

TECNOLOGIAS DE MANIPULAÇÃO DO DNA

GUIA DO PROFESSOR



(Áudio):

- *Profissões: Biotecnólogo*
- *Entrevista: Transgênicos*



(Experimentos):

- *Investigação pela identificação do DNA - Aula 1*
- *Investigação pela identificação do DNA - Aula 2*
- *Investigação pela identificação do DNA - Aula 3*



(Softwares):

- *DNA recombinante*
- *Qual é a palavra?*

Realização

Caro(a) professor(a),

É com grande satisfação que trazemos a você este guia com dicas para a utilização de objetos educacionais. Nossa intenção é ajudá-lo(a) a enriquecer ainda mais seu planejamento didático. Apresentamos algumas ideias que você poderá aproveitar dependendo de sua vontade, de sua proposta de trabalho e das condições existentes em sua escola.

Os objetos educacionais de Biologia foram produzidos para você e estão organizados em seis temas estruturadores. Este guia tratará de uma das quatro unidades temáticas que compõem o tema estruturador “Identidade dos seres vivos”. Trata-se da unidade “Tecnologias de manipulação do DNA”.

São sete os objetos educacionais que desenvolvemos para esta unidade temática. Eles complementarão o seu trabalho, realizado com o livro didático. Também indicaremos outros materiais que poderão ser úteis em suas pesquisas sobre o assunto, citados ao longo deste guia.

Os objetos educacionais da unidade temática “A origem da diversidade” são os seguintes:

1. (Áudio) Profissões: Biotecnólogo
2. (Áudio) Entrevista: Transgênicos
3. (Software) Qual é a palavra?
4. (Software) DNA recombinante
5. (Experimento) Investigação pela identificação do DNA - Aula 1
6. (Experimento) Investigação pela identificação do DNA - Aula 2
7. (Experimento) Investigação pela identificação do DNA - Aula 3

Todos esses objetos educacionais podem ser usados por você, professor(a), tanto de forma isolada quanto de forma integrada. Na página 03 deste guia apresentamos um roteiro com sugestões de uso integrado dos objetos educacionais para o desenvolvimento dos principais conceitos cobertos por esta unidade. Ele deve ser utilizado entre dez e doze aulas de 50 minutos.

Também apresentamos, neste guia, roteiros para o uso isolado de cada objeto educacional, com sugestões detalhadas para o(a) professor(a) que deseja usá-los de forma independente. A partir da página quatro você encontrará as sugestões específicas para trabalhar com

cada um dos objetos:

1. Página 04, sugestão de uso do áudio “Profissões: Biotecnólogo”;
2. Página 05, sugestão de uso do áudio “Entrevista: Transgênicos”;
3. Página 06, sugestão de uso do software “Qual é a palavra?”;
4. Página 06, sugestão de uso do software “DNA recombinante”;
5. Página 07, sugestão de uso do experimento “Investigação pela identificação do DNA - Aula 1”;
6. Página 08, sugestão de uso do experimento “Investigação pela identificação do DNA - Aula 2”;
7. Página 09, sugestão de uso do experimento “Investigação pela identificação do DNA - Aula 3”.

Professor(a), as sugestões que este guia apresenta não esgotam todas as possibilidades de utilização dos objetos educacionais disponibilizados. Na verdade, é você quem vai decidir sobre a escolha e o momento mais adequado para o uso desses objetos, baseado em sua própria experiência, nas condições que sua escola oferece e nas características de seus alunos. O importante é que você esteja disposto a inseri-los em suas aulas para aprender, aos poucos e na prática, qual metodologia funciona melhor com cada objeto.

Conceitos desta unidade temática:

- A estrutura da molécula de DNA;
- O papel do DNA na identidade dos seres vivos;
- O conceito de gene;
- A relação entre gene e proteína;
- Biotecnologia;
- Engenharia genética;
- DNA recombinante;
- Transgênicos.

As competências e habilidades que poderão ser desenvolvidas são:

- Identificar, a partir da leitura de textos de divulgação científica, as principais tecnologias utilizadas para transferir o DNA de um organismo para outro: enzimas de restrição, vetores e clonagem molecular;
- Fazer um levantamento de informações sobre a participação da engenharia genética na produção de alimentos mais nutritivos e resistentes a pragas e herbicidas, de produtos farmacêuticos, hormônios, vacinas, medicamentos e componentes biológicos para avaliar sua importância;
- Fazer um levantamento de informações para identificar alguns produtos originários de manipulação genética que já estejam circulando no mercado brasileiro;
- Relacionar entre os organismos manipulados geneticamente aqueles que são considerados benéficos para a população humana sem colocar em risco o meio ambiente e demais populações e os que representam risco potencial para a natureza, analisando os argumentos de diferentes profissionais.

SUGESTÃO DE ROTEIRO DE USO DOS RECURSOS

A unidade “Tecnologias de manipulação do DNA” pode ser desenvolvida com o auxílio de sete objetos educacionais. Eles estão publicados separadamente, em respeito à autonomia que você, professor(a), tem para escolher o(s) objeto(s) que considerar mais apropriado(s) para o trabalho que já realiza.

Aqui vamos propor o uso integrado dos objetos, que poderão ser baixados e instalados em seu próprio computador ou no da escola. São eles:

1. (Áudio) Profissões: Biotecnólogo

2. (Áudio) Entrevista: Transgênicos
3. (Software) Qual é a palavra?
4. (Software) DNA recombinante
5. (Experimento) Investigação pela identificação do DNA - Aula 1
6. (Experimento) Investigação pela identificação do DNA - Aula 2
7. (Experimento) Investigação pela identificação do DNA - Aula 3

Professor(a), lembramos mais uma vez que a nossa sugestão para o uso integrado dos objetos educacionais é apenas uma dentre várias possibilidades. Na medida em que se sentir mais seguro no uso desses recursos, e com a criatividade e conhecimento que você tem, certamente poderá desenvolver muitas outras formas de utilização, que sejam até mais adequadas do que a que estamos propondo.

Uma possibilidade para começar esta unidade temática é perguntar aos alunos se eles já ouviram falar de “transgênicos”. Você pode dividir os alunos em grupos de cinco alunos cada e pedir que discutam entre si a definição do termo, trazendo exemplos de suas aplicações. Mencione que não é necessário que eles se preocupem em acertar ou errar, mas sim conversar entre si para reunirem o máximo de informações possíveis. Defina um tempo considerado adequado para isso, de acordo com as suas estratégias didáticas. Acreditamos que quinze minutos sejam suficientes para que os grupos possam reunir os dados.

