

BLOCO 1 – ATIVIDADE 4

MÃOS COMO ENZIMAS

Autoria: Extraído de Svenja Lohner, PhD, Science buddies.
<https://youtu.be/rzEYT7V-yUk>,

sugerido pelo professor Jaime Paba Martinez (Departamento de Bioquímica, UFPR)

Introdução

Nesta atividade, você simulará uma reação enzimática e explorará quais fatores afetam a atividade de uma enzima. Você só precisa de alguns itens simples, incluindo mãos, muitos palitos de dente e um cronômetro.

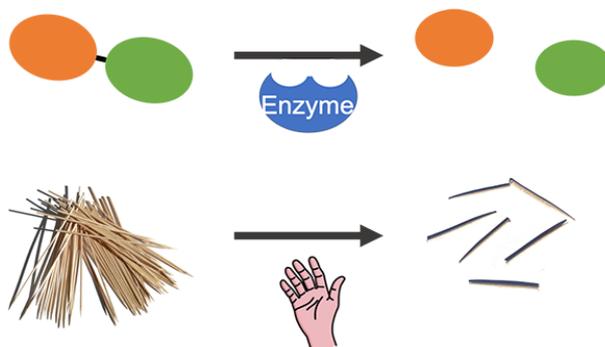
Materiais

- Palitos de dente (cerca de 15)
- Clipes de papel (50)
- Temporizador e cronômetro
- Papel
- Lápis
- Cubos de gelo
- Água
- Taças (2)
- Opcional: Ajudante
- Opcional: Luvas de cozinha ou semelhante



Preparar o trabalho

1. Nesta atividade, você usará um modelo de palito de dente para simular uma reação enzimática. Sua mão representará a enzima, os palitos de dente são o substrato da enzima e os palitos de dente quebrados são os produtos da reação. Quebrar os palitos ao meio com a mão simula uma enzima quebrando um substrato.



2. Para simular uma reação enzimática com o modelo de palito de dente, você deve seguir essas regras ao longo de seus experimentos.

- Feche os olhos (para pegar os palitos ao acaso)
- Use apenas uma mão para quebrar os palitos de dente ao meio.
- Apenas quebre um palito de dente de cada vez.
- Quebre completamente cada palito de dente ao meio (palitos dobrados não contam).
- Apenas quebre cada palito de dente uma vez.
- Coloque todos os palitos de dente quebrados de volta na tigela original.
- Feche os olhos enquanto quebra os palitos de dente.

Para refletir: Como você acha que essas regras refletem o que está acontecendo durante uma reação enzimática real?



- Uma molécula de enzima terá um sítio catalítico
- A enzima age em uma molécula de substrato por vez
- O acúmulo de produto tornará mais difícil a reação de acontecer

3. Pegue 10 palitos de dente e pratique quebrá-los ao meio, seguindo as regras indicadas na etapa anterior. Usar o dedo indicador e o polegar pode funcionar melhor.



Instruções

Nas experiências a seguir, você investigará diferentes fatores que podem afetar a taxa de uma reação enzimática. A taxa de reação enzimática é equivalente à atividade de uma enzima.

Experiência 1: Atividade enzimática ao longo do tempo

1. Você simulará uma reação enzimática contínua e entrará no meio para analisar seus resultados até o momento. Isso significa que toda a reação será dividida em quatro rodadas. Em uma folha de papel, faça uma tabela como esta (**Leve os dados para sala de aula**):

Rodada	Tempo em segundos	Número total de palitos de dente quebrados
1	5	
2	10	
3	20	
4	40	

2. Coloque 50 palitos de dente intactos em uma tigela.

- Rodada 1: defina um cronômetro por 5 segundos.
- Inicie o cronômetro e imediatamente depois comece a quebrar os palitos de dente na tigela com apenas uma mão e os olhos fechados. Quebre os palitos de dente sobre a tigela da qual você os tira, para que todos os palitos de dente quebrados voltem para a mesma tigela. Se você pegar um palito de dente que já está quebrado, não o quebre novamente, mas deixe-o novamente na tigela até obter um intacto.



