

A História por trás da Vacina Contra a COVID-19

Traduzido para Português por Catarina Lavrador e revisto por Sara Perestrelo.

Slide 1:

[Recomenda-se que esta aula tenha a duração de 2 horas (realizada em aulas seguidas ou em duas aulas com 1 hora de duração em dias distintos). Contudo, caso não seja possível por restrição de horários a duração de 55 minutos é monitorizada ao longo das notas dos slides] Esta lição aborda:

Visão global:

Já alguma vez pensaste na ciência por trás da vacina COVID-19? E sobre quem está por trás da vacina? Esta é uma aula perspicaz e inspiradora que funciona como um seguimento da lição “*Surto: Um Só Mundo – Uma Só Saúde*”.

Objetivos da Aula:

1. Os alunos compreenderão a história do desenvolvimento da vacina mRNA.
2. Os alunos recordarão aprendizagens e vocabulário da primeira lição desta série “*Surto: Um Só Mundo – Uma Só Saúde*”.
3. Os alunos compreenderão o sistema imunitário e o papel das proteínas.
4. Os alunos compreenderão que a colaboração de pessoas de diferentes disciplinas pode tornar as pessoas, os animais e o ambiente mais saudáveis.
5. Os alunos serão capazes de explicar o papel das vacinas.

Objetivos Sustentáveis das Nações Unidas:

Saúde de Qualidade (Boa Saúde e Bem-estar) (slides 5, 10-11, 27-34)

Educação de Qualidade (durante esta aula)

Parcerias para a implementação dos objetivos (slide 4)

Os Standards de Ciência Norte Americanos para a Próxima Geração:

MS-LS1-3 Das Moléculas aos Organismos: Estruturas e Processos (slide 11)

MS-LS2-1 Evolução Biológica: Unidade e Diversidade (slide 35)

MS-LS2-4 Evolução Biológica: Unidade e Diversidade (slide 35)

Slide 2:

Rever: esta é uma aula interativa com um concurso oficial no final. Ao longo da aula, serão atribuídos pontos (1-2 de cada vez) às equipas com base em respostas corretas.

Encorajar os alunos a tirar notas.

Requerer que o professor desde este slide em diante distribua os alunos em equipas de 4-5 alunos. O ideal é ter as equipas com igual número de participantes (como descrito no slide n.º 40).

Slide 3:

Durante os próximos 3 slides, reveja cada um deles em menos de 1 minuto (porque estas atividades e definições já foram ensinadas na lição anterior em Uma Só Saúde intitulada “*Surto: Um Só Mundo – Uma Só Saúde*”)

Uma Só Saúde (conceito): a ligação entre a saúde humana, saúde Ambiental, os animais e as plantas.

A abordagem Uma Só Saúde : trabalho de equipa entre pessoas de formações-base, competências e disciplinas diferentes para prevenir e resolver problemas de saúde complicados.

Espécie: Um grupo de seres vivos que são tão semelhantes que um dia poderão criar descendentes.

Doença Zoonótica: Doenças (causadas por germes) que se transmitem entre animais e pessoas.

Mutação: Uma mudança que afeta o comportamento ou o desenvolvimento.

Vacina: A substância que prepara o sistema imunitário para combater uma doença
[Pode ser atribuído 1 ponto à equipa que consiga definir cada um destes termos]

Slide 4:

Dica: Gaste até 1 minuto neste slide.

A abordagem Uma Só Saúde: trabalho de equipa entre pessoas de formações diferentes, competências e disciplinas para resolver problemas de saúde complicados.

Perguntar: que outro tipo de pessoas são importantes para resolver grandes problemas de saúde como a perda de biodiversidade? (Qualquer resposta por parte dos alunos estará correta. Aqui algumas respostas e razões que justificam estas mesmas respostas:)

1. Médicos (médicos humanos) – tratam pessoas doentes.
2. Médicos-veterinários – compreendem os germes que vêm dos animais e passam para as pessoas (**rever** o termo: doença zoonótica)
3. Ecologistas – estudam a interação entre os animais e o seu ambiente
4. Sociólogos – compreendem porque as pessoas tomam certas decisões
5. Políticos – definem leis para proteger o ambiente, as pessoas, os animais, as plantas, entre outras coisas
6. Economistas – apoiam as empresas a manterem-se abertas e apoiam o modo de vida/ordenados/bem-estar das famílias
7. Investigadores – ajudam a desenvolver as vacinas
8. Professores – ajudam a espalhar a consciencialização e o conhecimento para proteger mais pessoas

Slide 5:

Gaste 30 segundos neste slide.

Se os estudantes perguntarem e estiverem curiosos para aprender mais sobre “vacinação das plantas”, ficam aqui uns artigos úteis que ajudarão:

<https://www.science.org/news/2019/08/new-medicine-could-vaccinate-plants-against-devastating-virosses>

“Como as “vacinas das plantas” poderão salvar-nos de um Mundo Sem Frutos” aqui <https://www.discovermagazine.com/environment/how-plant-vaccines-could-save-us-from-a-world-without-fruit>

Slide 6:

Controlo de tempo : Deve ter iniciado a aula há cerca de 5 minutos (ou menos)

Estes são os novos termos para a aula de hoje.
(Reveja este slide em < 20 segundos.)

Slide 7:

Rever: Hoje vamos descobrir a história de uma pessoa real. Esta é a pessoa responsável pela descoberta de informação importante sobre mRNA (RNA mensageiro, como descrito anteriormente) e tem uma história impressionante.

