

E! Canastra

energizando a formação de ATP



Thalles Henrique Faria de Souza
Eduardo de Figueiredo Peloso
Gabriel Gerber Hornink



LABORATÓRIO DE MÍDIAS EDUCACIONAIS

O jogo de cartas E! Canastra é uma divertida forma de se trabalhar as vias Bioquímicas relacionadas à produção de ATP dentro da célula, trazendo importantes conceitos como modulação alostérica de enzimas, regulação enzimática nas vias metabólicas, demanda e simultaneidade das vias no metabolismo. Esta é uma produção do Laboratório de Mídias Educacionais, depto. de Bioquímica, Universidade Federal de Alfenas.

1 Objetivos educacionais

Identificar os intermediários das reações envolvidas na produção do ATP, compreendendo as sequências das reações, além das interações entre as vias (nipes) e as formas de regulação para produção de ATP por vias aeróbias na célula.

2 Conteúdos trabalhados

- Reações/intermediários da: via glicolítica; síntese de Acetil-CoA; Ciclo de Krebs (Ciclo do Ácido Cítrico); Cadeia de transporte de elétrons (CTE) e fosforilação oxidativa;
- Estratégias de regulação, destacando a modulação alostérica e inibidores.

3 Contextos de uso

O jogo E! Canastra poderá ser utilizado de diversas maneiras, de acordo com a proposta pedagógica de sua disciplina, entretanto, recomendamos que os estudantes tenham conhecimentos das vias. De toda forma, poderá ser usado antes das aulas, de tal forma que, por meio do jogo, estimule-se os mesmos a reconhecer e compreender as vias e suas regulações e integrações. Recomendamos que enviem o material do aluno (pdf) com antecedência e que usem a apresentação (pdf) para explicar em sala as regras. Além disso, recomendamos 70 - 90 minutos de jogo efetivo, na presença de moderadores (professores, monitores), que auxiliarão os alunos na compreensão do jogo e das vias e suas regulações.

4 Número de jogadores

O E! Canastra poder-a ser jogado a partir de 2 jogadores, até 6 jogadores, neste último caso, são feitas 3 duplas. Em quatro pessoas pode-se jogar individualmente ou em duplas. O jogo em duplas poderá estimular a aprendizagem colaborativa entre pares, potencializando o processo de ensino-aprendizagem.

5 Cartas

O jogo é composto por 4 naipes (Glicólise, Krebs, Acetyl-CoA, CTE), por cartas de efeito especial, além do curinga (81 cartas) - Arquivo pronto para impressão frente e verso.

<p>Naipe Glicólise (20 cartas)</p> <p>Glicose - GLU (1 carta) Glicose-6-fosfato - G6P (1 carta) Frutose-6-fostato - F6P (2 cartas) Frutose-1,6-bifosfato - F16P (2 cartas) Diidroxiacetona-fosfato - DHAP (2 cartas) Gliceraldeído-3-fostato - G3P (2 cartas) 1,3-Bifosfoglicerato - 13BPG (2 cartas) 3-Fosfoglicerato - 3PG (2 cartas) 2-Fosfoglicerato - 2PG(2 cartas) Fosfonenolpiruvato - PEP (2 cartas) Piruvato - PYR (2 cartas)</p> <p>Naipe Acetyl-CoA (8 cartas)</p> <p>Piruvato - PYR (2 cartas) Hidroxietil - HET (2 cartas) Acetil - AC (2 cartas) Acetyl-CoA - ACOA (2 cartas)</p> <p>Cartas de efeito especial (16 cartas)</p> <p>ATP (3 cartas) ADP (3 cartas) NAD⁺ NADH (3 cartas) 2,4-DNP Barbiturato - BARB Rotenona - ROT Malonato - MALO Antimicina A - AMA Cianeto - CN</p>	<p>Naipe Krebs (18 cartas)</p> <p>Acetyl-CoA - ACOA (2 cartas) Citrato - CITR (2 cartas) Isocitrato - IC (2 cartas) α-cetoglutarato - AKG (2 cartas) Succinil-CoA - SCOA (2 cartas) Succinato - SUC (2 cartas) Fumarato - FUM (2 cartas) Malato - MAL (2 cartas) Oxaloacetato - OAA (2 cartas)</p> <p>Naipe CTE (14 cartas)</p> <p>NADH Desidrogenase - CI (2 cartas) Succinato desidrogenase - CII (2 cartas) Ubiquinona - UBI (2 cartas) Citocromo bc₁ - CIII (2 cartas) Citocromo - CITO (2 cartas) Citocromo C oxidase - CIV (2 cartas) ATP Sintetase - CV (2 cartas)</p> <p>Curinga (5 cartas)</p> <p>Carta com o raio - Energizando (5 cartas)</p>
--	--

