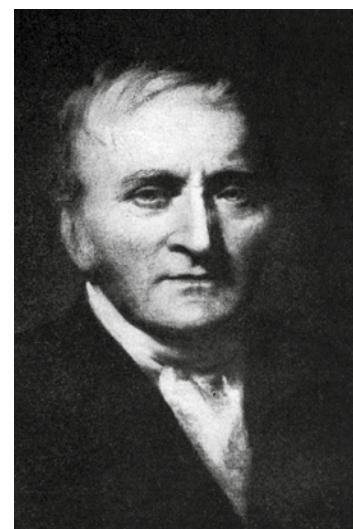


Demócrito 460 – 370 a C

Como vimos, especulações sobre a explicação de determinados fenômenos como o magnetismo e a eletrização foram feitas na Grécia antiga. Contudo, a maneira de explicação dos fenômenos misturava crenças e costumes da época. Um dos primeiros registros sobre ideias a respeito da estrutura da matéria foi de **Demócrito**, um filósofo grego que viveu por volta de 400 a.C. O raciocínio de Demócrito foi o de imaginar o seguinte: se qualquer matéria fosse dividida ao meio e depois ao meio novamente, por diversas vezes, haveria um momento, não visível aos olhos, em que não seria possível dividi-la mais. Esse pequeníssimo pedaço de matéria recebeu o nome de **átomo**. Em grego, “a” é um prefixo usado para negação, como amoral significa sem moral, atípico é o que não é típico, etc. E “tomo” significa divisão, como se faz em muitos livros, tomo 1, tomo 2, etc.

Assim, Demócrito cunhou o termo que usamos até hoje para falar da matéria básica que forma as coisas. O importante de se notar é que, para Demócrito, o átomo era apenas um tipo que, em seus diversos tipos de arranjos e junções, formava toda a matéria que existe na natureza.

Muito tempo se passou, veio a Idade Média, o Renascimento, até que na Idade Moderna foi necessário explicar outros fenômenos que o modelo de Demócrito não se aplicava mais. Estamos falando das reações químicas, ou seja, quando misturamos materiais que reagem e dessa reação aparece uma outra coisa, um outro material. Naquela época, eram muito comuns os experimentos com reações. O modelo de Demócrito não explicava as reações químicas pois, se todos os átomos são iguais, não é possível gerar algo novo a partir de duas coisas



John Dalton 1766 - 1844

iguais. Foi então que o inglês **John Dalton** propôs um novo modelo. O átomo continuava indivisível, maciço e muito pequeno, mas desta vez, ao invés de ser tudo igual, cada substância tinha seu tipo de átomo. O ferro um tipo, o oxigênio outro tipo e assim por diante. Os tamanhos poderiam mudar, assim como as massas.

- 1 Por qual razão, o fato de se ter átomos diferentes para cada elemento explica as reações químicas, que, antes, não eram explicadas conforme o modelo de Demócrito?

Na mesma época, um outro grupo de pessoas estava estudando as propriedades elétricas da matéria, as quais tinham que ser encontradas na estrutura da matéria. Mais uma vez, o modelo atual não era suficiente para explicar um fenômeno. Então, um novo modelo foi proposto pelo físico britânico **Joseph Thomson**.

Nesse modelo, agora, existem dois tipos de partículas no átomo: uma de carga positiva e outra, de carga negativa. O átomo seria como um panetone, cuja massa teria carga positiva e as uvas passas seriam as cargas negativas. Os átomos seriam diferentes em tamanho e quantidade de cargas. Cada elemento teria uma configuração própria. Importante notar que, pela primeira vez na história, o átomo não é mais indivisível, pois possui duas partículas.

O avanço das pesquisas com eletricidade logo mostrou que existem forças entre cargas elétricas: de atração, quando as cargas são opostas e de repulsão, se as cargas forem iguais.



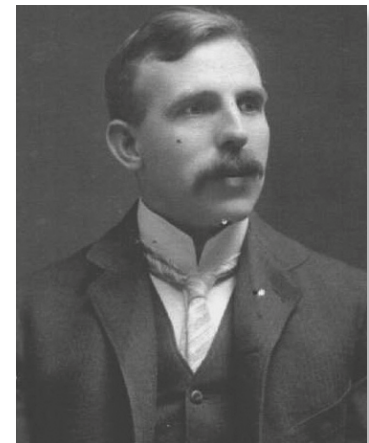
Créditos: Wikimedia Commons

Joseph Thomson 1856 - 1940

- 2 Por qual razão as forças entre as cargas deixam o modelo de Thomson mais fragilizado?

Um estudante de Thomson foi quem resolveu este problema propondo um experimento muito famoso conhecido como “experimento da folha de ouro”. **Ernest Rutherford**, ao lançar partículas sobre uma finíssima lâmina de ouro, verificou que elas atravessavam a folha como se não houvesse matéria lá.

Raríssimas partículas eram desviadas, o que o levou a pensar que o átomo era composto, em sua grande maioria, de espaço vazio e a matéria estaria concentrada em um núcleo muito denso. Assim, nasce o modelo no qual o átomo tem um núcleo de carga positiva. Essas partículas foram descobertas no final do século XIX e no começo do século XX e hoje chamamos de prótons, as cargas positivas e elétrons, as negativas.



Créditos: Wikimedia Commons

Ernest Rutherford [1871 - 1937]

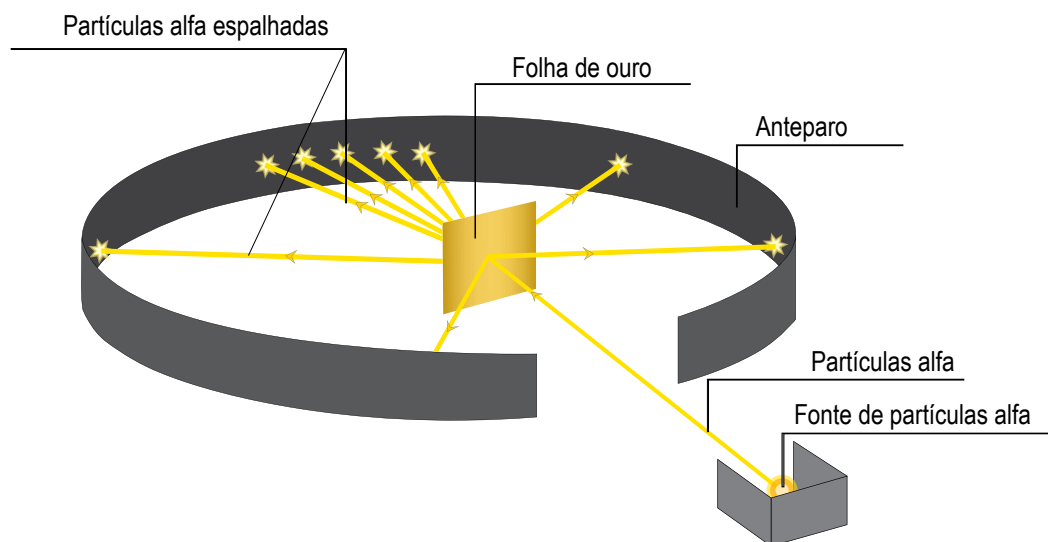


Ilustração: Adobe Stock

Mas, o modelo de Rutherford ainda tinha um problema com relação às forças entre as cargas.