Depois, peça para que cada grupo apresente as informações que conseguiu reunir. Solicite a um membro de cada grupo que vá escrevendo na lousa algumas palavras-chave, relacionadas ao conteúdo discutido. Quais foram os conceitos semelhantes trazidos pelos grupos? No que as informações levantadas diferem? Algum grupo mencionou algo que não foi apontado por nenhum outro? Trabalhe essas percepções em conjunto com os estudantes, esclarecendo os conceitos errôneos e trazendo novas informações a respeito dos transgênicos.

Ao final da discussão, é importante que os estudantes tenham compreendido que os transgênicos são

organismos geneticamente modificados, ou seja, que têm determinada característica genética alterada em laboratório. Genes de determinados seres vivos (plantas, animais ou bactérias) são transferidos para outro organismo. As aplicações deste processo podem ser observadas em diferentes áreas, como agricultura e saúde. Caso julgue necessário, você pode consultar a Bibliografia Complementar, indicada na página 10, para enriquecer a discussão.

Dependendo dos rumos desta discussão e do tempo destinado à apresentação dos grupos, apresente nesta ou na aula seguinte o áudio “Entrevista: Transgênicos”. Este material irá ajudar a esclarecer melhor o tema, complementando-o. Na aula seguinte, faça um breve resgate dos conceitos abordados na aula anterior. Destaque que neste momento eles irão saber mais sobre uma técnica que permite a criação de organismos transgênicos. Para isso, informe que a classe irá trabalhar com o software “DNA recombinante”. Permita que os alunos explorem o programa e certifique-se de que todas as dúvidas foram esclarecidas.

No início da aula seguinte, procure esclarecer o conceito de biotecnologia, que consiste em uma ciência que envolve aplicações práticas dos agentes biológicos e de seus componentes celulares. Explique que a biotecnologia utiliza sistemas biológicos para produzir ou modificar produtos para fins industriais ou desenvolver micro-organismos para fins científicos, médico e agrícola, valendo-se da engenharia genética, por exemplo. Assim, a produção de organismos transgênicos por meio da técnica do DNA recombinante é um tipo de aplicação da biotecnologia. E que profissionais são responsáveis por esse trabalho? Neste momento, apresente à classe o áudio “Profissões: Biotecnólogo” que traça um panorama geral da biotecnologia e detalha o dia-a-dia desse profissional.

Com a realização de todas essas atividades, a classe já está pronta para desenvolver, nas três aulas posteriores, os experimentos práticos sugeridos neste guia. Trabalhe, então, com os experimentos “Investigação pela identificação do DNA” - aula 1, 2 e 3. Na aula posterior, finalize o trabalho deste eixo temático com o software “Qual é a palavra?”, em que os alunos precisarão reunir todos os conceitos aprendidos, as dificuldades poderão se tornar mais evidentes, ajudando você, professor(a), a retomar os pontos que considerar mal esclarecidos.

SUGESTÃO DE ROTEIRO PARA O USO ISOLADO DE CADA OBJETO EDUCACIONAL



(ÁUDIO) PROFISSÕES: BIOTECNÓLOGO

Para trabalhar com este recurso educacional, é importante discutir com a classe o conceito de Biotecnologia, para que os alunos possam compreender melhor o que um profissional desta área faz. Para dinamizar a aula e se houver computadores disponíveis na escola, sugerimos que você divida os alunos em grupos e peça para que eles procurem na internet a definição de biotecnologia e tragam o resumo de dois textos que abordem suas aplicações.

Orienta os alunos para procurarem as informações em sites confiáveis - endereços de associações governamentais, instituições de pesquisa - artigos científicos e reportagens de divulgação científica. Você pode aproveitar a oportunidade para explicar aos seus alunos que há diferença entre os materiais divulgados em jornais e revistas, que são voltados ao público leigo e aos que são validados pela comunidade científica. É possível que os alunos estranhem e tenham dificuldades com a linguagem contida nos artigos científicos; neste caso, é importante esclarecer as dúvidas e ajudá-los a selecionar o que é mais relevante para a discussão. Se houver alguma dificuldade para o acesso à internet, você também pode optar por trazer os textos e oferecer a eles, pedindo para que os analisem em grupo e façam resumos no caderno. Para ajudar neste trabalho, indicamos alguns materiais na Bibliografia Complementar deste guia, que está inserida na página 10.

Ao final da aula, reúna novamente a classe e peça para que cada grupo apresente aos demais o conteúdo pesquisado. Após a exposição dos alunos, questione: O que é possível concluir a partir desses dados? Qual a importância da biotecnologia para a sociedade? Com as pesquisas, é possível que os alunos descubram que a palavra biotecnologia só começou a ser utilizada no século XX, mas que suas técnicas já existiam desde o ano 1800 a.C., pois o homem utilizava a fermentação para produzir diversos produtos, como vinho e pão. Os alu-

nos provavelmente irão encontrar informações sobre as aplicações atuais da biotecnologia na produção de produtos alimentícios, na agricultura, na saúde humana, na produção de biocombustíveis.

Na aula seguinte, após relembra-los dos aspectos mais importantes discutidos na aula anterior, informe que a classe irá ouvir um programa que abordará a importância da biotecnologia, destacando a atuação do profissional que atua nesta área. Explique que os programas da série Profissões têm o objetivo de ajudá-los a compreender temas relevantes e, ao mesmo tempo, ajudá-los a escolher a carreira com a qual mais se identificam.

Se o áudio for reproduzido de um único equipamento para a sala toda, assegure-se de que todos conseguirão ouvir claramente o programa. Antes de iniciar a reprodução, distribua o “roteiro de trabalho” sugerido para o aluno, que consta na seção Anexos (página 13). Professor(a), você pode utilizá-lo na íntegra ou fazer as adaptações que julgar necessárias, conforme o seu planejamento didático.

Convém explicar para eles que o roteiro contém orientações gerais e questões que têm o objetivo de ajudá-los a prestar atenção em pontos importantes do programa. Oriente-os para não responderem as perguntas durante a reprodução do áudio, porque isso poderá atrapalhá-los.

Deixe que eles leiam o roteiro algumas vezes e, só depois que estiverem acomodados e prontos, inicie a reprodução do áudio, evitando fazer interrupções ou comentários. Após ouvir o programa pela primeira vez, pergunte aos alunos de quais palavras eles desconhecem o significado e promova uma discussão a respeito delas.

É importante que os esclarecimentos sejam realizados antes do áudio ser reproduzido novamente. Sugerimos que deixe os alunos se sentarem à vontade para acompanharem melhor o programa. Depois que tiverem ouvido a biografia, peça para responderem as questões do roteiro de trabalho.