Explique brevemente que PhD significa: “Doutor em Filosofia”.

A progressão típica de alguém que pretende obter o doutoramento é a seguinte:

3-4 anos de Licenciatura (primeiro ciclo)

1-2 anos de Mestrado (segundo ciclo)

3-8 anos de Doutoramento (terceiro ciclo)

No total, significa que uma pessoa estuda cerca de 8 a 14 anos após o ensino secundário.

Este período de tempo pode sofrer alterações dependendo do país onde decorrem os estudos.

Slide 8:

Resposta à Pergunta 1: [3 pontos para a equipa que responder corretamente]

O que é um bioquímico?

À semelhança de um químico, que estuda átomos e moléculas e como estes interagem e reagem uns com os outros, um **bioquímico estuda as interações e reações químicas dos átomos e moléculas que suportam a vida.**

Dentro da palavra, “bioquímico”, o “bio” vem do Grego e significa “vida”, a segunda parte da palavra é “químico”, e significa pessoa especializada em química.

Como bioquímica, ela aprendeu quer biologia (o estudo dos seres vivos) quer química (o estudo dos elementos como os átomos, moléculas, compostos, iões, etc.) e era apaixonada sobre a química dentro de um ser vivo.

Reveja que: tal como tudo o que nos rodeia é feito de átomos e moléculas que interagem e reagem entre si a toda a hora!

De acordo com a Wikipédia:

Os bioquímicos são cientistas treinados em bioquímica . Os bioquímicos estudam processos e transformações em organismos vivos. Bioquímicos estudam o ADN, proteínas e os componentes celulares. A palavra "bioquímico " é uma combinação de "biólogo químico." Os bioquímicos também investigam como algumas reações químicas acontecem nas células e nos tecidos, observando e registando os efeitos de alguns produtos nos aditivos alimentares e medicamentos. Os investigadores bioquímicos focam-se no planeamento e condução de

investigação experimental sobretudo destinada ao desenvolvimento de novos produtos, atualização de produtos já existentes e análise de todos estes mesmos produtos. É também da responsabilidade dos bioquímicos apresentar os resultados das suas investigações e criar propostas de atribuição de fundos para obtenção de financiamento para investigações futuras. Bioquímicos estudam aspetos do sistema imunitário, a expressão de genes, o isolamento, a análise e a síntese de diferentes produtos, mutações que conduzem a cancro, a gestão de equipas laboratoriais e gestão do próprio trabalho laboratorial. Os bioquímicos têm também a capacidade para desenhar e construir equipamento de laboratório, assim como conceber novos métodos de produção de resultados corretos para determinados produtos. (Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Biochemist>)

Resposta à Pergunta 2: *[3 pontos para a equipa que responder corretamente]*

Como pode um bioquímico contribuir para a medicina e ajudar o mundo?

Os bioquímicos podem assistir na descoberta de novos medicamentos e vacinas e podem ajudar outros cientistas e médicos a perceber como o corpo funciona.

Resposta à Pergunta 3: *[3 pontos para a equipa que responder corretamente]*

A resposta a esta pergunta será encontrada no próximo slide.

Slide 9:

Veja o filme da sua própria apresentação (da própria e da sua equipa numa companhia chamada BioNTech).

Reveja que uma importante característica de um cientista e professor de sucesso é a curiosidade.

Entrevista dr.^a Katalin Karicó:

"Eu tenho uma equipa na BNTech que é curiosa e simplesmente não desvaloriza e "passa" sem ligar. Mas porque é que isso acontece? Eu era curiosa e sempre tive excelentes professores na Hungria".

Slide 10:

Controlo de tempo : 8 minutos após o início da aula

Perguntar: Podemos ver o sistema imunitário a olho nu? *[1 ponto para a equipa que responder corretamente]*

A **resposta** é: Não. O Sistema imunitário é invisível a olho nu mas podemos ver alterações no corpo quando o sistema imunitário está a trabalhar em força.

Por exemplo, com uma picada de inseto, uma pessoa ou um animal podem ficar com um alto ou inchaço e uma vermelhidão com comichão e até pode fazer febre. Algumas pessoas podem ter altos maiores em resposta a alguns insetos comparadas com outras. Isto acontece porque os seus sistemas imunitários são diferentes. Umas pessoas têm sistemas imunitários mais fortes comparadas com outras. A mesma coisa é observada nos animais.

Os cientistas e profissionais de saúde usam o microscópio e outro tipo de equipamento para determinar a força e o estado do sistema imunitário observando as células da linha branca e realizando testes aos anticorpos.

Slide 11:

A imagem à direita mostra um tipo de células sanguíneas da linha branca chamada linfócitos. A coloração destas células é roxa pois este é o corante utilizado nas lâminas para ajudar os cientistas a ver as células ao microscópio.

Para uma demonstração em vídeo sobre como corar lâminas de sangue, veja:

<https://www.youtube.com/watch?v=jkMgku36AYM>

Outro vídeo interessante do YouTube com som (e com legendas em múltiplas línguas) encontra-se aqui (começa aos 1minuto e 45 segundos)

https://www.youtube.com/watch?v=kqiz_63mMwI

Se os alunos perguntarem: esta imagem das células é de um gato com linfoma (um tipo de cancro das células sanguíneas da linha branca). Os cientistas acreditam que as mutações podem levar a cancros pois estas mutações podem alterar o comportamento das células e causar mais replicações do que o necessário. Quando existe um enorme número de células idênticas num local, podemos suspeitar de cancro. Contudo em casos de inflamação, existe um número elevado de tipos de células diferentes da linha branca também. A inflamação, é, no entanto, e na maioria das vezes, temporária – como quando alguém põe uma tala, dá uma topada com o dedo grande do pé numa pedra invisível ou é picado por um inseto.