- 3 Qual o problema que Rutherford teve que enfrentar com seu modelo em relação às forças entre as cargas?

Esse problema foi resolvido por um colega de Rutherford, o físico dinamarquês **Niels Bohr**.

Bohr elaborou, matematicamente, um modelo, no qual os elétrons poderiam girar apenas em camadas específicas de energia em volta do núcleo. Dentro desses níveis de energia, eles não sofreriam a força das cargas positivas do núcleo. Assim, o átomo de Bohr tem um núcleo, mas os elétrons, ao invés de girarem de qualquer maneira, ocupam camadas específicas de energia. É o modelo das camadas.

A essa altura do campeonato, você pode estar se perguntando, mas e o magnetismo? Ninguém explicou ainda como o magnetismo está na estrutura da matéria. E é este o ponto em que chegamos: o último modelo, o mais moderno e que pode ser considerado atual, o desenvolvimento do átomo de Bohr, que data de 1920. Quem o aprimorou foi o físico alemão **Arnold Sommerfeld**.

Sommerfeld conciliou a teoria da relatividade com a desenvolvida por Bohr e percebeu que os elétrons poderiam ocupar regiões no espaço e não somente em um plano, como o modelo de Bohr previa. Nesse sentido, ele mostrou, matematicamente, de quais maneiras essas regiões poderiam estar no espaço, no que ficou conhecido como “orbitais” eletrônicos. O movimento dos elétrons, nessa região, causa um campo magnético ali. Esse campo ficou conhecido posteriormente como SPIN do elétron.



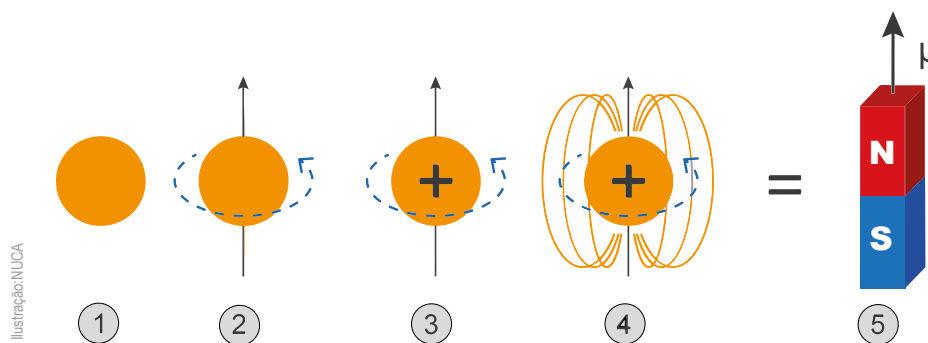
Niels Bohr [1885 - 1962]

Créditos: Wikimedia Commons

Créditos: Wikimedia Commons



Arnold Sommerfeld [1868 - 1951]



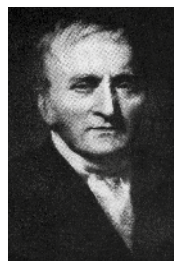
Já se sabia desde o século XIX que o movimento de cargas elétricas interagia com campos elétricos e isso será tema das próximas duas unidades. É importante destacar que o modelo atual explica todos os problemas antecedentes, e, também, o magnetismo da matéria. Mas, outras questões ainda continuam sem explicação, assim como, provavelmente, novos fenômenos surgirão e os modelos atuais não serão suficientes.

- 4 Agora, com todas as informações sobre o desenvolvimento das visões e modelos sobre a matéria, preencha a tabela a seguir.



Créditos: Wikimedia Commons

Demócrito
[460–370 aC]



Créditos: Wikimedia Commons

Dalton
[1766 - 1844]



Créditos: Wikimedia Commons

Thomson
[1856 - 1940]

<p>Modelo</p>		<p>Adaptado de: Internet Archive</p>	<p>Créditos: Wikimedia Commons</p>
<p>Descrição</p>	<p>a/tomo = indivisível. Modelo metafísico e físico da teoria materialista de Demócrito. O átomo é igual para todas as substâncias.</p>		<p>Modelo do panetone. O átomo ainda é uma bolinha, mas composta por cargas positivas e negativas. Cada elemento tem sua bolinha diferente composta por quantidades de cargas diferentes.</p>
<p>O que o modelo explica</p>	<p>A constituição básica do mundo.</p>	<p>A constituição básica do mundo. Reações químicas</p>	
<p>Problema (o que o modelo não explica e requer solução)</p>	<p>Reações químicas</p>	<p>A presença de cargas elétricas na estrutura da matéria</p>	<p>As forças entre as cargas</p>



Créditos: Wikimedia Commons

Rutherford
[1871 - 1937]



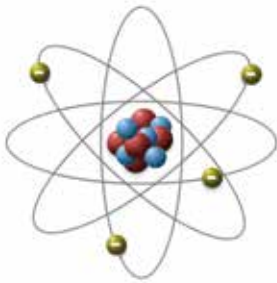
Créditos: Wikimedia Commons

Bohr
[1885 - 1962]

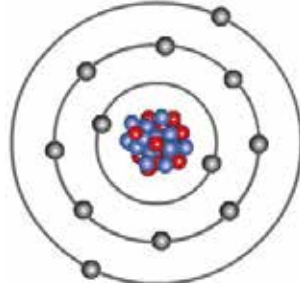


Créditos: Wikimedia Commons

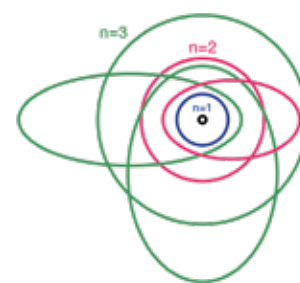
Sommerfeld
[1868 - 1951]



Wikimedia Commons



Isignificados.online/WikimediaCommons



Wikimedia Commons

O átomo é formado por um núcleo denso (100000 x menor) e com as cargas negativas orbitando em volta

Modelo dos orbitais. Os elétrons têm maior probabilidade de estar em uma região de energia definida como orbitais.

A constituição básica do mundo.
Reações químicas
A presença das cargas
As forças entre as cargas

A constituição básica do mundo.
Reações químicas
A presença das cargas
As forças entre as cargas
A perda de energia

O magnetismo da matéria

?

ATIVIDADE 5 – A relação entre eletricidade e magnetismo

Eletricidade e magnetismo foram coisas diferentes e separadas por muito tempo na história. A parte “elétrica” da matéria era o fenômeno da pedra do elektron (âmbar), atraindo folhas secas depois de ser atritada em pele de ovelha. Já a atração magnética da pedra-ímã (magnetita) era um outro tipo de atração que ocorriam em alguns materiais.



Créditos: pixtree.com



Créditos: Wikimedia Commons

As pedras do âmbar e da magnetita, que tinham forças misteriosas associadas a elas na antiguidade clássica.

Essas eram observações normais e que não resultaram em nenhum artefato ou fato mais importante, embora estivesse bem documentada. Somente depois do século XVII é que as pesquisas com os fenômenos da pedra do âmbar e da pedra-ímã começaram a ser desenvolvidas com as linguagens mais aprimoradas, de forma sistemática. O grande propulsor deste movimento foi o médico e físico inglês William Gilbert, que, apesar de ser médico da rainha Elizabeth I, entrou para a história por suas pesquisas em eletricidade e magnetismo. Em 1600, publicou um livro chamado “*De magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure*” ou em bom português: “O magnetismo da Terra, um grande ímã”. Nesse livro, Gilbert utilizou as ideias e experiências de Petrus Peregrinus e mostrou que a Terra era um grande ímã. Contudo, a maior contribuição de Gilbert foi lançar no ar a suspeita de que as forças magnéticas e elétricas poderiam ter alguma semelhança. Até então tratavam-se de fenômenos completamente distintos. O magnetismo como orientação de navegação e a eletricidade que, até onde se sabia, existia a partir do atrito de corpos diferentes.