6 Regras do jogo

- 1 –** Montem duplas e se organizem em (4 - 6 jogadores), sendo as duplas em lados opostos;
- 2 –** Embaralhe as cartas;
- 3 –** Passe para o jogador da direita cortar o baralho (máximo 2 vezes);
- 4 –** Distribua 10 cartas por jogador no sentido horário;
- 5 –** Aguarde alguns minutos para os jogadores organizarem suas cartas;
- 6 –** Inicie o jogo por quem recebeu primeiro as cartas e siga no sentido horário;
- 7 –** O jogador poderá baixar sequências ordenadas de, pelo menos, três cartas (as cartas de efeito especial não contam para baixar a primeira sequência). A sequência poderá ser limpa (somente um naipe) ou suja (com carta de outro naipe que possa fazer parte da sequência ou mesmo com curinga).
- 8 –** O jogador poderá usar as cartas de efeito especial ou qualquer outra que tenha efeito sobre suas sequências. Somente poderá iniciar o uso das cartas de efeito após, pelo menos um da dupla, baixar uma sequência de três cartas ou mais.
- 9 –** Caso o jogador utilize alguma carta de efeito de forma incorreta, a carta será enviada para o lixo e o jogador perderá 50 pontos.
- 10 –** Caso o jogador monte sequências incorretas, o mesmo perderá 10 pontos por carta inserida incorretamente e deverá voltar para sua mão as cartas incorretas.
- 11 –** Caso o jogador não tenha cartas para baixar ou não deseje baixar em sua jogada, deverá comprar uma carta do monte ou comprar a primeira carta da lixeira e descartar uma carta da mão na lixeira, finalizando a jogada. (sempre que comprar, descartar uma)
- 12 –** Quando o jogo ocorrer em duplas, ambos poderão ir completando as sequências da dupla ou mesmo adicionando cartas de efeito positivo sobre seus jogos ou cartas de efeito negativo sobre jogos de outros colegas, respeitando a vez de cada um.
- 13 –** O jogador poderá separar ou juntar as sequências de cartas, de acordo com o que desejar. Exemplo, poderá separar em dois blocos a canastra para isolar uma carta de efeito negativo, sendo, no mínimo, três cartas por bloco.
- 14 –** Caso o monte acabe, as cartas no lixo deverão ser embaralhadas para fazer um novo monte.
- 15 –** O jogo pode ser encerrado de dois modos:
 - i –** quando algum dos jogadores ficar sem cartas na mão (batida, bônus 100 pontos para quem bateu);
 - ii –** quando não houver mais cartas para retirar do monte e nenhum dos jogadores tiver mais jogadas para fazer (nesse caso ninguém ganha bônus).
- 16 –** Ao fim do jogo, calculem os pontos, atentando-se para as cartas de efeito positivo e negativo, para tanto, ver tabela de pontuação e tabela de efeitos e os tipos de canastra.

