

Da vacina ao antibiótico

CONCEITOS A EXPLORAR

Q uímica	Fermentação: transformações da matéria no processo de fermentação. Emulsificação. Conteúdo: separação de misturas.
B iologia	Origem do ser vivo: geração espontânea (abiogênese) e biogênese. Soros e vacinas: produção e utilização. Antibióticos versus resistência bacteriana.
F ilosofia	Metodologias científicas e suas implicações éticas. Estruturação e compreensão do discurso científico em suas dimensões empírica e analítica.

COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

Q uímica	Utilizar conhecimentos da Química para explicar o mundo natural e planejar, executar e avaliar intervenções práticas. Utilizar instrumentos de medição e de cálculo. Elaborar estratégias de enfrentamento das questões. Interpretar e criticar resultados a partir de experimentos e demonstrações. Articular os conhecimentos científico e tecnológico em uma perspectiva interdisciplinar. Descrever as transformações químicas em linguagem discursiva e a linguagem discursiva em linguagem simbólica da Química. Compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual. Utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo. Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica). Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado com a Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes. Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.
B iologia	Interpretar e utilizar diferentes formas de representação (esquemas e desenhos). Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, a análise e a interpretação de resultados de processos e experimentos científicos e tecnológicos.



Desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais.

Utilizar instrumentos de medição e cálculo.

Formular hipóteses e prever resultados.

Interpretar e criticar resultados a partir de experimentos e demonstrações.

Conhecer diferentes formas de obter informação (observação, experimento, leitura de texto, imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo.

Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia.

Relacionar conhecimentos das diversas disciplinas para o entendimento de fatos ou processos biológicos.

Julgar ações de intervenção, identificando aquelas que visam a preservação e a implementação da saúde (individual, coletiva e do ambiente).

Filosofia

Articular conhecimentos filosóficos em diferentes conteúdos e modos discursivos nas Ciências Naturais e Humanas, nas Artes e em outras produções culturais.

Ler de modo filosófico textos de diferentes estruturas e registros, especificamente aqueles que dizem respeito às articulações entre a Filosofia e as Ciências Naturais.

Estabelecer o contexto dos conhecimentos filosóficos, tanto em sua origem específica quanto em outros planos: o pessoal-biográfico; o entorno sócio-político, histórico e cultural; e o horizonte das sociedades científico-tecnológicas.

Debater, tomando uma posição, procurando defendê-la argumentativamente e mudando de posição diante de argumentos mais consistentes.

INTERFACE COM OUTRAS DISCIPLINAS

Física

Óptica: lentes.

Geografia

A disseminação das doenças no mundo a partir do desenvolvimento dos meios de transporte.

História

Evolução da ciência; práticas de higiene pessoal em diversos momentos da História.

Histórico das 'campanhas' de vacinação no Brasil, do âmbito militar ao civil.

Memória: documentação em sentido estrito e amplo – textos, trabalhos científicos, construções etc.

História da técnica e da tecnologia.

Matemática

Unidades de medida e suas subdivisões.

SUGESTÕES PARA EXPLORAR O VÍDEO

Química

Marcelo Pereira Jordão

O professor de Química deve estar atento para o fato de a abordagem principal do vídeo pertencer à Biologia (envolvendo conceitos já expostos nessa disciplina). Por outro lado, o documentário pode ficar um pouco cansativo para os adolescentes. Diante disso, não é recomendável sua exibição integral em uma aula de Química, sem a prévia definição de atividades ou objetivos.

Procure selecionar trechos do vídeo relacionados com temas já destacados em aulas anteriores de Química, reduzindo a exibição a 5 a 10 minutos. Assim fica mais fácil pensar nos temas dentro de um contexto, o que é essencial em Química (considerada muitas vezes, pelos alunos, como uma matéria que não serve para nada)

Outra sugestão consiste em desenvolver uma atividade interdisciplinar: professores de outras disciplinas que também têm relação com o con-

teúdo do vídeo abordam o mesmo conceito em suas aulas, de modo complementar.