Créditos: Wikimedia Commons

William Gilbert

Algumas pesquisas começaram a ser feitas em busca dessa suspeita. Algum tempo depois, duas experiências muito importantes mostraram que eletricidade e magnetismo tinham uma relação de causa um com o outro. Mas vamos guardar a história para testar isso.



ATIVIDADE PRÁTICA

A experiência de Ørsted

Materiais

- Bússola
- Pilha
- Pedaco de fio

Procedimentos

- 1) Deixe a bússola parada até que ela se estabilize.
- 2) Próximo a ela, com um pequeno pedaco de fio, ligue as duas partes de uma pilha como mostra a imagem.



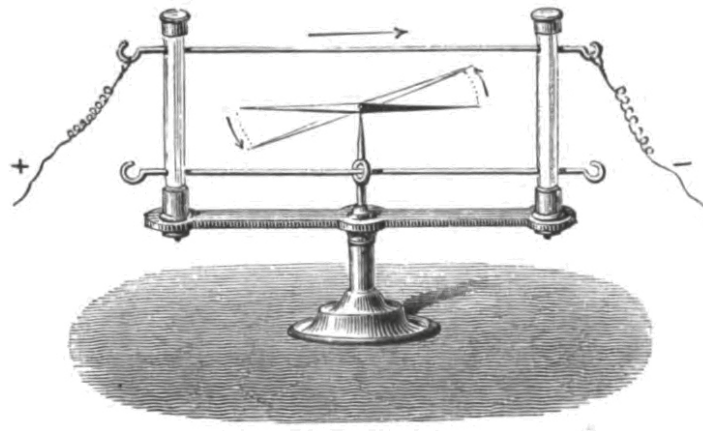
Foto: Daniel Cunha - Núcleo de Foto e Vídeo Educação - COPEd - SME

1 Descreva detalhadamente o que ocorreu quando você ligou o fio na pilha.

2 Qual é o único tipo de campo capaz de fazer força em uma bússola?

3 Qual é a conclusão a que você pode chegar com essa experiência?

A experiência que você fez e provavelmente as conclusões que você traçou foram feitas, originalmente, pelo físico dinamarquês Hans Christian Ørsted, em 1820. Ele observou que, ao encostar as duas extremidades de uma pilha por meio de um fio metálico, produzia-se o que ele chamou de “conflito elétrico” e que isso fazia a bússola se mover.



Créditos: Wikimedia Commons

O conjunto experimental de Ørsted

Quando se ligava por um fio os polos positivo e negativo, dentro do fio, uma corrente elétrica se estabelecia e essa, criava um campo magnético em volta do fio. Ele publicou suas observações em um artigo chamado “*Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam*”, traduzindo: a experiência sobre o efeito da agulha magnética no conflito elétrico.

Quando a revista foi publicada com a grande novidade, imediatamente, um físico francês iniciou um trabalho sobre este mesmo efeito. O nome dele era André Marie Ampère. No mesmo ano do trabalho de Ørsted, Ampère publicou uma lei física, que relacionava a intensidade da corrente em um fio com a de um campo magnético criado.

Veja a imagem a seguir:

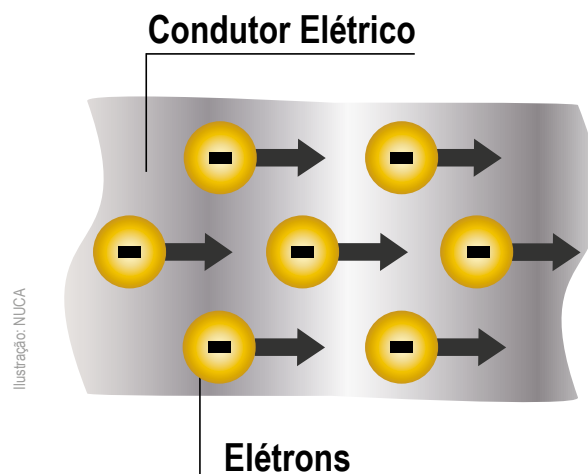


Fonte: <https://www.labdemon.ufpa.br/eletricidade-e-magnetismo/solenoides-3-bobinas-azeheb>

Quando a corrente elétrica passa por um fio, cria-se um campo magnético em volta. Ao enrolar esse fio, o campo fica reto na região dentro do fio

- 4 Quais as semelhanças e diferenças entre essas linhas de campo magnético, formadas em volta de um fio e as linhas formadas em volta de um ímã?

Pensando do ponto de vista da estrutura da matéria, sabemos que corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas. No caso de um fio, temos o seguinte:



Analisando esse esquema, e lembrando o modelo de Sommerfeld sobre o movimento de rotação do elétron criar um campo magnético, responda:

- 5 Em ambos os casos, o que é necessário acontecer com os elétrons para que o campo magnético se forme?
-
-

Assim, nesse capítulo chegamos a uma conclusão muito importante:

Quando cargas elétricas se movem, há a criação de um campo magnético.

Mas a história não para aí.