- Após 5 segundos, pare e conte o número de palitos de dente quebrados na tigela. Anote os resultados na sua tabela.
- Coloque todos os palitos de dente quebrados e ininterruptos de volta na tigela.
- Rodada 2: defina o cronômetro para 10 segundos.
- Novamente, inicie o cronômetro e imediatamente depois comece a quebrar os palitos de dente na tigela com apenas uma mão e os olhos fechados. Certifique-se de deixar cair os palitos de dente quebrados de volta na tigela da qual os tirou. Quaisquer palitos de dente já quebrados que você pegar não podem ser quebrados novamente. Coloque-os de volta na tigela e pegue um palito de dente novo até encontrar um ininterrupto.



Para refletir: Você acha que poderá quebrar mais ou menos palitos de dente do que na rodada anterior?

- Após 10 segundos, pare e conte o número de palitos de dente quebrados na tigela. Para determinar o número de palitos de dente quebrados, você também pode contar o número de palitos de dente intactos e subtraí-los dos 50 palitos de dente iniciais. Escreva o resultado na sua tabela de dados.
- Coloque todos os palitos de dente quebrados e intactos de volta na tigela e faça mais duas rodadas. Na rodada 3, defina o cronômetro para 20 segundos e na rodada 4, defina o cronômetro para 40 segundos.
- Use o número total de palitos de dente quebrados na sua mesa para calcular quantos palitos de dente você quebrou em cada rodada.
- Calcule as taxas de reação (ou atividades enzimáticas) para cada rodada. Você pode fazer isso dividindo o número de palitos de dente quebrados nessa rodada pelo número de segundos nessa rodada. O resultado deve indicar a taxa de reação (ou atividade enzimática) no número de palitos de dente quebrados por segundo. Por exemplo, se você quebrou 5 palitos de dente na primeira rodada, que foi de 5 segundos, a taxa de reação seria de 5 palitos de dente divididos por 5 segundos, o que é 1 palito de dente por segundo. **(Leve os dados para sala de aula)**
- Compare as atividades enzimáticas para cada rodada.



Para refletir: O que você percebe? O que acontece com a atividade enzimática à medida que o fornecimento de palitos de dente intactos se esgota ao longo da reação?

Experiência 2: Efeito da concentração de substratos

1. Faça uma tabela em uma folha de papel que mostre o número de palitos de dente iniciais na tigela em uma coluna e o número de palitos de dente quebrados na segunda coluna.
2. Coloque 50 cliques de papel em uma tigela vazia.



Para refletir: O que você acha que os cliques de papel podem representar?

3. Rodada 1: adicione 10 palitos de dente ininterruptos aos cliques de papel na tigela e misture-os. Esta rodada representará uma baixa concentração de substrato.



4. Defina o cronômetro por 20 segundos.
5. Inicie o cronômetro e imediatamente depois comece a quebrar os palitos de dente na tigela com apenas uma mão e os olhos fechados. Quebre os palitos de dente sobre a tigela da qual você os tira, para que todos os palitos de dente quebrados voltem para a mesma tigela. Se você pegar um palito de dente já quebrado, não o quebre novamente, mas deixe-o novamente na tigela até obter um intacto.



6. Após 20 segundos, pare e conte o número de palitos de dente quebrados na tigela. Escreva o resultado na sua tabela de dados.



Para refletir: Foi fácil ou difícil encontrar os palitos de dente para quebrá-los ao meio?

7. Esvazie a tigela.
8. Repita as etapas 2 – 7 para mais duas rodadas, mas altere o número de palitos iniciais que você adiciona aos cliques de papel a cada vez. Na segunda rodada, adicione 25 palitos de dente e, na terceira rodada, adicione 50 palitos de dente aos cliques de papel na tigela. As rodadas 2 e 3 representam concentrações médias e altas de substrato, respectivamente.
9. Olhe para a sua tabela de dados e compare seus resultados para cada rodada. **(Leve os dados para sala de aula)**



Para refletir: Como a atividade enzimática mudou com o número de palitos de dente disponíveis? O que o seu resultado diz sobre o efeito da concentração de substrato na taxa de reação das enzimas?

Experiência 3: Efeito da Temperatura

1. Encha uma tigela com água fria e adicione alguns cubos de gelo.
2. Coloque 20 palitos de dente em uma tigela vazia.
3. Inicie um cronômetro e tente quebrar os 20 palitos o mais rápido possível. Lembre-se de que você só pode quebrá-los com uma mão e com os olhos fechados. Quebre os palitos de dente sobre a tigela da qual você os tira, para que todos os palitos de dente quebrados voltem para a mesma tigela. Se você pegar um palito de dente já quebrado, não o quebre novamente, mas deixe-o novamente na tigela até obter um intacto.