Rever que: apesar de não se conseguir na verdade ver o sistema imunitário como se vê o coração, ou a pele de uma pessoa ou animal, pode se ver os resultados do sistema imunitário. Por exemplo, quando existe inflamação quer em humanos ou animais, podemos ver a área afetada a tornar-se:

Vermelha

Inchada

Dolorosa

Quente

Perda de função (ex. Problema em mexer uma articulação numa pessoa com artrite)

Slide 12:

Controlo de tempo: 11 minutos desde o início da lição

Esta é a primeira atividade. Tempo para entusiasmar os estudantes a participar! Encoraje os alunos a usar a caixa de bate papo para identificar as diferenças que vêm entre as imagens do próximo slide.

Slide 13:

Aqui há 4 diferenças entre as duas imagens: *[1 ponto por cada resposta correta]*

As notas musicais estão destacadas numa imagem e não na outra.

Vê-se mais do inseto na imagem da direita.

Menos erva debaixo do arbusto na imagem à esquerda.

6 pontos no sol à direita. 5 pontos no sol à esquerda.

Slide 14:

Dê apenas 10 segundos aos alunos para encontrar a única diferença existente e pergunte a alguém para explicar que diferença é.

[3 pontos para a equipa de alunos que responda corretamente em primeiro lugar]

Slide 15:

Relembrar os alunos que o sistema imunitário procura encontrar qualquer coisa que seja “fora do vulgar” para o organismo e no seguimento disso, atacar.

Discutir como uma alteração menor como esta (na extremidade da chave) pode mudar a forma como a chave funciona dentro da fechadura. Pode tornar a chave não funcional ou pode tornar a chave numa “chave mestra” que pode abrir qualquer porta num edifício. Como qualquer outra mutação, esta alteração pode fortificar, fortalecer ou simplesmente (de forma neutral) alterar a função proteica ou até o seu poder.

Usar este **exemplo** do SARS-CoV-2 (o vírus responsável pela COVID-19). As proteínas na superfície externa do vírus (chamada “proteína *spike*”) são responsáveis pela entrada nas células humanas e animais. Uma mutação semelhante pode ocorrer nas proteínas *spike* do SARS-CoV-2! (mais informação sobre este assunto será abordada em breve).

Slide 16:

Rever que a memória é muito útil ao sistema imunitário porque o corpo precisa remover qualquer “invasor” detetado (também conhecido como “agente patogénico” para os cientistas). As vacinas usam esta característica do sistema imunitário para proteger o organismo contra possíveis invasores

Respostas a estas questões: [2 pontos por cada resposta correta]

1- O CONCEITO Uma Só Saúde é: a interligação entre a saúde humana, a saúde do ambiente, das plantas e dos animais. A ABORDAGEM Uma Só Saúde é um trabalho de equipa entre pessoas com formações base, competências e disciplinas diferentes para prevenir e resolver problemas de saúde complicados.

2- Os alunos podem responder a 2 das seguintes 4 alterações visíveis no primeira atividade de “Descubra as Diferenças” e estas são:

- As notas musicais estão destacadas numa imagem e não noutra.
- Vê-se mais do inseto na imagem da direita.
- Vê-se menos erva debaixo do arbusto na imagem da esquerda.
- 6 pontos no sol da imagem da direita. 5 pontos no sol da imagem da esquerda.

3 - A vacina é tipicamente administrada à pessoa ou animal ANTES de estes estarem doentes (para fortalecer o sistema imunitário) . Uma medicação é tipicamente dada APÓS a pessoa ou animal ficar doente.

Slide 17:

Controlo de tempo: 15 minutos após o início da aula

As **proteínas** constituem o seu cabelo, unhas, ossos, e músculos (como a carne que as pessoas comem). **Proteínas** dão ao nosso corpo e as células dentro desta estrutura, a forma e a função. Os anticorpos e os antigénios têm a ver com o seu sistema imunitário. O colagénio pode ser

encontrado na ponta do nariz, nos lóbulos das orelhas, nas barbatanas dorsais dos golfinhos e nos cascos dos cavalos.

Se o aluno perguntar:

Um anticorpo vem do seu próprio corpo

Um antigénio vem de um germe.

Dica: um vídeo útil que ajuda a explicar a estrutura proteica (incluindo aminoácidos e muitos outros detalhes) pode ser encontrado aqui:

<https://www.youtube.com/watch?v=wwTv8TqWC48>

Outro exemplo importante de uma proteína:

Os gatos têm em falta uma proteína específica que apoia o processamento de um tipo particular de medicamento contra a febre que existe para humanos. Por esta razão se for dado a um gato esta medicação ele pode morrer. Por esta razão **é sempre uma boa ideia pedir conselhos a um médico-veterinário antes de administrar qualquer medicação aos animais de companhia ou outros animais.** (Mais informação pode ser encontrada aqui:

<https://vcahospitals.com/know-your-pet/acetaminophen-toxicity-in-cats>)

Um *website* útil para rever as funções das proteínas pode ser encontrado aqui:

<https://medlineplus.gov/genetics/understanding/howgeneswork/protein/>

Slide 18:

Rever: a superfície externa de um vírus “envelope” é responsável pela entrada numa célula humana ou animal. Esta “célula” é conhecida com a célula “hospedeira”.