ATIVIDADE 6 – Força Magnética



ATIVIDADE PRÁTICA

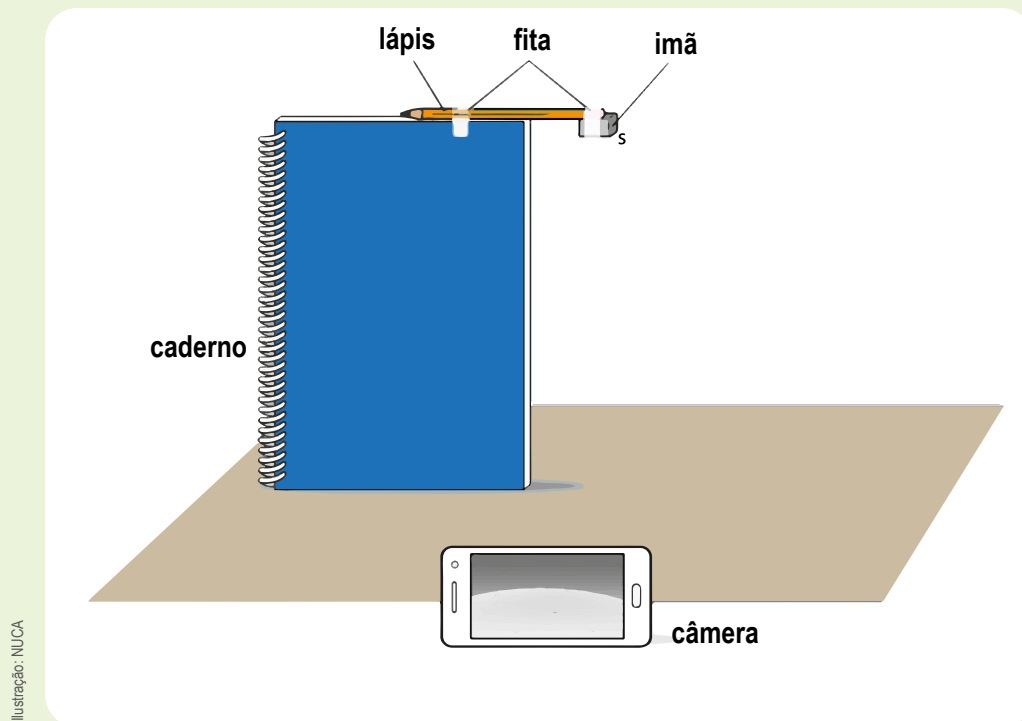
Desvios magnéticos

Materiais

- Dois ímãs
- Câmera de filmagem (do celular)
- Fita adesiva
- Caderno
- Lápis

Procedimentos

Sem que esteja identificado, escolha aleatoriamente um dos dois lados do primeiro ímã e escreva a letra S de sul nele. Nós não sabemos se, de fato, aquele polo é o sul, mas vamos ver que uma vez definindo um deles, o resto é consequência. Uma vez identificado, você vai fixar o ímã no fundo de um lápis e vai deixar o lápis preso, no caderno, com o lado identificado visível, como mostra a figura.



Pegue o outro ímã e identifique, de alguma maneira, os dois lados. Com a própria fita, com cores, etc. **Nossa missão é definir quais polos são N e S do segundo ímã sem encostar um no outro e sem olhar para eles.**

- a) Com essa montagem experimental, de que maneira você conseguiria encontrar o polo norte e o polo sul do segundo ímã?

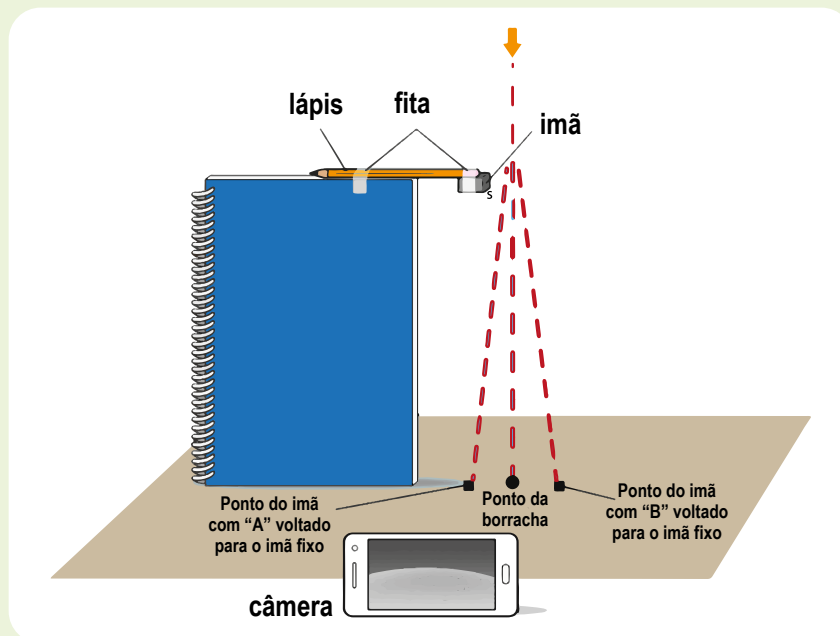
O que nós faremos é observar a tela do celular, que está embaixo, e deixaremos o ímã cair, passando bem perto do outro que está afixado. Nós sabemos que, mesmo caindo, quando os dois ímãs estiverem próximos, haverá uma força entre eles.

- b) Se um ímã estiver caindo e passar na região de campo magnético de outro, o que você espera que aconteça?

Vamos fixar uma distância de 10cm acima do caderno para soltar o segundo ímã. Ao cair, esse ímã precisa passar bem perto (1cm a 2 cm) do ímã fixo. Antes de soltar, vamos investigar o que pode acontecer.

Vamos supor que o segundo ímã tenha sido identificado em seus polos como A e B.

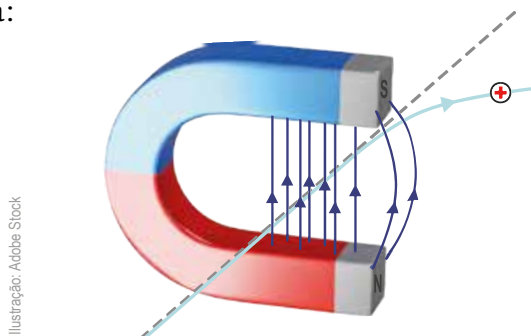
- c) Ao deixar cair uma borracha (que não interage com o campo magnético) da mesma posição, ela deve cair em um ponto reto na carteira. Mas, se for um outro ímã, com o lado A voltado para o ímã e, ao cair, esse ímã cai um pouco mais próximo do caderno do que o ponto em que a borracha caiu? E se com o mesmo ímã, voltado com o lado B para o ímã fixo, o ímã cair mais afastado do caderno?



Que afirmações podemos fazer sobre os lados A e B do ímã, sabendo que o ímã fixo está com seu lado sul voltado para fora?

Agora que você previu tudo antes de acontecer é hora de colocarmos a mão na massa e ver tudo isso acontecendo. Realize a experiência, grave as quedas, analise e identifique o sul e o norte do ímã que caiu.

Se uma carga elétrica em movimento ou rotação cria em volta de si um campo magnético, sempre que tivermos uma carga elétrica qualquer, lançada dentro de uma região de campo magnético, como essa carga tem em si uma polaridade magnética, ela sofrerá uma força e será desviada. Veja o esquema:



Quem fez uma experiência dessas foi o físico inglês Willian Crookes, que ficou conhecida como a experiência do tubo de Crookes. Em um tubo sem ar dentro e com dois polos elétricos ligados, havia uma alta tensão. Raios saíam de um polo e chegavam no outro. Na época, isso era conhecido como “raios catódicos”. Crookes aproximou um ímã desses raios e notou que eles sofriam um desvio.



Na experiência com o tubo de Crookes, ao aproximar um campo magnético do raio, eles se desviavam.

Note na representação da montagem de Crookes que o ímã na mão da pessoa faz com que os raios sofram um desvio para cima. Isso mostra como as cargas em movimento possuem, de fato, campos magnéticos em volta e são capazes de interagir com um campo magnético externo.

No mundo real, isso acontece quando o Sol ou outros corpos no universo emitem bilhões e bilhões de partículas, muitas delas com cargas elétricas, que chegam perto do planeta Terra. Como você bem sabe, em volta da Terra, há um campo magnético, e as partículas, ao serem atraídas por esse campo magnético, sofrem desvios. Como elas estão muito rápidas, o desvio acaba gerando luz, que conhecemos como Auroras.

- 1 Considerando as explicações acima, descreva por qual razão não é possível observar auroras nas proximidades da linha do equador na Terra.

Quando isso ocorre no campo magnético do norte do planeta, chamamos este fenômeno de **aurora boreal**.



Aurora boreal na Noruega.

Quando o mesmo fenômeno acontece no polo Sul do planeta, chamamos de **aurora austral**.