4. Depois de quebrar todos os 20 palitos de dente, pare o cronômetro e escreva seu tempo em uma folha de papel.
5. Esvazie a tigela e coloque 20 palitos de dente novos dentro.
6. Coloque a mão que você usou para quebrar os palitos de dente no banho de água gelada preparado por 5 minutos.



Para refletir: O que você acha que o banho de gelo simula?



7. Inicie o cronômetro e tente quebrar os 20 palitos o mais rápido possível com a mão fria. Lembre-se de seguir todas as regras!
8. Pare o cronômetro depois de quebrar todos os palitos de dente e anote seu tempo.
9. Calcule a taxa de reação para cada rodada. Divida o número de palitos de dente quebrados (20) quando você os separar (em segundos). Compare as atividades enzimáticas. **(Leve os dados para sala de aula)**



Para refletir: Como a taxa de reação enzimática mudou com a temperatura? O que o seu resultado diz sobre o efeito da temperatura na atividade enzimática?

Limpar

Descarte todos os palitos de dente quebrados no lixo. Você pode reutilizar os intactos.

O que aconteceu?

Como mencionado no procedimento, ao quebrar os palitos de dente ao meio, você simulou uma reação enzimática. Nesta reação, a mão que quebra o palito de dente representou a enzima, com o polegar e o dedo indicador sendo o local ativo da enzima. O palito de dente representou o substrato que é decomposto devido à atividade enzimática. O palito quebrado representa os produtos da reação enzimática. Fechar os olhos imitava a aleatoriedade com que uma enzima reage com seu substrato e, assim como produtos e reagentes, continuam a se misturar durante uma reação química, você estava misturando os palitos de dente quebrados e intactos dentro da tigela. Na **Experiência 1**, você deve ter notado que a atividade enzimática diminuiu ao longo da reação. Isso pode ser explicado pelo fato de que a concentração de substrato (número de palitos de dente intactos) diminuiu continuamente ao longo do tempo e era mais difícil para a enzima encontrar substratos disponíveis (palitos de dente intactos) para reagir com. Com o aumento do tempo de reação, você provavelmente estava pegando muitos palitos de dente que já estavam quebrados e pode levar um tempo para encontrar um palito de dente que ainda estava intacto. Este efeito também pode ser usado para ilustrar a inibição da enzima pelo produto.

A **experiência 2** demonstrou o efeito da concentração de substrato na atividade enzimática de uma maneira diferente. Os cliques de papel neste experimento representaram um solvente no qual o substrato é dissolvido. Em todas as rodadas, você aumentou a concentração de substrato ou o número de palitos de dente ininterruptos no solvente. Você deve ter notado que a atividade enzimática ou a taxa de reação da enzima aumentaram com o aumento da concentração de substrato, pois havia mais substrato disponível para a enzima reagir. Você pode não ter visto isso em seu experimento, mas esse aumento na taxa de reação é verdadeiro apenas inicialmente. À medida que a concentração do substrato aumenta cada vez mais, a enzima acaba ficando saturada, o que significa que há mais substrato ao redor do que a enzima disponível pode se ligar. Isso significa que em algum momento a atividade enzimática não aumentará mais, mesmo se você adicionar mais substrato.

Na **Experiência 3**, você deve ter notado que a temperatura tem um efeito significativo na atividade enzimática. Geralmente, a atividade enzimática diminui com a temperatura decrescente. Isso acontece porque as moléculas se movem muito mais devagar em um ambiente frio do que em um ambiente quente. À medida que as moléculas de substrato e enzima se movem mais lentamente, as chances de uma molécula enzimática colidir e interagir com uma molécula de substrato são muito menores. Como resultado, a taxa de reação diminui.

Se você fez os experimentos na seção **Exploração Adicional**, deveria ter observado que aumentar a concentração enzimática (adicionando palitos de dente com quebra de uma segunda mão) aumenta a taxa de reação da enzima. Você também foi capaz de ver que as enzimas podem ser inibidas por fatores externos, como produtos químicos (em seu experimento, representados por uma luva volumosa). Na presença de inibidores, a taxa de reação de uma enzima diminui significativamente.