AVALIAÇÃO

Para avaliar se os alunos compreenderam o conteúdo do programa, promova uma discussão: O que acharam dele? Foi possível entender todas as informações? O que não entenderam direito? A correção do roteiro pode ser feita na lousa, com os alunos escrevendo as respostas. Há respostas diferentes? Em que diferem? Se houver necessidade, os trechos do áudio poderão ser ouvidos novamente; e as dúvidas, discutidas e esclarecidas com os alunos.



(ÁUDIO) ENTREVISTA: TRANSGÊNICOS

Para trabalhar com este recurso educacional, é importante discutir com a classe o conceito de transgênicos. Além de apresentar as definições necessárias, para dinamizar a aula sugerimos que você incentive seus alunos a refletirem sobre a importância dos transgênicos e sobre as críticas feitas em relação a eles. Ofereça aos alunos dois textos: um “contra os transgênicos” e outro “a favor”. Você pode buscar esses materiais na Bibliografia Complementar, indicada na página 10 deste guia temático.

Depois dessa atividade, apresente à classe o áudio “Entrevista: transgênicos”. Se o programa for reproduzido de um único equipamento para a sala toda, assegure-se de que todos conseguirão ouvir claramente o programa. Antes de iniciar a reprodução, distribua o “roteiro de trabalho” sugerido para o aluno, que consta na seção Anexos (página 14). Professor(a), você pode utilizá-lo na íntegra ou fazer as adaptações que julgar necessárias, conforme o seu planejamento didático.

Convém explicar para eles que o roteiro contém orientações gerais e questões que têm o objetivo de ajudá-los a prestar atenção em pontos importantes do programa. Oriente-os para não responderem as perguntas durante a reprodução do áudio, porque isso poderá atrapalhá-los.

Deixe que eles leiam o roteiro algumas vezes e, só depois que estiverem acomodados e prontos, inicie a reprodução do áudio, evitando fazer interrupções ou comentários. Após ouvir o programa pela primeira vez, pergunte aos alunos de quais palavras eles desconhecem o significado e promova uma discussão a respeito delas. É importante que os esclarecimentos sejam realizados antes do áudio ser reproduzido novamente. Sugerimos que deixe os alunos se sentarem à vontade para acompanharem melhor o programa. Depois que tiverem ouvido a biografia, peça para responderem as questões do roteiro de trabalho.

AVALIAÇÃO

Para avaliar se os alunos compreenderam o conteúdo do programa, promova uma discussão: O que acharam dele? Foi possível entender todas as informações? O que não entenderam direito? A correção do roteiro pode ser feita na lousa, com os alunos escrevendo as respostas. Há respostas diferentes? Em que diferem? Se houver necessidade, os trechos do áudio poderão ser ouvidos novamente; e as dúvidas, discutidas e esclarecidas com os alunos.



(SOFTWARE) QUAL É A PALAVRA?

Este software consiste em um jogo para que o aluno treine os conhecimentos adquiridos de forma lúdica. O objetivo é acertar a palavra que responde a dica apresentada, escolhendo uma letra por vez. Para abordar os assuntos indicados neste guia temático, o software irá trazer questões relacionadas à estrutura das moléculas de DNA e RNA, duplicação de DNA e síntese de proteínas, por exemplo. Por agregar conhecimentos sobre os demais recursos educacionais abordados neste guia, sugerimos que você proponha este jogo como um fechamento do estudo deste eixo temático, quando as possíveis dúvidas já tenham sido esclarecidas. Destacamos que, em virtude da existência de uma variedade de nomes em Biologia, este software pode ser interessante para possibilitar ao aluno o treino dos mesmos, associando-os aos conceitos a que se referem.

Antes de iniciar a exploração do software, distribua aos alunos o “roteiro de trabalho” (seção Anexos, página 24)). Você pode utilizá-lo da forma como sugerimos, alterá-lo ou criar outro de acordo com suas estratégias didáticas. Convém explicar para eles que o roteiro contém orientações gerais e questões que têm o objetivo de ajudá-los a prestar atenção em pontos importantes do programa. Oriente-os para não responderem às perguntas durante a exploração do software, porque isso poderá atrapalhá-los. Deixe que eles leiam o roteiro algumas vezes e, só depois que estiverem acomodados e prontos, peça para que comecem a jogar. Após explorarem o programa pela primeira vez, pergunte aos alunos quais palavras eles desconhecem o significado e promova uma discussão a respeito delas. É importante que os esclarecimentos sejam realizados. Ao final, peça para os estudantes responderem o questionário proposto no roteiro.

AValiação

Para avaliar se os alunos compreenderam o conteúdo do jogo, promova uma discussão: O que acharam dele? Foi possível entender todas as informações? O que não entenderam direito? A correção do roteiro pode ser feita na lousa, com os alunos escrevendo as respostas. Há respostas diferentes? Em que diferem? Sugira que os alunos joguem novamente, pois há perguntas que não são mostradas apenas em uma exploração inicial do software, sendo necessário pelo menos três usos para que todas as questões tenham sido visualizadas.



(SOFTWARE) DNA RECOMBINANTE

Professor(a), o objetivo deste recurso educacional é ajudar os alunos a compreenderem a tecnologia do DNA recombinante, que é resultado dos avanços da engenharia genética. Esta técnica consiste na inserção de genes de um organismo no genoma de outro, produzindo assim um organismo transgênico (organismo modificado).

Para utilizar este software, é importante que alguns conceitos prévios estejam esclarecidos. Procure realizar uma discussão com a classe para verificar se eles se recordam da função, importância, constituição e apresentação espacial do DNA. Questione no que o DNA difere do RNA, pedindo para mencionarem as bases nitrogenadas de cada um. Como são feitas as ligações entre as bases, na molécula de DNA? O que é códon? E anti-códon? Procure esclarecer neste momento as possíveis dúvidas, para que a classe possa aproveitar mais o trabalho com o software.

Explique aos seus alunos que, com base nesses e outros conhecimentos a respeito da estrutura da molécula de DNA os pesquisadores desenvolveram as técnicas utilizadas pela Engenharia Genética. E como será que a manipulação do DNA é realizada? Para que os alunos possam responder a essa pergunta, proponha a utilização do software “DNA recombinante”.

Antes de iniciar a exploração do software, distribua aos alunos o “roteiro de trabalho” (seção Anexos, página 23). Você pode utilizá-lo da forma como sugerimos, alterá-lo ou criar outro de acordo com suas estratégias didáticas. Convém explicar para eles que o roteiro contém orientações gerais e questões que têm o objetivo de ajudá-los a prestar atenção em pontos importantes do programa. Oriente-os para não responderem às perguntas durante a exploração do software, porque isso poderá atrapalhá-los. Deixe que eles leiam o roteiro algumas vezes e, só depois que estiverem acomodados e prontos, peça para que comecem a jogar. Após explorarem o programa pela primeira vez, pergunte aos alunos quais palavras eles desconhecem o significado e promova uma discussão a respeito delas. É importante que os esclarecimentos sejam realizados. Ao final, peça para os estudantes responderem o questionário proposto no roteiro.