A proteína *spike* atua como uma chave porque adere ao local de ligação na célula hospedeira (um recetor, como uma fechadura numa porta trancada), permitindo ao vírus entrar na célula.

Rever: o vírus SARS-CoV-2 PRECISA entrar numa célula hospedeira (humana ou animal) de forma a replicar-se e disseminar-se.

Os vírus não conseguem multiplicar-se sem sequestrar a maquinaria das células hospedeiras. As proteínas *spike* permitem aos vírus aderir às células do hospedeiro e penetrar no seu interior, tal qual como ter uma chave para abrir uma porta trancada. Sem chave (ou se a proteína *spike* do vírus estiver permanentemente coberta por algo como uma anticorpo), o vírus *não consegue* entrar na célula hospedeira.

Rever: Os cientistas que desenvolvem as vacinas (também conhecidos por vacinologistas) queriam concentrar-se na proteína *spike* pelas seguintes razões.

1- Era expectável que esta proteína (como uma chave) sofresse poucas mutações na medida em que é a única coisa que permite ao vírus entrar dentro da célula.

→ **Metáfora:** Se a chave estiver muito alterada, o mais provável é não destrancar a porta.

→ Contudo, é possível que uma (ou várias) mutação (ões) possam fortalecer a função da proteína. Isto foi visível na variante delta quando comparada a com o vírus SARS-CoV-2 original.

A variante delta liga-se melhor aos recetores da célula hospedeira, permitindo ao vírus entrar na célula com maior facilidade (Pense nisto com uma chave mestra).

2- Se sistema imunitário pode reconhecer a proteína *spike*, então pode produzir anticorpos para se ligarem a ela prevenindo o vírus de entrar na célula.

→ **Metáfora:** se a chave tem pastilha elástica colada à sua extremidade não vai conseguir entrar na fechadura da porta.

Slide 19:

Diga as alunos que pensem no mRNA como instruções para construir uma proteína

(**Dica:** se os alunos já conhecem o AND é então certo dizer que o mRNA é originalmente feito a partir do AND. E que o RNA é tipicamente uma molécula em fita simples. Para ser mais específico (**se os estudantes perguntarem**): O RNA mensageiro transporta as instruções do AND para criar proteínas.

Perguntar: Porque razão os vacinologistas se querem concentrar nas vacinas mRNA?

1- tendem a funcionar muito bem

2- podem ser produzidas num curto espaço de tempo (comparado com os tipos de vacina mais tradicionais)

3- tendem a ter custos de desenvolvimento menores (comparado com os tipos de vacina mais tradicionais)

4- tendem a ser seguras

(Mais informação sobre as vacinas de mRNA, para os estudantes de ciência avançados) pode ser encontrada aqui: <https://www.nature.com/articles/nrd.2017.243>

Contudo, o RNA mensageiro (e o RNA em geral) tende a ser muito mais frágil comparado com a hélice dupla de AND. Pode ser facilmente destruído quando a temperatura é muito alta. Esta foi uma das razões pela qual tantos cientistas não acreditavam no futuro da investigação em mRNA. O RNA pensava-se ser muito frágil para ser manipulado. Esta é também a razão pela qual as vacinas mRNA precisam de ser armazenadas a temperaturas extremamente baixas antes de ser usadas em pessoas e animais (esta é a razão porque países mais ricos com sistemas de transporte de vacinas rápidos tendem a usar este tipo de vacinas).

Alguma informação de base extra:

As vacinas convencionais normalmente contêm as bactérias, vírus e etc., causadores de doença enfraquecidos ou mortos. (ou secções destes agentes patogénicos). Este facto tipicamente estimula a resposta do sistema imunitário de forma semelhante à vacina do mRNA.

Fonte de imagens:

<https://usermanual.wiki/Ikea/IkeaLackBookcase41X75AssemblyInstruction.794742831>

Slide 20:

Tradução é o processo de construção de uma proteína. A proteína deste exemplo é representada pela estante. A estante tem uma função.

Perguntar aos alunos qual a função da estante neste exemplo (A resposta é que a estante segura livros)

Enfatizar que as proteínas tem uma função.

Fonte de imagens:

<https://usermanual.wiki/Ikea/IkeaLackBookcase41X75AssemblyInstruction.794742831>

Slide 21:

Escolha um aluno como voluntário antes de avançar para o próximo slide.

Reveja: Esta atividade reproduz o que acontece durante a tradução. Uma mutação pode acontecer em qualquer altura. Por exemplo, a mensagem instrutória é encontrada no mRNA mas a proteína final não é esperada.

Hoje os cientistas já viram mutações na proteína *spike* do vírus SARS-CoV-2 e estas mutações originaram múltiplas variantes. É provável que as futuras vacinas sejam alteradas para ir de encontro às futuras variantes. Na altura de desenvolvimento desta aula (julho 2021), muitos cientistas esperam que a vacina mRNA precise de ser ajustada, como a vacina da gripe é ajustada todos os anos.

Tal como discutimos na ultima lição (intitulada “Surto: Um Mundo – Uma Só Saúde”, em particular no slide n.º 18), esta é a razão porque é importante que os cientistas façam o seguimento das tendências da mutação (através da “sequenciação”). Mais informações sobre este tema pode ser encontrado: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/cases-updates/variant-surveillance.html>

Slide 22:

Esta atividade usa um modelo. Tradução é o processo de seguir instruções (mRNA) para criar uma proteína. Este modelo as instruções verbais de forma a criar um produto final.