Exploração adicional

As enzimas são essenciais para a vida e desempenham um papel importante em todas as reações químicas que ocorrem em nossos corpos. São proteínas produzidas por nossas células que atuam como catalisadores biológicos e aumentam a taxa de uma reação que, de outra forma, pode não acontecer ou levaria muito tempo para ser benéfica. As enzimas são capazes de acelerar uma reação química, reduzindo sua energia de ativação enquanto interagem com seus reagentes. Toda enzima tem um local ativo, que é onde a reação ocorre. Esses locais são como bolsos especiais capazes de ligar uma molécula. O bolso da enzima tem uma forma única, de modo que apenas um substrato específico (molécula alvo) é capaz de se ligar a ele (Figura 1). Isso significa

que as enzimas são geralmente altamente específicas para uma reação química particular. Uma vez que a molécula está ligada à enzima, a reação química ocorre. Então, os produtos da reação são liberados do bolso e a enzima está pronta para começar tudo de novo com outra molécula de substrato.

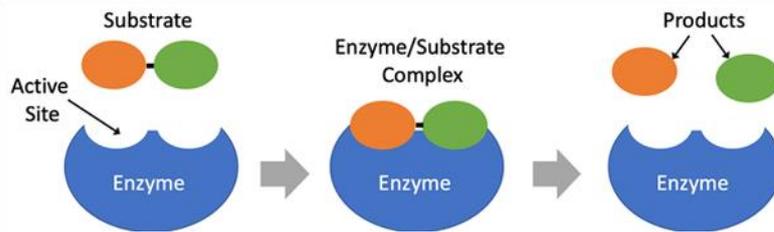


Figura 1. Desenho esquemático de uma enzima reagindo com seu substrato.

A atividade de uma enzima informa o desempenho desta e a rapidez com que a reação ocorre. O estudo de como as enzimas alteram a taxa na qual ocorre uma reação química é chamado *cinética enzimática*. A atividade enzimática, ou a taxa de reação da reação enzimática, geralmente é medida através de um ensaio enzimático. Um ensaio enzimático mede o desaparecimento dos substratos ou o aparecimento de produtos ao longo do tempo (Figura 2). Também é possível medir outras variáveis que são um valor particular para qualquer uma delas. A taxa na qual os substratos desaparecem, ou os produtos aparecem, é uma medida da atividade da enzima.

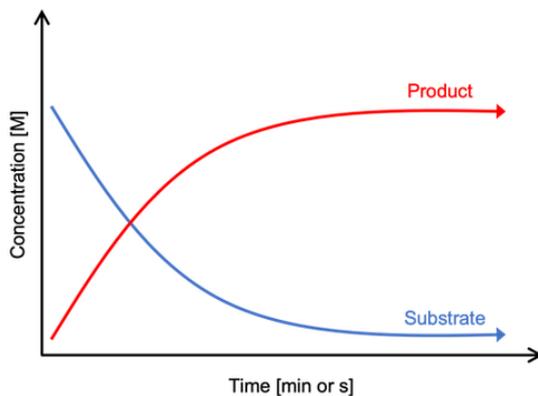


Figura 2. Exemplo de gráfico mostrando os produtos que aparecem ou substratos que desaparecem durante um ensaio enzimático. À medida que a reação ocorre, a quantidade de substrato diminui e a quantidade de produto aumenta.

Para mais explorações

- Além da concentração do substrato e a temperatura, existem outros fatores que alteram a taxa de reação de uma enzima. Uma delas é a concentração enzimática na reação. Altere a concentração de enzima na reação do palito de dente adicionando mais enzima. Peça a um voluntário para ajudá-lo a quebrar os palitos de dente. Certifique-se de que ele ou ela siga as mesmas regras que você! À medida que você adiciona mais enzimas (ou mãos) à mistura, como a taxa de reação muda?
- As enzimas também podem ser inibidas ou ativadas usando produtos químicos ou outros fatores que atuam como inibidores ou ativadores. Encontre uma luva volumosa, como uma luva ou luva de forno, e coloque na mão que você usará para quebrar os palitos de dente. Em seguida, quebre 20 palitos o mais rápido possível com e sem a luva. A luva atua como um inibidor ou ativador enzimático?
- Faça um gráfico para sua primeira experiência, com o tempo total de reação (em segundos) no eixo x e o número total de palitos de dente quebrados no eixo y. Você precisará adicionar os horários de cada rodada para obter o tempo

total de reação. O que o gráfico diz sobre a atividade enzimática ao longo do tempo?