AVALIAÇÃO

Para avaliar se os alunos compreenderam o conteúdo do jogo, promova uma discussão: O que acharam dele? Foi possível entender todas as informações? O que não entenderam direito? A correção do roteiro pode ser feita na lousa, com os alunos escrevendo as respostas. Há respostas diferentes? Em que diferem? Sugira que os alunos visualizem o material novamente.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Se julgar apropriado e interessante, proponha aos seus alunos a tarefa de pesquisarem as aplicações da técnica do DNA recombinante, trazendo exemplos para serem apresentados em sala de aula. Você pode reservar uma aula para que os estudantes pesquisem na internet, se houver computadores disponíveis na escola. Outra opção é pedir que façam as buscas em jornais e revistas e tragam na próxima aula. É importante mencionar a diferença entre os materiais que são veiculados em mídias de divulgação científica para o público leigo e para o público especializado.



(EXPERIMENTO) INVESTIGAÇÃO PELA IDENTIFICAÇÃO DO DNA - AULA 1

Esse projeto propõe a simulação de uma investigação criminal em que serão discutidas tecnologias de manipulação do DNA. Nessa aula serão abordadas as técnicas de identificação de pessoas pela análise do DNA.

PROCEDIMENTO

Professor(a), este experimento consiste na realização de uma atividade que apresenta a história de um crime, em que os alunos farão o papel de investigadores. Para isso, os estudantes realizam uma simulação da aplicação da técnica de manipulação do DNA para identificação de pessoas.

Apresente a atividade numa aula anterior e divida a classe em 5 grupos. Você pode disponibilizar o “roteiro de trabalho”, sugerido na seção Anexos (página 15), para que os alunos tenham um contato prévio com o tema e peça para que os grupos realizem uma pesquisa sobre técnicas de identificação de pessoas para investigação criminal utilizando tecnologia de DNA.

É aconselhável que essa atividade seja realizada após as aulas sobre Biologia Molecular. A identificação de pessoas através da “impressão digital” genética é muito usada para identificação de pessoas, como em casos de suspeitos de crimes e para testes de paternidade. Nessa técnica, o DNA é amplificado por meio de reações que envolvem ciclos de alteração de temperatura (Reação em Cadeia da Polimerase - PCR), em que, no final do processo, o DNA encontra-se multiplicado. Após a amplificação, o DNA é quebrado em fragmentos através de enzimas de restrição, que são capazes de clivar locais específicos da molécula de. Esses fragmentos são separados por tamanho, não pela sequência de bases que apresentam, através da técnica de eletroforese, o que resultará em uma espécie de imagem fotográfica semelhante a um código de barras. Esse “código de barras” é a “impressão digital” do indivíduo. Os resultados são comparados podendo identificar o indivíduo em questão.

A atividade consiste, portanto, na simulação dessas etapas pelos grupos, o que ajudará os alunos a compreenderem melhor as técnicas e o processo de investigação de DNA, de maneira lúdica. Apresente a história e inicie o “processo de investigação” com a classe.

História de um crime:

Sua escola, pela conquista do primeiro lugar da Olimpíada de Matemática, recebeu como prêmio, numa grande cerimônia, um troféu feito de ouro maciço. No dia seguinte à cerimônia, quando o diretor chegou em sua sala, o troféu havia sumido. As câmeras de segurança mostram uma pessoa entrando pela janela do piso inferior da escola, subindo até a sala do diretor e roubando o troféu, mas não é possível identificar quem é a pessoa, nem seu sexo, no entanto, foi possível supor alguns suspeitos.

O estado da porta da sala e a presença de manchas de sangue no chão sugeriram que, enquanto arrombava a porta, o ladrão se machucou e que, por isso, acabou sangrando. Os investigadores decidiram submeter todos os suspeitos a um teste de DNA.

Investigação:

A investigação será dividida em 3 etapas, realizadas em cada aula do projeto.

Etapas:

ETAPA 1 (a ser realizada nessa aula): Entender e definir como será feita a simulação do teste de DNA para identificação dos indivíduos através de discussão com a classe. Professor(a), promova uma discussão com a

classe, utilizando as informações pesquisadas e trazidas pelos alunos, bem como os conhecimentos prévios que eles têm sobre a identificação de pessoas através da manipulação do DNA: como eles acham que isso pode ser feito, com quais materiais biológicos?. Em conjunto, estabeleça, simplificada, os passos da identificação de pessoas através da manipulação do DNA.

Passos:

1. Coleta de material;
2. Amplificação do DNA;
3. Quebra em fragmentos pelas enzimas de restrição;
4. Separação dos fragmentos por Eletroforese;
5. Análise e comparação dos fragmentos.

Esses passos representam uma visão simplificada sobre a técnica. Existem variações, técnicas específicas, mas no geral, esses são os passos comuns.

Estabelecidos os passos em conjunto, comunique que nas aulas seguintes algumas dessas etapas serão simuladas. Para isso, peça para que os grupos tragam tesoura, papel, caneta ou lápis.

ETAPA 2 (a ser realizada na aula 2): Simulação do teste de DNA: Construir a simulação do gel, o DNA (enzima de restrição) e simular uma corrida.

ETAPA 3 (a ser realizada na aula 3): Interpretar do gel e propor uma solução para o crime.



(EXPERIMENTO) INVESTIGAÇÃO PELA IDENTIFICAÇÃO DO DNA - AULA 2

Esse projeto propõe a simulação de uma investigação criminal em que serão discutidas tecnologias de manipulação do DNA. Nessa aula serão desenvolvidas algumas etapas das técnicas mais usuais da identificação de pessoas pela análise do DNA.

MATERIAIS

- Tesoura;
- Lápis ou caneta;
- Envelope (opcional).

PROCEDIMENTO

Nessa aula, será realizada a segunda etapa da investigação, simulando os passos da identificação de pessoas por meio da manipulação do DNA.