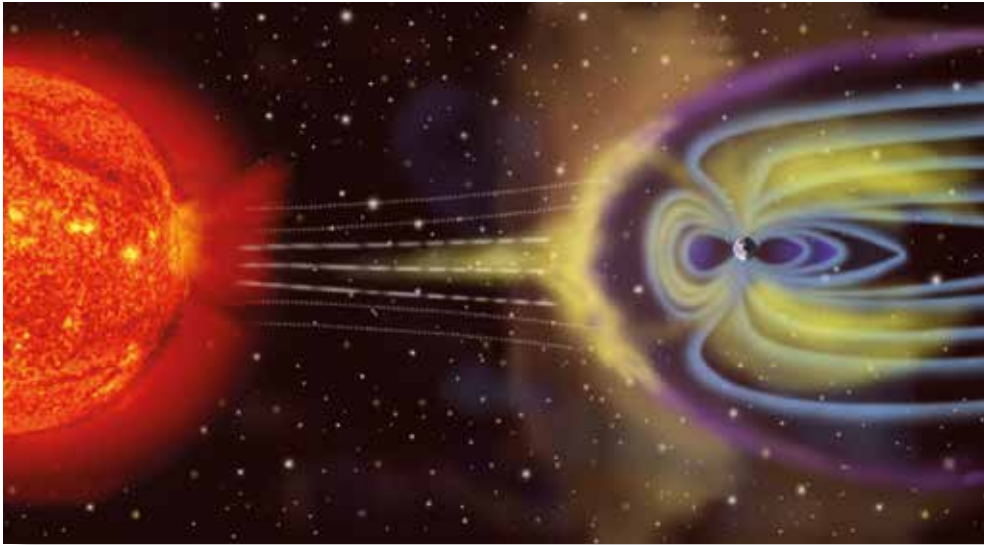


Aurora austral na longa noite da Antártica.

ATIVIDADE 7 – O magnetismo da Terra

Sabemos que a Terra é um grande ímã, e uma bússola se orienta por ele, assim como qualquer material magnético. Cargas elétricas em movimento também criam campo magnético e são desviadas pelo campo magnético da Terra.

Foi essa característica essencial da Terra que permitiu a existência de vida nesse planeta. Outros planetas que não possuem um campo magnético intenso, sofrem, diretamente, o efeito das partículas emitidas pelo Sol. Ou seja, o campo magnético da Terra funciona como um filtro contra as partículas altamente energéticas emitidas pelo Sol. Assim, é possível a existência de uma atmosfera e também da água líquida no planeta.



Créditos: Wikimedia Commons

Imagem ilustrativa, fora de escala mostrando como o campo magnético terrestre desvia os “ventos solares”, isto é, as partículas altamente energéticas emitidas pelo Sol.

Em um estudo recente, o astrofísico brasileiro, José-Dias do Nascimento, mostrou como a presença do campo magnético é um dos muitos fatores essenciais para que algum planeta possa abrigar vida. No estudo, ele calculou a quantidade de energia emitida pelo Sol, quando jovem, e simulou o que aconteceria com a Terra, caso não houvesse campo magnético. Quando a vida começou a surgir na Terra, o Sol era muito mais violento em sua atividade e, se não fosse o campo magnético para barrá-la, toda a atmosfera seria varrida e a Terra seria um deserto frio.

Portanto, o campo magnético da Terra está muito além das investigações científicas ou históricas. Sua importância reside no fato de haver vida neste planeta. Assim, a pergunta ainda permanece.

Se a Terra tem um campo magnético, **de onde vem o campo magnético da Terra?**

Elabore um texto que mostre e explique como isso acontece. Depois, discuta, com sua turma, as outras ideias e construam uma explicação em conjunto com o(a) professor(a).

UNIDADE 2 - ATIVIDADE 4 (PÁGINA 54)

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/68/Periodic_table_large-pt_PT.svg/2000px-Periodic_table_large-pt_PT.svg.png. Acesso em: 5 fev. 2018.

Tabela periódica dos elementos

grupo 1

1	2
1.00794 H Hidrogênio	4.002602 He Hélio
6.941 3 Li Lítio	9.012182 4 Be Berílio
22.98976 11 Na Sódio	24.3050 12 Mg Magnésio
39.0983 19 K Potássio	40.078 20 Ca Cálcio
85.4678 37 Rb Rubídio	87.62 38 Sr Estrôncio
132.9054 55 Cs Césio	137.327 56 Ba Bário
(223) 87 Fr Francio	(288) 103 Lr Lawrencio

grupo 2

26 Fe Ferro	55.845 26 Fe Ferro
762.5 Fe	1.83 Fe
Fe	Fe
Ferro	Ferro
[Ar] 3d ⁶ 4s ²	[Ar] 3d ⁶ 4s ²

grupo 3

21 Ti Titânio	22 V Vanádio	23 Cr Cromo	24 Mn Mangansês	25 Fe Ferro	26 Co Cobalto	27 Ni Níquel	28 Cu Cobre	29 Zn Zinco	30 Ga Gálio	31 Ge Germânio	32 As Arsênio	33 Se Selênio	34 Br Bromo	35 Kr Criptônio	36 Xe Xenônio	86 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
---------------------	--------------------	-------------------	-----------------------	-------------------	---------------------	--------------------	-------------------	-------------------	-------------------	----------------------	---------------------	---------------------	-------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	--------------------------

grupo 4

20 Ca Cálcio	21 Sc Escândio	22 Ti Titânio	23 Cr Cromo	24 Mn Mangansês	25 Fe Ferro	26 Co Cobalto	27 Ni Níquel	28 Cu Cobre	29 Zn Zinco	30 Ga Gálio	31 Ge Germânio	32 As Arsênio	33 Se Selênio	34 Br Bromo	35 Kr Criptônio	36 Xe Xenônio	86 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
--------------------	----------------------	---------------------	-------------------	-----------------------	-------------------	---------------------	--------------------	-------------------	-------------------	-------------------	----------------------	---------------------	---------------------	-------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	--------------------------

grupo 5

38 Sr Estrôncio	39 Y Ítrio	40 Zr Zircônio	41 Nb Níbio	42 Mo Molibdênio	43 Tc Técnicio	44 Ru Ródio	45 Rh Ródio	46 Pd Paládio	47 Ag Prata	48 Cd Cádmio	49 In Índio	50 Sn Estanho	51 Sb Antimônio	52 Te Telúrio	53 I Iodo	54 Xe Xenônio	86 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
-----------------------	------------------	----------------------	-------------------	------------------------	----------------------	-------------------	-------------------	---------------------	-------------------	--------------------	-------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	-----------------	---------------------	---------------------	--------------------------

grupo 6

72 Hf Háfnio	73 Ta Tântalo	74 W Tungstênio	75 Re Rênio	76 Os Osmio	77 Ir Írídio	78 Pt Paládio	79 Au Ouro	80 Hg Mercúrio	81 Tl Telúrio	82 Pb Chumbo	83 Bi Bismuto	84 Po Polônio	85 At Astato	86 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
--------------------	---------------------	-----------------------	-------------------	-------------------	--------------------	---------------------	------------------	----------------------	---------------------	--------------------	---------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------------

grupo 7

74 Hf Háfnio	75 Ta Tântalo	76 W Tungstênio	77 Re Rênio	78 Os Osmio	79 Ir Írídio	80 Pt Paládio	81 Au Ouro	82 Hg Mercúrio	83 Tl Telúrio	84 Pb Chumbo	85 Bi Bismuto	86 Po Polônio	87 At Astato	88 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
--------------------	---------------------	-----------------------	-------------------	-------------------	--------------------	---------------------	------------------	----------------------	---------------------	--------------------	---------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------------