Por exemplo: o professor de Biologia discute o desenvolvimento da vacina; ao mesmo tempo, nas aulas de Química o professor apresenta e explora conceitos de sua disciplina relacionados ao tema. Quanto mais integrado for esse processo, melhor.

O professor de Biologia pode instigar os alunos a descobrir 'certos assuntos' de Química que sejam importantes para o desenvolvimento da vacina e vice-versa (por exemplo, o professor de Química inicia sua aula a partir da abordagem já feita em Biologia).

Para adotar esta última proposta de trabalho, convém dar duas ou três aulas introdutórias a respeito dos conceitos e do método interdisciplinar de trabalho, para então fazer a apresentação integral do vídeo, seguida de aulas, interdisciplinares ou não.

Atividades

1. Explore os conteúdos por meio de experimentos, como por exemplo: uma fermentação, uma filtração simples (separação de areia dispersa em água, por exemplo), ou uma emulsificação (fazer os alunos engordurarem as mãos com óleo vegetal e limpá-las com sabonete).

A atividade experimental é um instrumento excelente, em particular quando é desenvolvida pelos próprios alunos, sob orientação e supervisão do professor.

2. Recorra a situações corriqueiras para desenvolver os conteúdos. Por exemplo:

- Para tratar da filtração, comente o processo de coar o café: as partículas maiores, em suspensão, ficam retidas no coador.
- O conceito de emulsificação pode ser exemplificado com o ato de lavar o cabelo com excesso de xampu e água muito quente, provo-

cando ressecamento (removemos grande parte da gordura, responsável por deixar o cabelo mais macio).

- Fale a respeito de fermentação, discutindo o processo de produção das bebidas fermentadas.
3. Estimule os alunos, para que eles próprios proponham atividades práticas para estudar os conteúdos abordados, ou mesmo pesquisem a presença desses conceitos em seu cotidiano.
4. Promova um debate a respeito de questões como:
- Qual é a utilidade prática dos conteúdos estudados?
 - Além de Química e Biologia, que outra(s) matéria(s) é possível identificar no contexto do vídeo?
 - A evolução científica segue caminhos definidos, ou ocorre ao acaso?

Explore o vídeo para discutir a evolução do pensamento humano – de Aristóteles (400 a.C.) a Pasteur (1860) – a respeito da origem e da manutenção das espécies no ambiente.

- A retrospectiva histórica, focalizando uma época em que não havia tecnologias nem metodologias apropriadas de pesquisa, cria uma oportunidade para o aluno ‘treinar’ o pensamento dedutivo, constatando que o conhecimento científico é construído por um acúmulo de fatos e inferências associados a um contexto sócio-econômico-cultural.
- Aproveite as cenas que tratam da produção e da utilização de soros e vacinas para desenvolver os conceitos de epidemia e endemia, suas conseqüências e possíveis ações curativas e preventivas.
- Utilize a seqüência que mostra como as condições sociais e ambientais da época (século 19 e início do 20) favoreciam a instalação e a proliferação de ataques à saúde individual e coletiva, propiciando a maior ocorrência de epidemias desde a Idade Média até o início do século 20. Essa abordagem serve de gancho para falar do sistema imunológico e das

defesas naturais e artificiais de que o homem dispõe atualmente.

- Exiba imagens desse vídeo para apresentar o tema “reprodução sexuada e assexuada dos seres vivos”, especificamente a bacteriana, aproveitando para tratar do surgimento dos antibióticos e questionar um dos grandes problemas de saúde pública no nosso país: a automedicação.

No Brasil, é muito comum a venda e administração de medicamentos – inclusive antibióticos – sem controle médico. É importante mostrar que isso pode favorecer o agravamento de doenças, por ineficácia do medicamento, além de promover a seleção de bactérias resistentes à droga utilizada.