Primeiramente, retome alguns pontos sobre a estrutura do DNA, mostre uma figura do DNA com as ligações químicas que conferem essa estrutura. Enfatize as pontes de Hidrogênio entre as fitas complementares e as bases complementares. É importante deixar claro que as enzimas de restrição atuam catalisando a quebra de uma ligação fosfodiéster entre dois nucleotídeos consecutivos ligados a determinadas bases. Discuta com maiores detalhes a técnica de eletroforese

1. Coleta do material:

Professor, para representar o material coletado, disponibilizamos fitas de DNA com 30 pares de base (pb) (ver seção “Anexos”). Entregue uma para cada grupo. Você pode colocá-las em um envelope e entregar para os grupos. Reforce para a classe que esse número é para viabilizar a atividade.

Existem as amostras dos suspeitos e a amostra do sangue coletado na cena do crime. Todas as amostras possuem somente uma fita contendo as pb. Sugerimos a construção, pelos grupos, da segunda fita do DNA com as respectivas bases complementares.

2. Quebra em fragmentos pela enzima de restrição:

Considere agora que a enzima de restrição utilizada reconhece a sequência de bases AA e que “corta” o DNA entre o primeiro e o segundo A. Nota: a sequência pode estar em ambas as fitas, lembre-se de olhar as duas. Quando a sequência AA for encontrada, faça um traço vertical separando A de A; Corte, com uma tesoura (representa a enzima de restrição), a fita de DNA onde foram feitos os traços verticais, obtendo, assim, fragmentos de DNA; Conte o número de Bases Nitrogenadas de cada Fragmento e marque no verso da fita.

3. Separação dos fragmentos por Eletroforese:

Preparo do “Gel”: professor(a), o gel é representado pela tabela 1 (ver seção Anexos, página 20).

Corrida do DNA:

O DNA possui uma carga negativa, logo, os pb se deslocarão no sentido de aproximação do Cátodo e afastamento do Ânodo. Como os fragmentos possuem a mesma carga, eles serão separados por tamanho no gel e não pela sua sequência de pares de bases. Quanto menor o fragmento, mais fácil passará nos espaços do gel e migrará mais rapidamente. Após cortados os fragmentos, cada grupo deverá pintar os quadrados (re-

apresentação das bandas) de acordo com os fragmentos originados, na coluna representativa do material de coleta recebido.

Cada grupo deverá pintar as bandas representativas da sua amostra no gel do roteiro de trabalho e responder as questões. Na aula seguinte, você, professor, pode imprimir a tabela do roteiro de trabalho (página 16, seção Anexos) em A3 e montar um gel em conjunto com a classe com as bandas das amostras de todos os grupos. Essa dinâmica será útil para discussão sobre o assunto.



(EXPERIMENTO) INVESTIGAÇÃO PELA IDENTIFICAÇÃO DO DNA

- AULA 3

Esse projeto propõe a simulação de uma investigação criminal em que serão discutidas tecnologias de manipulação do DNA. Nessa aula será proposta uma solução para a investigação e discutidas outras tecnologias de manipulação do DNA.

MATERIAIS

Tabela representativa do gel de eletroforese com as bandas da simulação da aula anterior.

PROCEDIMENTO

Professor(a), monte na lousa um gel único, ou imprima a tabela 1 da aula anterior em A3 e complete com o resultado da simulação da eletroforese realizada. (Veja na seção Anexos, página 21, o resultado da simulação das amostras). Chame atenção para mais de um fragmento de mesmo tamanho, a banda será mais grossa que as demais, como exemplo do suspeito 3, com os fragmentos contendo 3 pb (pares de base) e do suspeito 4, dos fragmentos contendo 4 e 6 pb. Pergunte para a classe, qual dos suspeitos pode ser o suposto criminoso?

O suspeito 2, pois possui padrão de bandas igual a amostra da cena do crime. Em uma situação real, o sangue encontrado no chão pode ter pingado da pessoa 2, em uma outra situação, e não durante o suposto arrombamento. A prova pode ter sido plantada, por exemplo. O exame de DNA é mais uma prova, mas o seu resultado

apenas não é capaz de determinar a culpabilidade de alguém. Se der tempo, aproveite para realizar discussões sobre outras técnicas da Biotecnologia como genoma, proteoma e Terapia gênica. Professor(a), o “roteiro de trabalho” para orientação desta atividade encontra-se na página 22, seção Anexos.

AVALIAÇÃO

Para avaliar se os alunos compreenderam o conteúdo abordado no experimento, promova uma discussão: O que acharam dele? Foi possível entender todas as informações? O que não entenderam direito? A correção do roteiro pode ser feita na lousa, com os alunos escrevendo as respostas. Há respostas diferentes? Em que diferem? Sugira que os alunos visualizem o material novamente.

BILIOGRAFIA COMPLEMENTAR

A seguir oferecemos uma lista de livros, filmes e páginas na internet que estão relacionados com os conteúdos que tratamos neste guia. O objetivo desta lista é ajudá-lo a ganhar tempo com sua pesquisas e oferecer indicações de bons materiais, que poderão ser usados para enriquecer ainda mais as suas aulas ou mesmo para as atividades de recuperação dos alunos com maior dificuldade.

1. Artigo: “A utilização de técnicas de biologia molecular na genética forense: uma revisão”. Koch, A. Michelsen, F. Revista Brasileira de Análises Clínicas. vol. 40(1): 17-23, 2008. Disponível em: http://www.sbac.org.br/pt/pdfs/rbac/rbac_40_01/04.pdf - acesso em junho/2010.

2. Artigo: “Química Forense: A utilização da Química na pesquisa de vestígios de crime”. Química Nova na Escola. N. 24, Novembro 2006. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/ccd2.pdf> - acesso em junho/2010.

3. Artigo: “O uso do DNA na investigação policial. Revista de Direito”. Queiroz, M. M. vol. IX, ano 13, 2008. Disponível em: <http://sare.unianhanguera.edu.br/index.php/rdire/article/viewPDFInterstitial/54/51> - acesso em junho/2010.

4. Artigo: “Amplificação de DNA”. Apresenta uma metodologia alternativa para a realização de uma aula prática sobre Genética Molecular, demonstrando como se processa a amplificação de DNA, por meio da simulação da Reação em Cadeia da Polimerase - PCR. Revista Genética na Escola 01.02, 63-65. 2006. Disponível em: www.geneticanaescola.com.br/ano1vol2/07.pdf - acesso em junho/2010.

5. Projeto Genoma. Site educativo da USP contendo explicações sobre o Projeto Genoma. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2001/genoma/ProjetoGenoma.html> - acesso em junho/2010.

6. Avanços nas Redes Genômica e Proteômica. Disponível em: www.faperj.br/interna.phtml?obj_id=1953 - acesso em junho/2010.

Também vale uma busca de mais recursos sobre este tema no **Portal do Professor** (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>). Localizamos alguns bem interessantes nestes endereços:

-Áudio que trata da clonagem, apresentando a sua definição e trazendo exemplos. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=25970> - acesso em junho/2010.