grupo 13

5 B Boro	6 C Carbono	7 N Nitrogênio	8 O Oxigênio	9 F Fluor	10 Ne Neônio	17 Cl Cloro	18 Ar Argônio	36 Kr Criptônio	54 Xe Xenônio	86 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
----------------	-------------------	----------------------	--------------------	-----------------	--------------------	-------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	--------------------------

grupo 14

13 Al Alumínio	14 Si Silício	15 P Fósforo	16 S Enxofre	17 Cl Cloro	18 Ar Argônio	36 Kr Criptônio	54 Xe Xenônio	86 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
----------------------	---------------------	--------------------	--------------------	-------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	--------------------------

grupo 15

15 P Fósforo	16 S Enxofre	17 Cl Cloro	18 Ar Argônio	36 Kr Criptônio	54 Xe Xenônio	86 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
--------------------	--------------------	-------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	--------------------------

grupo 16

16 S Enxofre	17 Cl Cloro	18 Ar Argônio	36 Kr Criptônio	54 Xe Xenônio	86 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
--------------------	-------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	--------------------------

grupo 17

17 Cl Cloro	18 Ar Argônio	36 Kr Criptônio	54 Xe Xenônio	86 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
-------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	--------------------------

grupo 18

18 Ar Argônio	36 Kr Criptônio	54 Xe Xenônio	86 Rn Radônio	118 Og Oganessônio
---------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	--------------------------

propriedades químicas

- metals alcalinos
- metals alcalinoterrazos
- outros metals
- metals de transição
- transalóides
- actínidos
- semimetals
- não metals
- halogênios
- gases nobres
- propriedades químicas desconhecidas
- estados de oxidação de metais comuns em negrito
- estados de oxidação de metais comuns em itálico
- estados de oxidação de metais comuns em azul
- estados de oxidação de metais comuns em verde
- estados de oxidação de metais comuns em amarelo
- estados de oxidação de metais comuns em laranja
- estados de oxidação de metais comuns em vermelho
- estados de oxidação de metais comuns em roxo
- estados de oxidação de metais comuns em cinza
- estados de oxidação de metais comuns em branco
- estados de oxidação de metais comuns em preto
- estados de oxidação de metais comuns em verde-claro
- estados de oxidação de metais comuns em verde-escuro
- estados de oxidação de metais comuns em amarelo-claro
- estados de oxidação de metais comuns em amarelo-escuro
- estados de oxidação de metais comuns em laranja-claro
- estados de oxidação de metais comuns em laranja-escuro
- estados de oxidação de metais comuns em vermelho-claro
- estados de oxidação de metais comuns em vermelho-escuro
- estados de oxidação de metais comuns em roxo-claro
- estados de oxidação de metais comuns em roxo-escuro
- estados de oxidação de metais comuns em cinza-claro
- estados de oxidação de metais comuns em cinza-escuro
- estados de oxidação de metais comuns em branco-claro
- estados de oxidação de metais comuns em branco-escuro
- estados de oxidação de metais comuns em preto-claro
- estados de oxidação de metais comuns em preto-escuro

estados de oxidação

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em negrito

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em itálico

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em azul

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em verde

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em verde-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em verde-escuro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em amarelo

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em amarelo-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em amarelo-escuro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em laranja

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em laranja-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em laranja-escuro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em vermelho

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em vermelho-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em vermelho-escuro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em roxo

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em roxo-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em roxo-escuro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em cinza

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em cinza-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em cinza-escuro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em branco

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em branco-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em branco-escuro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em preto

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em preto-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em preto-escuro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em verde-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em verde-escuro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em amarelo

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em amarelo-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em amarelo-escuro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em laranja

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em laranja-claro

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em laranja-escuro

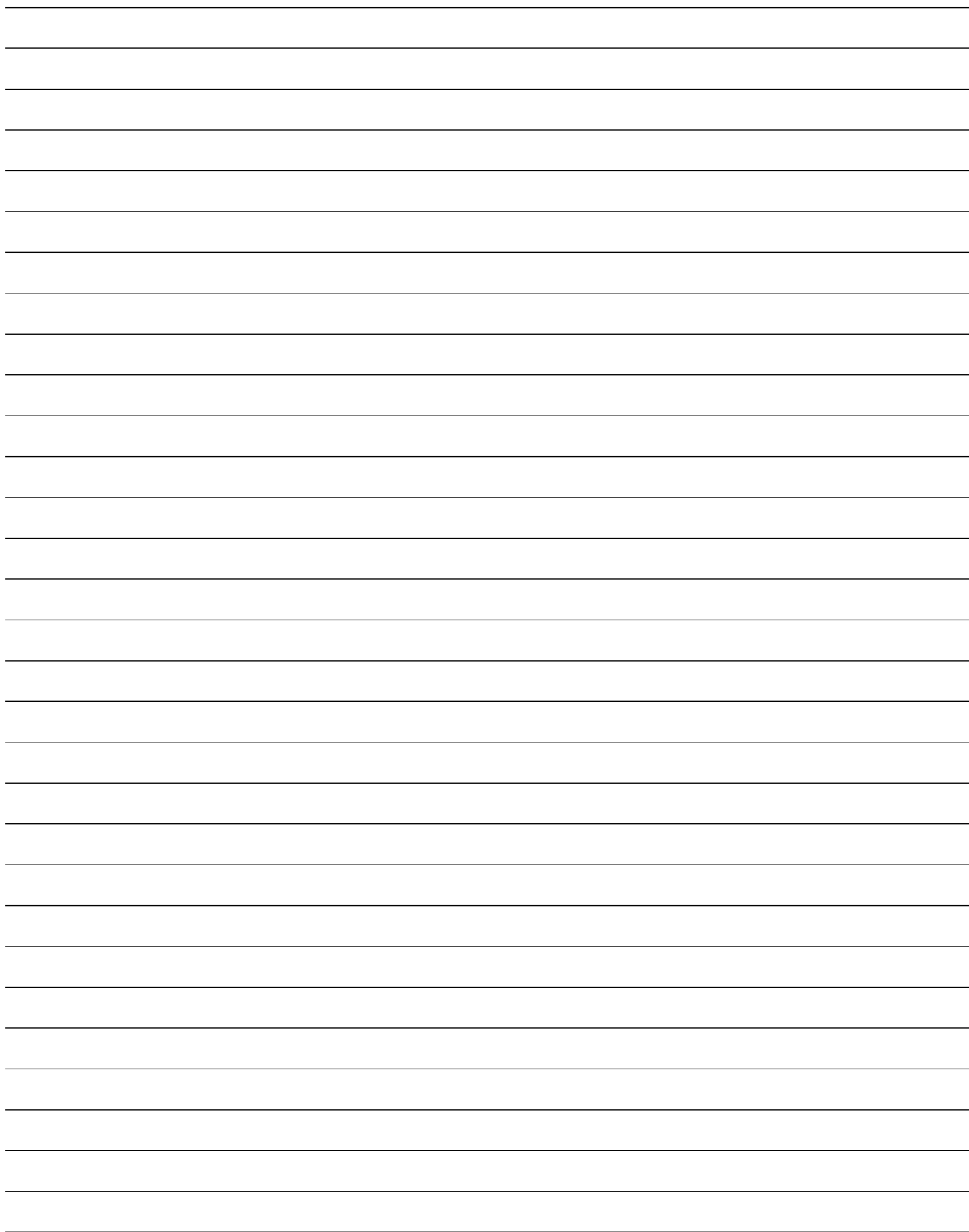
- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em vermelho