O instrutor da aula, enquanto não é visto pelos alunos, demonstrará primeiro a atividade juntando as mãos e alterando a posição dos seus punhos, dedos e cotovelos para criar uma posição única das suas mãos. Após instruir o resto da turma para seguir os 4 passos das alterações descritas para as mãos/punhos/etc., **pedir** a uma turma para mostrar o que criaram baseado nas instruções originais do instrutor. [Frequentemente, haverá uma variedade de posições de mãos baseada em instruções mal-entendidas. Estas variações seriam como mutações. Tradução é o processo de seguir instruções (mRNA) para fazer uma proteína. Se o produto final (a “proteína” ou as mãos juntas do aluno) parece diferente da do instrutor, houve um problema no processo de tradução.

Dica: Em ensino virtual (online), tenha as suas mãos longe da câmara de forma a que os alunos não as vejam até que esteja pronto para as mostrar. Em aulas presenciais, vire-se de costas para os alunos ou esconda as mãos por baixo da secretária enquanto dá as instruções aos alunos.

Tenha um voluntário a fazer o mesmo e veja se há mutações visíveis no resto da turma baseado nas instruções dadas.

Fonte de imagens:

<https://usermanual.wiki/Ikea/IkeaLackBookcase41X75AssemblyInstruction.794742831>

Slide 23:

Controlo de tempo: 20 minutos desde o início da aula

[5 pontos por cada resposta correta]

As proteínas são responsáveis pelas funções das células e funções do corpo.

Para uma resposta mais específica: Inúmeras funções possíveis incluem anticorpos, enzimas, mensageiros, componentes estruturais, transporte/armazenagem. Uma lista útil de funções proteicas pode ser encontrada em:

<https://medlineplus.gov/genetics/understanding/howgeneswork/protein/mRNA> (ou RNA mensageiro) é a instrução genética para criar proteínas

Slide 24:

Perguntar aos alunos: O que terias feito com tantas rejeições?

Revisão:

Ela foi rejeitada com frequência porque cientistas sabiam que o mRNA é uma molécula simples e é muito delicada. Não é estável com calor ou alterações de temperatura comparado com uma estrutura de hélice dupla como o AND. A preocupação com as vacinas de mRNA é que todas estas vacinas precisam de ser mantidas muito frias até serem administradas a uma pessoa. Este facto pode ser difícil em comunidades isoladas (razão pela qual as vacinas de adenovírus, abordadas nos slides n.º 34-35, são mais utilizadas em comunidades deste).

Slide 25:

[7 pontos para a resposta correta]

Responder:

Se podemos criar proteínas tal como a proteína *spike*, então o sistema imunitário irá vê-la como um invasor estranho e desenvolverá uma reação nas células sanguíneas da linha branca para atacar quaisquer futuras proteínas *spike* que veja (usando anticorpos). Adicionalmente, o mRNA é muito poderoso porque as proteínas são uma das formas mais básicas que contribuem para os vírus e as células vivas.

Um vídeo útil para uma explicação posterior pode ser encontrado:

<https://www.youtube.com/watch?v=Ha6yUxze1vk> (it is suggested to start at the time stamp of 2 minutes 50 seconds, viewers can turn on closed captioning in multiple languages)

Slide 26:

Explicar isto: em 1998, Doutora Karikó ia fazer fotocópias na Universidade onde trabalhava. Na fotocopadora, apresentou-se e conheceu alguém que teve interesse no seu trabalho e na sua missão. Este colega ouviu atentamente o que ela dizia e concordou que o mRNA era um importante e subavaliado assunto de investigação. Ultimamente e após vários anos a Doutora Karikó criou a sua própria empresa para avançar na investigação do mRNA.

Fonte de imagens:

https://gwcopiers.com/product/333?gclid=Cj0KCQjwvaeJBhCvARIsABgTDM69fkk-UYAla6AFPuVB82XAk4vEiRq-HENlvntoS9mv6LchooKJv7AaAv8rEALw_wcB

Um *podcast* inspirador (ligado ao New York Times) que explica este evento pode ser encontrado aqui: <https://www.nytimes.com/2021/06/10/podcasts/the-daily/mrna-vaccines-katalin-kariko.html>

Slide 27:

Informação sobre cancro e investigação sobre vacinas mRNA: <https://molecular-cancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12943-021-01335-5>

mRNA e cancro: <https://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/clinical-trials/intervention/mrna-based-personalized-cancer-vaccine-mrna-4157>

Fonte de imagens: https://www.researchgate.net/figure/Canine-cutaneous-melanoma-left-and-human-nodular-melanoma-right-Photo-credit-P_fig5_334137386

Slide 28:

Controlo de tempo : 25 minutos após o início da aulas

[5 pontos para a resposta correta]

Resposta:

1- A proteína *spike* atua como uma chave para entrar na célula do hospedeiro (humano ou animal). Se o vírus não entra dentro da célula então não pode fazer mais cópias de si próprio (isto é um ponto extremamente importante e será abordado de novo em breve). Se estas proteínas estão ligadas a anticorpos então o vírus não conseguem entrar na célula hospedeira. Estas células hospedeiras estão localizadas nos pulmões do hospedeiro.

2- Adicionalmente, os cientistas acreditam que a proteína *spike* dificilmente iria mutar de forma substancial e pensaram que seria o melhor alvo para as vacinas (como foi descrito no slide n.º 22).