- Explore a mesma seqüência de imagens para comentar a seleção natural como processo evolutivo que gera subespécies a partir de um ancestral comum. O antibiótico é um fator de alteração ambiental para as bactérias; no novo ambiente que se cria assim, podem ser selecionadas positivamente novas cepas de bactérias resistentes.

Atividades

- Proponha aos alunos a formação de grupos; cada grupo se encarregará de levar para a aula duas frutas iguais (mas diferentes entre os grupos). Peça para elaborarem um protocolo experimental que demonstre a origem das larvas de insetos

que surgem nas frutas. Trabalhe com eles a necessidade de um planejamento anterior à experimentação propriamente dita, mostrando as etapas de uma metodologia científica e a importância do controle experimental.

Experiência

Oriente a realização de um experimento, dizendo para os alunos:

- prepararem em casa, em um pires, um pouco de gelatina (de preferência incolor), misturada com um pouco de caldo de carne (tablete). Deixar ‘solidificar’ na geladeira. Ao ‘solidificar’, retirar da geladeira e levar para a escola no dia seguinte;
- trazerem alguma fruta (laranja, por exemplo) que apresente a casca coberta por um bolor azul-esverdeado, dentro de um saquinho plástico. (É muito comum esse bo-

lor ser formado pela proliferação do fungo *Penicillium notatum*, produtor da penicilina.);

- colocarem a gelatina em um local protegido do sol, dentro de outro saco plástico (para manter a umidade), com cuidado para o plástico não encostar na gelatina;
- deixarem descansar por algum tempo, até a gelatina começar a apresentar pontos esbranquiçados (colônias de bactérias);
- colocarem um pouco do bolor da casca da laranja sobre os pontos esbranquiçados;

- colocarem a gelatina de volta no saquinho e observarem diariamente o que acontece com os pontos esbranquiçados;
- registrarem cada etapa de elaboração do experimento, explicando inclusive o motivo pelo qual ele está sendo feito (levantamento de hipóteses) e as observações realizadas em cada etapa;
- descreverem os resultados e as conclusões a que chegaram no final do experimento.

Para encerrar o experimento, leve os alunos a explicar cada um dos passos e explicitar o papel desempenhado pelo bolor na cultura de bactérias. Retome a parte do filme em que aparece a maneira pela qual Alexander Fleming descobriu a penicilina.

Filosofia

Walmir Thomazi Cardoso

Uma discussão interessante suscitada pelo vídeo diz respeito à aplicação do método científico empírico no processo de ‘descoberta’ de estratégias de combate a doenças epidêmicas ao longo dos séculos 19 e 20.

Há várias coisas em comum nos trabalhos de Koch, Pasteur e Fleming, os três personagens destacados no vídeo. O acaso desempenhou seu papel, mas todos eles realizaram:

- um trabalho paciente de coleta do material;
- uma observação sistemática, comparativa e analítica;
- a exposição do material coletado a condições controladas.

Em termos estruturais, os três cientistas seguiram o mesmo tipo de metodologia empírica, partindo da observação para a suposição de um modelo e daí para os testes e a posterior aprovação e formulação de leis gerais, ou o retorno a fases anteriores de avaliação e análise.

O método empírico, que costuma ser o único método científico apresentado aos estudantes no ensino fundamental e médio, parte da observação e da indução de fatos para a generalização (leis gerais). Mas não se trata do único método científico.

Mesmo que existisse apenas o método empírico, isso não garantiria o processo linear e ‘progressivo’ de ‘evolução’ da ciência subentendido no vídeo.

Chame a atenção para o fato de o vídeo reproduzir a atitude de eleger ícones, ou símbolos, para as transformações no conhecimento científico. No caso, foram escolhidos três cientistas, agraciados com o prêmio Nobel. Mas na realidade muitos outros nomes, desconhecidos

do grande público, ajudaram a edificar a obra dinâmica e coletiva que é a ciência.