- +0
- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

estados de oxidação de metais comuns em vermelho-claro

- +0



UNIDADE 4 - ATIVIDADE 6 (PÁGINA 127)

RECORTE AQUI



UNIDADE 4 - ATIVIDADE 6 (PÁGINA 127)

RECORTE AQUI



UNIDADE 4 - ATIVIDADE 6 (PÁGINA 127)

RECORTE AQUI





UNIDADE 4 - ATIVIDADE 6 (PÁGINA 127)

RECORTE AQUI



UNIDADE 4 - ATIVIDADE 6 (PÁGINA 127)

RECORTE AQUI

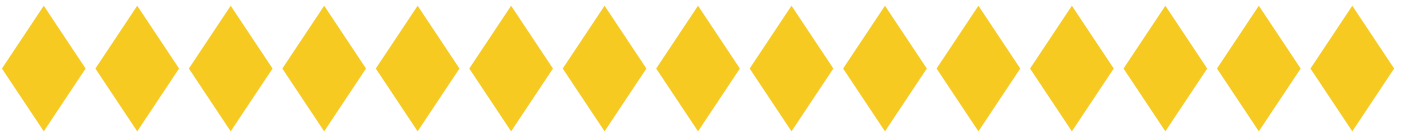
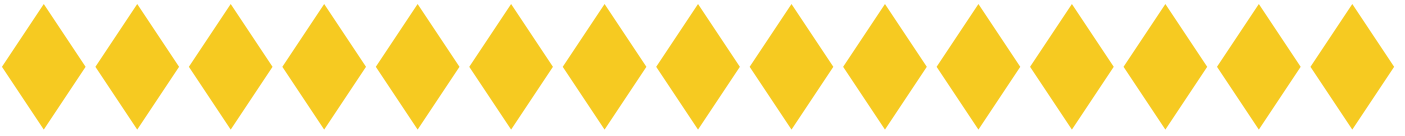


UNIDADE 4 - ATIVIDADE 6 (PÁGINA 127)

RECORTE AQUI



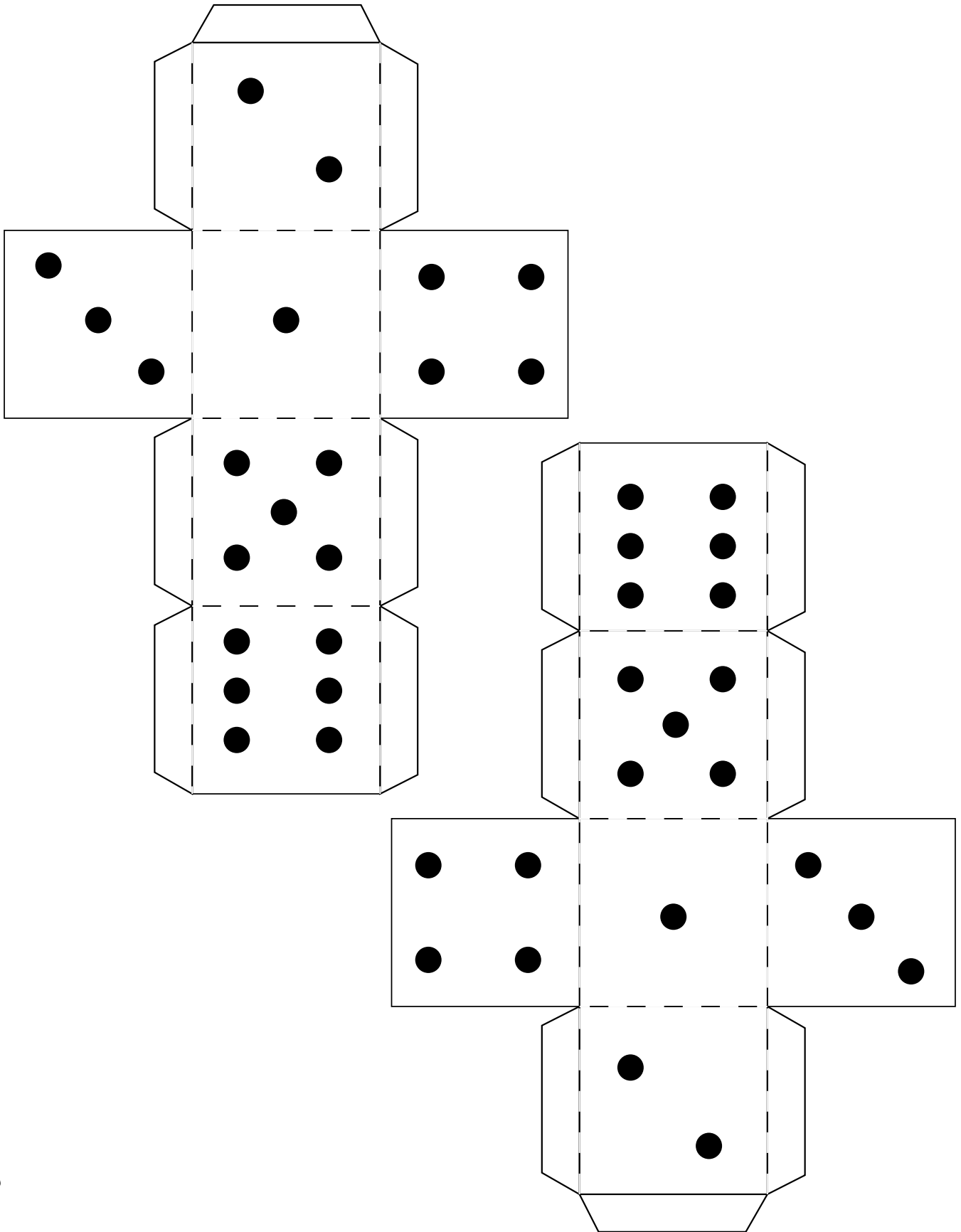
UNIDADE 5 - ATIVIDADE 4 (PÁGINA 158)