As proteínas *spike* permitem que o coronavírus entre dentro das células onde pode fazer cópias de si próprio. Faz isto ligando-se a proteínas chamadas recetores ACE2, especialmente nas células hospedeiras do pulmão (tal como pessoas e animais suscetíveis como os hamsters, primatas, etc.). Sem isto o vírus não consegue infetar estes organismos.

Slide 29:

Este tipo de vacinas COVID-19 são as da Pfizer e Moderna.

Para estudantes avançados: cada peça da estante representa um aminoácido . Todas as proteínas são feitas de aminoácidos. Mais informações sobre aminoácidos podem ser encontradas aqui: <https://medlineplus.gov/ency/article/002222.htm>

Slide 30:

Estas são as vacinas da COVID-19 da AstraZeneca e da Johnson & Johnson.

Em vez de apenas o mRNA ser transportado na vacina, o gene que dá origem aos mRNA foi adicionado a um outro vírus (basicamente inofensivo) (conhecido por adenovírus que tem uma dupla hélice de AND dentro de si) e que penetra facilmente dentro das células. Uma vez este vírus (basicamente inofensivo) entrado na célula hospedeira, sequestra o equipamento interna desta e cria proteínas *spike* mRNA. O resto do processo é semelhante ao das vacinas de mRNA.

Mais informação pode ser encontrada aqui: <https://wexnermedical.osu.edu/blog/explaining-johnson-johnson-astrazeneca-vaccines>

Este vídeo pode ser lido em inúmeras línguas através das várias legendas de que dispõe. Um vídeo útil da Universidade de Nova Gales do Sul descreve as diferenças entre as várias vacinas COVID-19 (vacina mRNA vs vacina de adenovírus) e pode ser encontrado aqui: <https://www.youtube.com/watch?v=0Zhwc8jQIVM>

O New York Times tem disponível um artigo muito detalhado sobre a vacina de adenovírus e tem imagens úteis:

<https://www.nytimes.com/interactive/2020/health/johnson-johnson-covid-19-vaccine.html>

Slide 31:

O vírus inteiro entra na célula do hospedeiro e injeta o seu ADN no núcleo desta célula. No final o núcleo da célula cria o mRNA e assim o resto da célula produz a proteína *spike*.

Este tipo de vacinas é muito mais estável em temperaturas quentes (comparado com as vacinas mRNA) porque o AND é de dupla hélice. Assim, este tipo de vacinas é mais facilmente acessível para distribuição à escala mundial.

Fonte de imagens: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/health/johnson-johnson-covid-19-vaccine.html>

Material suplementar adicional sobre vacinas pode ser encontrado aqui:

<https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/the-race-for-a-covid-19-vaccine-explained>

Para aprender mais sobre os quatro tipos de vacinas COVID-19 (escrito usando jargão científico) pode ser encontrado aqui: <https://www.gavi.org/vaccineswork/there-are-four-types-covid-19-vaccines-heres-how-they-work>

Slide 32:

Controlo do tempo: 30 minutos após o início da aula

Relembrar -- Perguntar: O que é o “sistema imunitário”?

Perguntar: Previnem uma pessoa de contrair o vírus? → resposta: NÃO!

Rever: se uma pessoa vacinada e uma pessoa não vacinada entram numa sala “cheia” de SARS-CoV-2 sem máscara e respiram fundo, então muito possivelmente AMBOS testarão positivo para COVID-19. A diferença entre estas duas pessoas é que a pessoa não vacinada MUITO provavelmente acabará no hospital (com doença grave) e com risco acrescido de morrer com o vírus comparado com a pessoa vacinada.

Relembrar, as vacinas não fazem um escudo à roda da pessoa ou do animal de forma a que os germes não entrem no corpo. Contudo, a vacina permite ao corpo rapidamente identificar o vírus (o invasor) e atacá-lo de forma a que não tenha tanto tempo para se multiplicar e tornar a pessoa (ou animal) fatalmente doente.

Slide 33:

[5 pontos por cada resposta correta]

Como parar a pandemia: teremos que parar a replicação do vírus -

<https://www.youtube.com/watch?v=Ha6yUxze1vk>

Lembrar, a única forma de um vírus se replicar é DENTRO de uma célula do hospedeiro. Não se pode replica por si só!

Assim, como podemos prevenir o vírus de entrar nas células?

Resposta:

1- vacinar as pessoas (e os animais – como o que aconteceu com os animais do zoo) porque os anticorpos aderem à proteína *spike* prevenindo a entrada nas células assim como ajudando a eliminar a carga viral livre no corpo (ainda não aderentes às células do hospedeiro)

2 - se estiver doente mantenha-se longe das outras pessoas e animais pelo menos durante 14 dias.

Alguma informação adicional de base:

- Os animais de zoo começaram a receber a vacina contra a COVID-19 de forma a que o seu sistema imunitário se torna mais forte e combata o vírus. Adicionalmente a vacina minimiza a possibilidade de o vírus saltar de novo para as pessoas próximas desses animais de zoo. Esta vacina contra a COVID-19 dos animais de zoo é uma vacina de adenovírus modificada.

Já houve casos de cães e gatos que testaram positivo para o vírus SARS-CoV-2. Acredita-se que estes animais contraíram o vírus a partir dos seus donos. Neste sentido, se o dono de um animal e companhia estiver doente, o melhor é manter uma boa distância física de outros membros da família, companheiros de casa e dos seus animais de companhia na medida do possível (até indicação em contrário do seu médico assistente).