Após a exibição completa do vídeo, sugira aos estudantes que façam uma nova consulta, procurando identificar os métodos usados pelos três investigadores. Em todos os casos ficará patente a adoção do método experimental – partindo de observação, criação e testes de hipóteses, e experimentos controlados, para posteriormente obter leis gerais ou aplicações práticas. E, tal como ocorre em geral nos processos de investigação, o acaso foi também um importante aliado.

Deve-se destacar aqui o papel do ‘erro’. Resíduos e enganos apontados numa teoria científica podem implicar novas investigações que levem a resultados mais fortes ou precisos, para a construção de metodologias científicas.

O professor pode pedir para os estudantes fazerem a crítica da pretensa linearidade do encontro de soluções sugerida pelo vídeo. A construção de uma teoria explicativa das ciências naturais e o reconhecimento de suas aplicações técnicas são processos que não podem ser vistos como uma ‘corrida de bastões’ na qual atletas – ou, metaforicamente, cientistas – passam o conhecimento para outros com o objetivo de atingir uma teoria definitiva.

Deve ficar claro para o estudante que a ciência é um corpo de conhecimentos continuamente revisto, que usa métodos dedutivos, partindo de conhecimentos existentes e criando, de modo inverso, hipóteses que serão observadas e testadas, dentro das concepções de natureza vigentes em certa época, ou em determinada sociedade.

Grande parte das teorias científicas dos séculos 19 e 20 esteve marcada pelo positivismo, concepção filosófica desenvolvida por Augusto Comte. O positivismo

pode ser explorado pelo professor: a consulta à obra de Comte permitirá reconhecer o caráter positivista dos métodos empregados pelos cientistas abordados.

Atividades

- Acompanhe os estudantes a algum centro de pesquisas científicas (em universidades, faculdades e outras instituições), para que entrevistem pesquisadores, fazendo perguntas a respeito do método de investigação que empregam.
- Na impossibilidade de fazer uma visita desse tipo, peça para procurarem uma farmácia de manipulação de receitas, ou entrevistar um farmacêutico (é bom verificar se o profissional é habilitado; farmacêuticos práticos com frequência não têm conhecimento da manipulação de material químico).
- Providencie uma conversa com alguma pessoa da região que tenha desenvolvido uma pesquisa científica e possa explicar aos estudantes qual método empregou, mesmo que o profissional não seja ligado à área de Ciências Naturais e suas tecnologias.

A observação da diversidade de emprego dos métodos científicos mostrará aos estudantes que existem várias maneiras de se chegar a uma teoria científica. A partir dos depoimentos e entrevistas, o professor pode demonstrar a não-linearidade da construção do conhecimento científico e a contribuição coletiva para esse processo.

Consulte também

Livros

- BOHATCH, Antônio. *Cerveja, fabricação em pequena escala*. Curitiba, Emater, 1994. (Solicitar por carta à EMATER: Caixa Postal 1662, CEP 80035-270, Curitiba/PR.)
- CARDOSO, Walmir Thomazi. "História da ciência no currículo do curso médio: um experimento". *Anais do VI Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*. 322-327, 1997.
- CATALUÑA, Ernesto. *As uvas e os vinhos*. Coleção do Agricultor, Publicações Globo Rural. São Paulo, Globo, 1991.
- CHALMERS, Alan. *A fabricação da ciência*. São Paulo, Unesp, 1994.

- . *O que é ciência, afinal?* São Paulo, Brasiliense, 1997.
- FOUREZ, Gérard. *A construção das ciências*. São Paulo, Unesp, 1995.
- MARTINS, Roberto de Andrade. *Contágio: história da prevenção das doenças transmissíveis*. São Paulo, Moderna, 1997.
- NARCISO, Jorge & JORDÃO, Marcelo. *O que a natureza juntou, o homem separa!* São Paulo, Editora do Brasil.

Casa de Oswaldo Cruz

Prédio do Relógio, Av. Brasil 4.365
Rio de Janeiro/RJ, CEP 21040-360
Telefone: (0XX21) 280-9241 ou 262-7946.
Internet: <http://www.fiocruz.br/hscience>