RECORTE AQUI



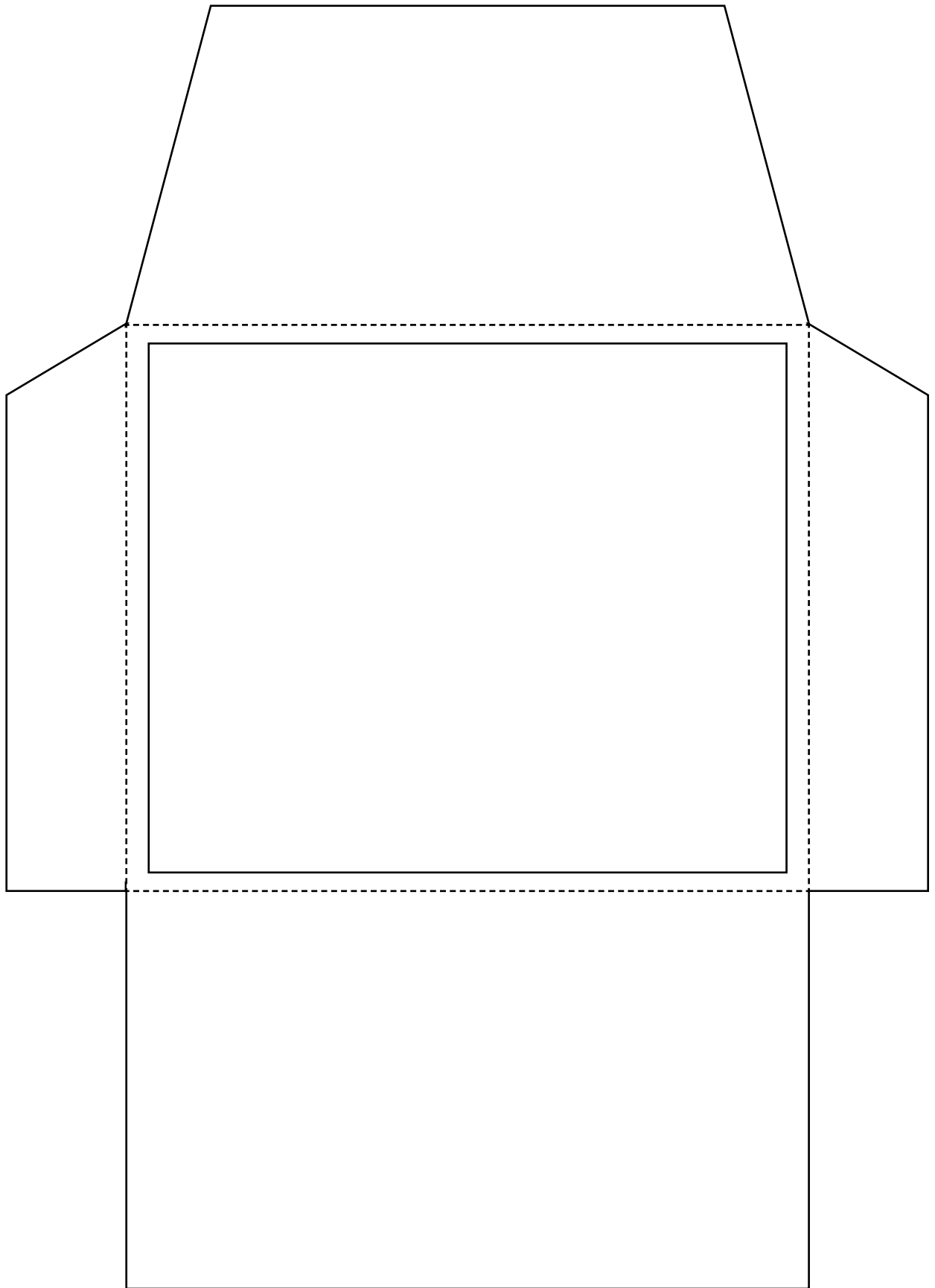
UNIDADE 5 - ATIVIDADE 4 (PÁGINA 158)



RECORTE AQUI

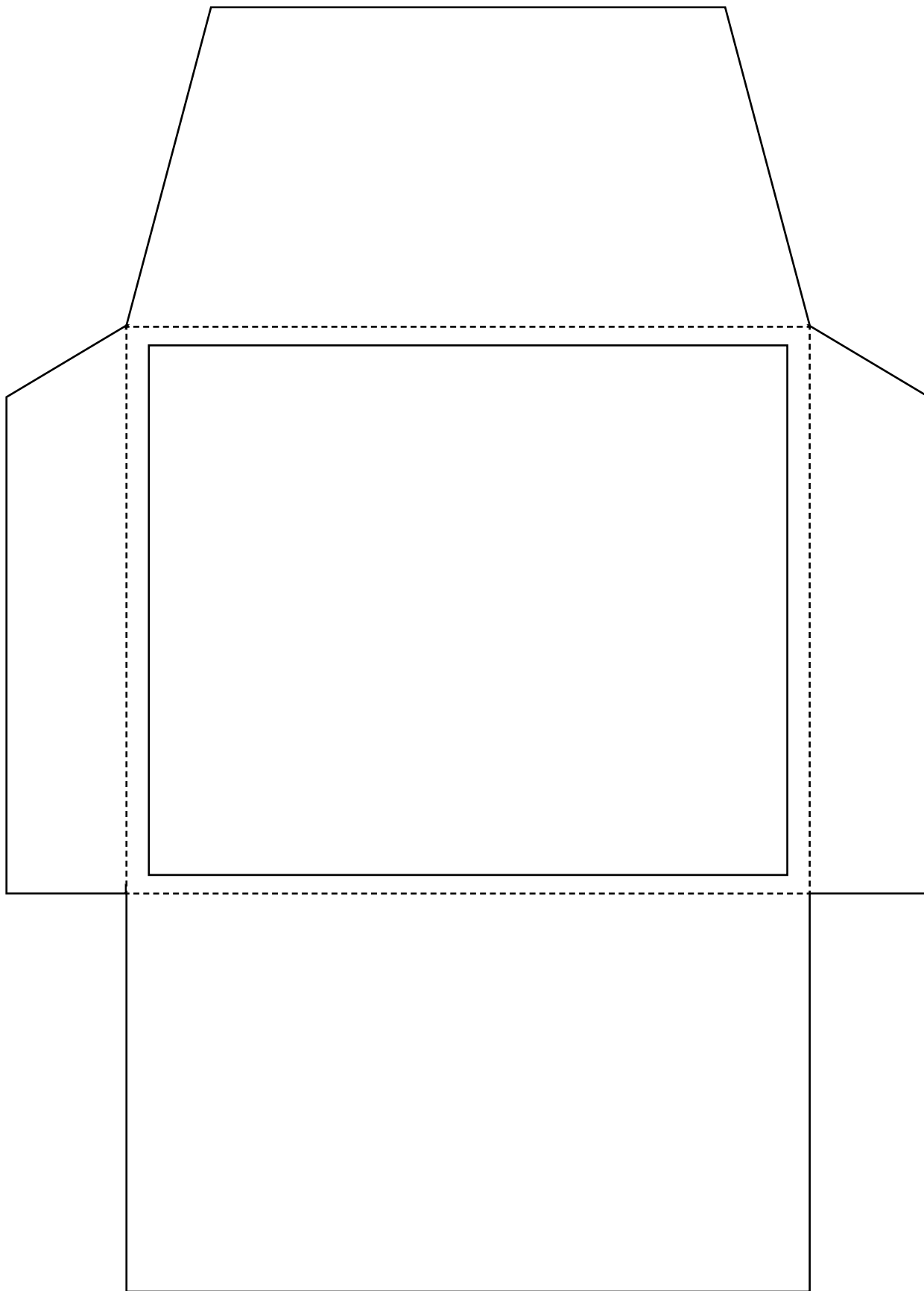


UNIDADE 5 - ATIVIDADE 4 (PÁGINA 158)



✂ RECORTE AQUI

UNIDADE 5 - ATIVIDADE 4 (PÁGINA 158)



✂ RECORTE AQUI

PROJETO GRÁFICO

Centro de Multimeios - CM

Ana Rita da Costa - *Diretora*

Núcleo de Criação e Arte

Aline Frederick Santos

Angélica Dadario

Cassiana Paula Cominato

Fernanda Gomes Pacelli

Julia Gonçalves Rizzo - *estagiária*

Marcos Roberto da Silva Moreira

Raquel Nogueira Janoni - *estagiária*

Simone Porfirio Mascarenhas



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**
SECRETARIA
DE EDUCAÇÃO