Slide 34:

Reveja este slide em menos de um minuto

Link para a fonte de informação deste slide:

<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/if-you-are-sick/steps-when-sick.html>

Slide 35:

Controlo de tempo: 35 minutos após o início da aula

Reveja este slide em 1-2 minutos.

Perguntar: quais são as três partes do conceito Uma Só Saúde? [3 pontos para a resposta correta]

Para o primeiro ponto - Enfatizar que até 70% das novas doenças (infecciosas) doenças (ou doenças que se disseminam) vêm dos animais. Assim, devemos respeitar a distância natural entre humanos e animais silvestres. Devemos também assegurar que os nossos animais de companhia e outros animais domésticos devem manter uma distância segura da vida selvagem. Fazemos isto garantindo que os animais silvestres se mantêm nos seus *habitats* naturais.

Para o segundo ponto – são necessárias muitas pessoas de formações base e competências diferentes para desenvolver uma vacina mas também trazer a vacina às comunidades. **Encoraje** os alunos a nomear algumas.

Para o último ponto – qualquer resposta é uma resposta correta a esta pergunta.

Slide 36:

Esta é uma questão retórica. Não espere que os alunos respondam. Proceda imediatamente para o próximo slide onde está um vídeo em que a Doutora Karikó responde à questão.

Slide 37:

Este é um vídeo de 40 segundos.

Tradução geral do vídeo: A Dra. Katalin Karikó diz que deseja dizer às pessoas que uma vez a ridicularizaram que ela perseverou. Ela continua a sugerir que essa perseverança levou a um grande sucesso.

Slide 38:

Esta é uma questão retórica. Não espere que os alunos respondam. Proceda imediatamente para o próximo slide onde está um vídeo em que a Doutora Karikó responde à questão.

Slide 39:

(vídeo de 15 segundos)

Fonte do Vídeo : “Estes investigadores pavimentaram o caminho para a vacina da Covid” da NBC Nightly News (<https://www.youtube.com/watch?v=cLYZOBnW9eA>)

Atualização: Após esta entrevista ter sido gravada descobriu-se que a Doutora Karikó não ganhou o prémio Nobel em 2021.

Entrevista ao dr. Drew Weissman e dr.ª Katalin Karicó:

"Apenas em 2008-09 as pessoas começaram a ver o potencial (do mRNA). Entrevistadora: "mas estamos a falar do prémio Nobel. Como é que isso a faz sentir? Dr.ª Karicó: Eu creio penso que venha a ganhar o prémio, eu concentro-me no meu trabalho e isso é o que me entusiasma".

Slide 40:

Controlo de tempo : 40 minutos após o início da aula

Se existirem equipas de 5 elementos, o quinto aluno pode então ser: 1 "político" ou 1 "professor" (ou outra profissão de que se lembre)

Slide 41:

A Resposta encontra-se no slide n.º 8 (copiada e colada aqui):

O que é um bioquímico?

À semelhança de um químico, que estuda átomos e moléculas e como estes interagem e reagem uns com os outros, um **bioquímico estuda as interações e reações químicas dos átomos e moléculas que suportam a vida.**

Dentro da palavra, "bioquímico", o "bio" vem do Grego e significa "vida", a segunda parte da palavra é "químico", e significa pessoa especializada em química.

Como bioquímica, ela aprendeu quer biologia (o estudo dos seres vivos) quer química (o estudo dos elementos com os átomos, moléculas, compostos, iões, etc.) e era apaixonada sobre a química dentro de um ser vivo.

Reveja que: tal como tudo o que o rodeia, é feito de átomos, moléculas que interagem e reagem entre si a toda a hora!

De acordo com a Wikipedia:

Os bioquímicos são cientistas treinados em bioquímica . Os bioquímicos estudam processos e transformações em organismos vivos. Bioquímicos estudam o AND, proteínas e os componentes celulares. A palavra "bioquímico " é uma [portmanteau](#) (combinação) de "biólogo químico."

Os bioquímicos também investigam como algumas reações químicas acontecem nas células e nos tecidos, observando e registando os efeitos de alguns produtos nos aditivos alimentares e medicamentos. Os investigadores bioquímicos focam-se no planeamento e condução de investigação experimental sobretudo destinada ao desenvolvimento de novos produtos, atualização de produtos já existentes e análise de todos estes mesmos produtos.

É também da responsabilidade dos bioquímicos apresentar os resultados das suas investigações e criar propostas de atribuição de fundos para obtenção de financiamento para investigações futuras.^[1] Bioquímicos estudam aspetos do sistema imunitário, a expressão de genes, isolamento, análise e a síntese de diferentes, mutações que conduzem a cancro, gestão de equipas laboratoriais e gestão do próprio trabalho laboratorial.

Os bioquímicos têm também a capacidade para desenhar e construir equipamento de laboratório, assim como conceber novos métodos de produção de resultados corretos para determinados produtos.^[2] (Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Biochemist>)

Slide 42:

Várias profissões podem ser envolvidas no desenvolvimento e divulgação de uma vacina ao público:

- Reguladores/revisores governamentais (ex.: Food and Drug Administration nos Estados Unidos da América) e outros funcionários governativos em agências reguladoras
- Bioeticistas (pessoas que asseguram que a investigação científica é realizada de forma ética)
- Médicos-veterinários e técnicos de medicina-veterinária (os animais de laboratório são utilizados nas fases iniciais dos ensaios de desenvolvimento de vacinas)
- Enfermeiros
- Médicos
- Bioquímicos
- Químicos
- Farmacêuticos
- Coordenadores de estudos clínicos (gestores)
- Cientistas de dados e engenheiros de software/bases de dados
- Estatísticos
- Motoristas (que distribuem as vacinas do local onde são desenvolvidas até ao público)
- Físicos (pessoas que trabalham com temperaturas/termodinâmica, especialmente para a vacina mRNA uma vez que é muito sensível ao calor)
- Professores (que ajudam a explicar a ciência por detrás das vacinas)
- Voluntários (Participantes em ensaios clínicos!!!) – **Lembrar** que sem estas pessoas as vacinas não teriam sido produzidas no seu atual estado. Em geral, estes voluntários são pagos e outras vez não o são (depende da medicação ou vacina ou o que quer que esteja a ser testado).