-Áudio que descreve a pesquisa desenvolvida por cientistas da Universidade Federal de Minas Gerais, que utilizam a proteína de uma serpente para combater tumores em seres humanos. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=25047> - acesso em junho/2010.

-Software que permite ao aluno identificar o que é uma mutação em uma sequência de DNA. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=11132> - acesso em junho/2010.

No **Portal do Professor** também há sugestões de aulas que poderão lhe dar ideias para mais atividades com os alunos, como estas que selecionamos:

-Aula que pretende discutir as novas descobertas científicas na área da genética, estimulando a criticidade e valores éticos nos alunos. Disponível: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=1305> - acesso em junho/2010.

-Aula que tem o objetivo de proporcionar ao alunos a compreensão as diferenças entre a tecnologia dos organismos transgênicos e melhorados. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=1151> - acesso em junho/2010.

Se desejar, professor(a), você poderá verificar os materiais que estão disponíveis no Banco Internacional de Objetos Educacionais (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>), como os que indicamos abaixo:

-Áudio que trata da importância de se estudar as cromobactérias (bactérias de vida livre), em função de sua aplicação na biotecnologia. Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/12919> - acesso em junho/2010.

-Imagem que representa a estrutura da molécula de DNA. Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/12889>-acesso em junho/2010.

Em todas as atividades propostas, recomendamos o trabalho com o livro didático por você adotado. Abaixo apresentamos algumas dicas de onde os assuntos relacionados a essa unidade temática podem ser encontrados nos livros de Biologia do PNLEM:

ADOLFO, A. CROZETTA, M. LAGO, S. Biologia. Volume único. 2a edição - 2005. Editora IBEP. Os temas propostos no livro do aluno são distribuídos em dez unidades temáticas. Indicamos a consulta à unidade 3 (“Biologia molecular e celular”), capítulo 4 (“Núcleo eucarionte”). Este traz princípios de citogenética, detalhando as características e composição dos ácidos nucleicos (DNA e RNA). O capítulo também aborda a duplicação do DNA, a transcrição de RNA e a expressão gênica, dentre outros tópicos que podem ser relevantes como pré-requisito para o trabalho com os recursos educacionais sugeridos neste guia.

AMABIS, José Mariano. MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia. Volumes 1, 2 e 3. 2a Edição - 2005. Editora Moderna. Os temas dessa obra estão distribuídos entre os volumes de acordo com os níveis de organização da vida: as células, os organismos e as populações. Antes de realizar as atividades propostas neste guia, sugerimos que você busque o volume 1, que é organizado em cinco partes. Na parte III, capítulo 11 (“O controle gênico das atividades celulares”) são abordadas a estrutura molecular do DNA, a natureza do código genético, a duplicação semiconservativa do DNA, a transcrição gênica e a síntese de proteínas (tradução gênica).

FAVARETTO, J. A. MERCADANTE, C. Biologia. Volume único. 1a edição - 2005. Editora Moderna. A obra “Biologia”, de Favaretto e Mercadante, possui três unidades temáticas. Na unidade II (“A unidade da vida”), há vários capítulos que descrevem a composição química das células, os processos envolvidos na produção de energia celular, a ação dos ácidos nucleicos e as fases dos dois tipos de divisão celular. Fique atento para os textos complementares: no capítulo 14 (“Variações do monoidrismo”), há explicações sobre o procedimento do teste de paternidade e no capítulo 15 (“Da genética clássica à Biotecnologia”), o assunto é o Projeto Genoma, que pode complementar os assuntos abordados em sala de aula.

FROTA-PESSOA, O. Biologia. Volumes 1, 2 e 3. 1a Edição - 2005. Editora Scipione. Professor(a), trabalhe com o volume 3, composto por 8 unidades. Integre a unidade 1 (“A genética molecular”) aos conteúdos da unidade 4 (“Aplicações da genética”), que apresenta as técnicas de melhoramento genético na agricultura e pecuária, por exemplo. As aplicações da engenharia genética também são discutidas, com destaque para a clonagem e para a produção de vacinas. Os autores também sugerem tópicos para a discussão e na seção “Ciência em marcha” reúnem pequenos textos publicados na mídia que podem ajudar a classe a desenvolver os temas propostos.

LAURENCE, J. Biologia. Volume único. 1a edição - 2005. Editora Nova Geração. O livro do aluno encontra-se organizado em seis unidades que agrupam ao todo 41 capítulos. Na unidade 6 (“Genética e evolução”), verifique o capítulo 39 (“Biologia molecular do gene: síntese proteica e engenharia genética”). O autor trata da engenharia genética e biotecnologia, conceituando transgênicos, DNA recombinante e enzimas de restrição. O Projeto Genoma também é abordado, bem como a terapia gênica e a clonagem. A leitura complementar explica os procedimentos dos exames de DNA.

LINHARES, S. GEWANDSZNAJDER, F. Biologia. Volume único. 1a edição - 2005. Editora Ática. Essa obra é dividida em nove unidades. Na unidade I (“Uma visão geral da Biologia”), sugerimos a busca ao capítulo 9 (“Ácidos nucleicos e a engenharia genética”), que apresenta as características principais das moléculas de DNA e RNA. Os autores explicam o processo de duplicação do DNA, a transcrição e a tradução. As mutações também são abordadas neste capítulo, além da importância da engenharia genética. O funcionamento das enzimas de restrição, os transgênicos, a terapia gênica e a análise do DNA para teste de paternidade são outros tópicos abordados. O capítulo se encerra com um texto complementar sobre o Projeto Genoma e exercícios para revisão e fixação do conteúdo aprendido.

LOPES, S. ROSSO, S. Biologia. Volume único. 1a edição - 2005. Editora Saraiva. O livro do aluno é composto por sete unidades. Na unidade 3 (“Genética”), capítulo 15 (“Biotecnologia”) são trabalhados os principais assuntos relacionados aos recursos educacionais indicados neste guia temático, como DNA recombinante, clonagem, terapia gênica e organismos transgênicos, por exemplo. Você pode utilizar os textos “De Dolly

a Polly e o uso de animais transgênicos na medicina” e “Aconselhamento genético e diagnóstico pré-natal” para introduzir o trabalho com os respectivos temas, pedindo para que os alunos façam uma leitura prévia dos mesmos e discutam as dúvidas em sala de aula.

PAULINO, W. R. Biologia. Volumes 1, 2 e 3. 1a Edição - 2005. Editora Ática. Professor(a), sugerimos a utilização do volume 3 desta coleção, que está organizado em 4 unidades. Na unidade 2 (“Genética”), capítulo 5 (“Conceitos básicos de genética e a Primeira Lei de Mendel”) você irá encontrar o conceito de gene, cromossomos homólogos, genótipo, fenótipo, heredogramas e a primeira Lei de Mendel. O assunto “Engenharia genética” também é abordado neste capítulo. No capítulo seguinte (“A Segunda Lei de Mendel”), verifique o texto complementar “O melhoramento genético de plantas” e, no capítulo 10 (“Linkage e mapeamento genético”), sugerimos o texto “Projeto Genoma e implicações éticas”.

SILVA JÚNIOR, C. SASSON, S. Biologia. Volumes 1, 2 e 3. 8a Edição - 2005. Editora Saraiva. Os temas de genética estão inseridos no volume 3 desta coleção, que é dividido em 3 unidades. No capítulo 10 (“Biotecnologia”), os autores exploram o assunto engenharia genética, o Projeto Genoma, a clonagem reprodutora e a terapêutica. Não se esqueça de verificar os textos complementares, distribuídos ao longo do capítulo, e as sugestões de leitura mais aprofundadas, com sugestões de exercício de interpretação.

ANEXOS

Professor(a), a seguir iremos sugerir alguns roteiros de trabalho com tarefas envolvendo os recursos educativos anteriormente mencionados. Você poderá utilizá-los integralmente ou apenas consultá-los como base para elaborar outros, conforme o seu planejamento didático.

SUGESTÃO DE ROTEIRO DE TRABALHO:
Profissões: Biotecnólogo

Nome: _____ N° _____ Série: _____ Data: _____

Você ouvirá um áudio sobre a importância do trabalho do biotecnólogo. Leia as perguntas duas ou mais vezes antes do áudio começar. Isso vai ajudá-lo a prestar mais atenção nas informações importantes para o trabalho que será realizado mais tarde. Não se preocupe em responder às questões enquanto ouve o programa, porque isso poderá atrapalhá-lo. Apenas procure anotar as palavras que você não conhece para depois descobrir o que significam. Fique atento, também, nas músicas e nos efeitos sonoros porque eles vão ajudá-lo a se envolver mais com o conteúdo.

Bom programa!

Questões:

1. O que é biotecnologia?

2. Qual é a importância da biotecnologia? Cite exemplos.

3. Quais são as principais tarefas do biotecnólogo?

4. Como é possível se tornar um biotecnólogo?

5. Quais características são consideradas fundamentais para o sucesso no trabalho como biotecnólogo?

Relação de palavras desconhecidas:

SUGESTÃO DE ROTEIRO DE TRABALHO:**Entrevista: Transgênicos**

Nome: _____ N° _____ Série: _____ Data: _____

Você ouvirá um áudio sobre os transgênicos, que traz especialistas explicando suas aplicações e respondendo dúvidas comuns a respeito do assunto. Leia as perguntas duas ou mais vezes antes do áudio começar. Isso vai ajudá-lo a prestar mais atenção nas informações importantes para o trabalho que será realizado mais tarde. Não se preocupe em responder às questões enquanto ouve o programa, porque isso poderá atrapalhá-lo. Apenas procure anotar as palavras que você não conhece para depois descobrir o que significam. Fique atento, também, nas músicas e nos efeitos sonoros porque eles vão ajudá-lo a se envolver mais com a história relatada.

Bom programa!

Questões:

1. O que são transgênicos?
2. Como os transgênicos são produzidos?
3. Quais são as aplicações dos transgênicos? Cite quatro exemplos.
4. Quais são as principais críticas envolvendo o uso de transgênicos? Por quê?

Relação de palavras desconhecidas:

[illegible]





SUGESTÃO DE ROTEIRO DE TRABALHO:**Experimento: Investigação pela identificação do DNA - aula 2**

Nome: _____ N° _____ Série: _____ Data: _____

Questões:

1. Complete as bases complementares:

A -

C -

G -

T -

2. O que confere a complementaridade das bases?

Tabela 1: Quadro representativo de um gel de eletroforese. Os códigos horizontais na primeira linha da tabela representam as amostras a serem “aplicadas no gel” (S1: suspeito 1; S2: suspeito 2; S3: suspeito 3; S4: suspeito 4; CC: amostra da cena do crime). Os números de 1 a 30 representam as pares de bases (pb) que ficarão retidas no gel. Os padrões de banda são os resultados da separação das amostras.

AMOSTRAS DE DNA

	S1	S2	S3	S4	CC
30					
29					
28					
27					
26					
25					
24					
23					
22					
21					
20					
19					
18					
17					
16					
15					
14					
13					
12					
11					
10					
9					
8					
7					
6					
5					
4					
3					
2					
1					

pb

SUGESTÃO DE ROTEIRO DE TRABALHO:*Experimento: Investigação pela identificação do DNA - aula 2*

Nome: _____ N° _____ Série: _____ Data: _____

DNA – SUSPEITO 1

A	G	T	A	A	T	C	C	G	C	G	G	G	T	A	G	T	C	A	T	A	A	T	G	T	G	C	C	C	C

DNA – SUSPEITO 2

T	A	C	C	C	G	G	G	A	T	T	G	A	C	A	A	G	C	G	A	T	T	T	C	A	T	G	A	G	C

DNA – SUSPEITO 3

T	T	A	T	T	C	A	A	G	C	G	G	G	T	A	G	T	A	A	T	C	A	T	G	T	G	C	C	C	C

DNA – SUSPEITO 4

A	T	T	G	G	G	G	A	T	T	G	G	T	T	A	T	G	G	A	A	G	G	A	A	C	G	C	A	C

DNA – CENA DO CRIME

T	A	C	C	C	G	G	G	A	T	T	G	A	C	A	A	G	C	G	A	T	T	T	C	A	T	G	A	G	C

TABELA 1

Experimento: Investigação pela identificação do DNA - aula 2

Tabela 1: Quadro representativo de um gel de eletroforese. Os códigos horizontais na primeira linha da tabela representam as amostras a serem “aplicadas no gel” (S1: suspeito 1; S2: suspeito 2; S3: suspeito 3; S4: suspeito 4; CC: amostra da cena do crime). Os números de 1 a 30 representam as pares de bases (pb) que ficarão retidas no gel. Os padrões de banda são os resultados da separação das amostras

		AMOSTRAS DE DNA					
		S1	S2	S3	S4	CC	
pb	30						-
	29						
	28						
	27						
	26						
	25						
	24						
	23						
	22						
	21						
	20						
	19						
	18						
	17						
	16						
	15						
	14						
	13						
	12						
	11						
	10						
	9						
	8						
	7						
	6						
	5						
	4						
	3						
	2						
	1						+