Slide 43:

Resposta (encontrada no slide n.º 4):

Trabalho de equipa

Slide 44:

Resposta:

mudança

Slide 45:

Resposta (encontrada no slide n.º 17):

Proteínas

Slide 46:

Resposta (do slide n.º 20):

Tradução

Slide 47:

Resposta (do slide n.º 8):

Hungria

Slide 48:

Resposta (refere-se aos slides n.º 28-31):

Ambas identificam a proteína *spike*!

Slide 49:

Resposta (a partir do slide n.º 33):

Não.

Existem dois passos necessários para acabar com a pandemia. **Relembrar**, a única forma de um vírus se replicar é DENTRO da célula do hospedeiro. Não se consegue replica por si só!

Assim, precisamos:

Para prevenir que o vírus entre no corpo humano ou dos animais (usar mascaras, manter distância física apropriada, ficar longe de quem está doente, lavar as mãos pelo menos durante 20 segundos – coberto no slide n.º 39) e estar totalmente vacinado (exemplo : vacinação simples ou múltipla baseada em evidência científica).

Informação adicional pode ser vista no seguinte vídeo:

“Como acabar com a pandemia: é preciso parar a replicação do vírus.” --

<https://www.youtube.com/watch?v=Ha6yUxze1vk>

Slide 50:

Respostas (cobertas nos slides n.º 4, 16, 27, 35):

Ao juntar pessoas com formações base e competências diferentes, os fatores de risco que levam a uma disseminação mais rápida de doenças poderão ser minimizados se todas as pessoas:

- 1- estiverem atentas a sinais de doença precoces na comunidade (humanos e/ou pessoas)
- 2- conscientes da proteção do ambiente (água limpa, ar limpo, solo saudável, plantas saudáveis, etc.)
- 3- minimizarem a proximidade não natural entre espécies (como o que acontece aquando a destruição de *habitats* e em mercados de vida selvagem como discutido na aula “Surto: Um Só Mundo – Uma Só Saúde”)
- 4- protegerem a diversidade de espécies diferentes no meio ambiente (biodiversidade) para proteger a rede de alimentação natural no ecossistema local

Slide 51:

Resposta (encontrada no próximo slide n.º 52):

1. **Ensina** a família e amigos o que aprendestes hoje.
2. **Cria um projeto comunitário** focado na saúde das pessoas, animais, plantas e o ambiente.

3. **Cria vídeos nas redes sociais social** para explicar como as vacinas funcionam e como inspirar outras ações saudáveis nos outros. Assegura-te de que identificas a One Health Lessons!
4. **Compete** em concursos da One Health Lessons (colocados nas redes sociais: YouTube, Facebook, Twitter, TikTok, e LinkedIn).
5. **Cria ligações** com outra turma que priorize Uma Só Saúde através do **Programa Pen Pal**.
6. **Celebra Uma Só Saúde** durante O Dia Internacional da Uma Só Saúde (dia 03 de novembro) e durante o mês de janeiro (mês da consciencialização da Uma Só Saúde) e durante o dia da Terra (22 de abril).
7. **Contata** gente influente na tua comunidade (ex.: jornalistas, repórteres, celebridades) e inspira-os a darem atenção à Uma Só Saúde.

Slide 52:

Mais informação sobre o Programa *Pen Pal* pode ser encontrado em www.OneHealthLessons.com e no próprio canal YouTube (<https://www.youtube.com/c/OneHealthLessons>).

Slide 53:

Professores a tempo inteiro: por favor completar o inquérito que pode ser encontrado aqui <https://www.surveymonkey.com/r/COVID-19VaccineLesson>

Links para materiais suplementares de tópicos vários:

Materiais inspiradores sobre a Doutora Karikó podem ser encontrados aqui:

<https://www.statnews.com/2020/11/10/the-story-of-mrna-how-a-once-dismissed-idea-became-a-leading-technology-in-the-covid-vaccine-race/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Katalin_Karikó

Informação sobre tecnologia vacinal:

Sobre o estado da vacinação para a COVID-19 (atualizado regularmente):
<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/index.html>

Vacinas mRNA:

<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/different-vaccines/mrna.html>

Tecnologia vacinal baseada em plantas:

<https://www.nature.com/articles/d43747-020-00537-y>
<https://www.nationalgeographic.com/science/article/your-next-vaccine-could-be-grown-in-a-tobacco-plant>

Para estudantes avançados das áreas de ciências :

Um artigo da Nature (revista) de 2018 faz uma revisão das vacinas mRNA e um dos autores é uma colega da Dr.ª. Karikó: <https://www.nature.com/articles/nrd.2017.243>

História de uma vacina animal:

História de uma vacina animal para proteger contra o vírus Hendra na Austrália:

<https://www.csiro.au/en/research/animals/livestock/Hendra>