TABELA 2*Experimento: Investigação pela identificação do DNA - aula 3*

		AMOSTRAS DE DNA					
		S1	S2	S3	S4	CC	
pb	30						-
	29						
	28						
	27						
	26						
	25						
	24						
	23						
	22						
	21						
	20						
	19						
	18						
	17	██████					
	16						
	15						
	14						
	13						
	12			██████			
	11			██████			
	10		██████			██████	
	9	██████					
	8		██████		██████	██████	
	7						
	6		██████		██████	██████	
	5		██████			██████	
	4	██████			██████		
	3			██████			
	2				██████		
	1		██████	██████		██████	+

SUGESTÃO DE ROTEIRO DE TRABALHO:**Experimento: Investigação pela identificação do DNA - aula 3**

Nome: _____ N° _____ Série: _____ Data: _____

Objetivo da aula prática: Nessa aula serão comparados os resultados da eletroforese de cada grupo e propor uma solução para a investigação.

Procedimento:

1. Complete no quadro representativo do gel da aula anterior os padrões de bandas de todas as amostras.
2. De acordo com os resultados, quem é o criminoso? Por quê?
3. Cite outras técnicas de Biotecnologia e explique-as, resumidamente.

AMOSTRAS DE DNA

	S1	S2	S3	S4	CC
30					
29					
28					
27					
26					
25					
24					
23					
22					
21					
20					
19					
18					
17					
16					
15					
14					
13					
12					
11					
10					
9					
8					
7					
6					
5					
4					
3					
2					
1					

Tabela 1: Quadro representativo de um gel de eletroforese. Os códigos horizontais na primeira linha da tabela representam as amostras a serem “aplicadas no gel” (S1: suspeito 1; S2: suspeito 2; S3: suspeito 3; S4: suspeito 4; CC: amostra da cena do crime). Os números de 1 a 30 representam as pares de bases (pb) que ficarão retidas no gel. Os padrões de banda são os resultados da separação das amostras.

**SUGESTÃO DE ROTEIRO DE TRABALHO:****Software: DNA recombinante**

Nome: _____ N° _____ Série: _____ Data: _____

Você irá trabalhar com um software que abordará a técnica do DNA recombinante. Leia as perguntas duas ou mais vezes antes do áudio começar. Isso vai ajudá-lo a prestar mais atenção nas informações importantes para o trabalho que será realizado mais tarde. Não se preocupe em responder às questões enquanto explora o software, porque isso poderá atrapalhá-lo. Apenas procure anotar as palavras que você não conhece para depois descobrir o que significam. Fique atento, também, nas músicas e nos efeitos sonoros porque eles vão ajudá-lo a se envolver mais com a história relatada.

Questões:

1. O que é DNA recombinante?



2. Como o DNA recombinante é produzido?

3. O que são enzimas de restrição e qual a sua relação com o DNA recombinante?

4. Qual é a importância do DNA recombinante? Cite algumas aplicações que você conhece.

Palavras desconhecidas:



**SUGESTÃO DE ROTEIRO DE TRABALHO:***Software: Qual é a palavra?*

Nome: _____ N° _____ Série: _____ Data: _____

Você irá utilizar um software que consiste em um jogo de adivinhação da palavra. Leia a pergunta que irá aparecer na tela e indique uma letra por vez. A cada resposta errada, o personagem ficará mais submerso na água, até que suas chances se esgotem. Se você acertar a palavra, uma nova pergunta surgirá. Cada vez que você executar o software, serão apresentadas dez questões aleatórias. Procure jogar mais de uma vez para que você possa responder a todas as perguntas, pois o programa seleciona alguns questionamentos a cada acesso. Para desenvolver ainda mais os conceitos que serão apresentados, elaboramos algumas questões que estão inseridas abaixo. Não se preocupe em respondê-las enquanto explora o recurso educacional, porque isso poderá atrapalhá-lo. Apenas procure anotar as palavras que você não conhece para depois descobrir o que significam.

Bom jogo!

Questões:

1. Com o jogo, você aprendeu um pouco mais sobre as moléculas de DNA e RNA. Explique como ocorre o processo de síntese de proteínas.

2. Qual a diferença entre fenótipo e genótipo? Cite exemplos.

3. “Tudo o que é genético é hereditário, mas nem tudo o que é hereditário é genético”. Esta afirmação está correta ou incorreta? Justifique sua resposta.

4. Defina:

Códon:

Anticódon:

Nucleotídeo:

Proteína:

Cromossomo:

Gene:

Alelo:



FICHA TÉCNICA



Universidade Estadual de Campinas
Reitor: Fernando Ferreira Costa
Vice-Reitor: Edgar Salvadori de Decca
Pró-Reitor de Pós-Graduação: Euclides de Mesquita Neto

Instituto de Biologia
Diretor: Paulo Mazzafera
Vice-Diretora: Shirlei Maria Recco-Pimentel

EXECUÇÃO



Projeto EMBRIO
Coordenação geral: Eduardo Galembeck

Coordenação de Mídia - Audiovisuais: Eduardo Paiva
Coordenação de Mídia - Software: Eduardo Galembeck e Heloisa Vieira Rocha
Coordenação de Mídia - Experimentos: Helika A. Chikuchi, Marcelo J. de Moraes e Bayardo B. Torres

Apoio Logístico/Administrativo: Eduardo K. Kimura, Gabriel G. Hornink, Juliana M. G. Garaldi

GUIA DO PROFESSOR

Tecnologias de manipulação do DNA

Redação: Helika Amemiya Chikuchi, Erica Rodrigues dos Santos, Bianca Caroline Rossi-Rodrigues, Maurício Gomes Heleno, Daniella Priscila de Lima e Eduardo Galembeck

Diagramação: Henrique Oliveira e Thais Goes

Adequação Linguística: Lígia Francisco Arantes de Souza



A Universidade Estadual de Campinas autoriza, sob licença Creative Commons - Atribuição 2.5 Brasil, cópia, distribuição, exibição e execução do material desenvolvido de sua titularidade, sem fins comerciais, assim como a criação de obras derivadas, desde que se atribua o crédito ao autor original da forma especificada por ele ou pelo licenciante, assim como a obra deverá compartilhar Licença idêntica a esta. Estas condições podem ser renunciadas, desde que se obtenha permissão do autor. O não cumprimento desta Licença acarretará nas penas previstas pela Lei nº 9.610/98.



Laboratório de Tecnologia Educacional
Departamento de Bioquímica
Instituto de Biologia - Caixa Postal nº 6109
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
CEP 13083-970, Campinas, SP, Brasil