7 Tabela de interações de cartas

Carta	Contexto Bioquímico	Efeitos no Jogo - sobre a carta indicada			
		Positivos		Negativos	
2,4-DNP	Desacoplador	--	--	Qualquer carta da CTE	-50
Acetil-CoA	Complexo piruvato desidrogenase	---	---	Piruvato (Naipe Acetil-CoA)	-20
ADP	Usado pelas enzimas que sintetizam ATP, podendo atuar como modulador da isocitrato desidrogenase	1,3-Bisfosfoglicerato Fosfoenolpiruvato Isocitrato ATP-sintase	+20	---	---
Antimicina A	Age sobre o Complexo III	---	---	Complexo III	zera
ATP	Participa de reações de fosforilação e pode atuar como modulador negativo.	---	---	Frutose 6-fosfato α -Cetoglutarato Complexo IV	-50
Barbiturato	Age sobre o Complexo I	---	---	Complexo I	-50
Cianeto (CN^-)	Age sobre o complexo IV	---	---	Complexo IV	zera
Citrato	Fosfofrutoquinase 1	---	---	Frutose 6-fostato	-20
Frutose-1,6-bifostato	Fosfofrutoquinase 1 Piruvato quinase	Fosfoenolpiruvato (G)	+10	---	---
Malonato	Age sobre o Complexo II	---	---	Complexo II	-100
NAD ⁺	Coenzima oxidada, pode ser usado nas reações de oxirredução	Gliceraldeído 3-fosfato Isocitrato α -Cetoglutarato Malato	+20	---	---
NADH	Coenzima reduzida, pode ser usada no Complexo I, além de atuar na inibição de algumas vias	Complexo I	+20	Piruvato (Naipe Acetil-CoA) Isocitrato α -Cetoglutarato	-50
Oxaloacetato	Succinato desidrogenase	---	---	Succinato	-20
Piruvato	Piruvato desidrogenase quinase/ Complexo piruvato desidrogenase	Piruvato (Naipe Acetil-CoA)	+10	---	---
Rotenona	Age sobre o Complexo I	---	---	Complexo I	-50
Succinil-CoA	Regulação do complexo α -Cetoglutarato desidrogenase	---	---	α -Cetoglutarato Citrato	-20

8 Canastras/ Pontuação

- **Canastra Limpa** (via completa do naipe): Glicólise: 400 pontos; Ciclo de Krebs: 300; Formação de Acetil-CoA: 100 pontos; CTE: 200
- **Canastra Real** (canastra limpa + composto que antecede ou precede a via): Valor da canastra limpa + 50 pontos por carta conectada
- **Canastra Suja** (via completa com curinga e/ou carta de outro naipe): Glicólise: 200 pontos; Ciclo de Krebs: 150; Formação de Acetil-CoA: 50 pontos; CTE: 100
- **Canastra Mista/Incompleta** (somente uma parte da via, com no mínimo três cartas, podendo ser do mesmo naipe ou sequências entre naipes: 3 cartas: 50 pontos; 4 cartas 75 pontos; 5 cartas ou mais 100
- **Batida** (primeiro jogador a ficar sem cartas na mão): 100 pontos

9 Licença



Este jogo está licenciado sob os termos da *Creative Commons* como Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), ou seja, as pessoas podem usar, compartilhar, alterar (desde que se mantenham os autores originais, adicionando-se os novos) e sob a mesma licença, sendo proibida a comercialização deste.

10 Considerações finais

A partir do jogo E! Canastra esperamos que os estudantes identifiquem e compreendam as reações envolvidas na produção do ATP, por vias aeróbias, reconhecendo as conexões entre os substratos, os modos de regulação (modulação alostérica, *feedback negativo*), a partir da dinâmica do jogo, envolvendo as cartas de efeito especial e de modulação e se divirtam nesse processo de aprendizagem.

Acreditamos que o jogo em duplas favorece o aprendizado colaborativo, além de dar maior dinamicidade no jogo, deixando-o mais interessante aos alunos.

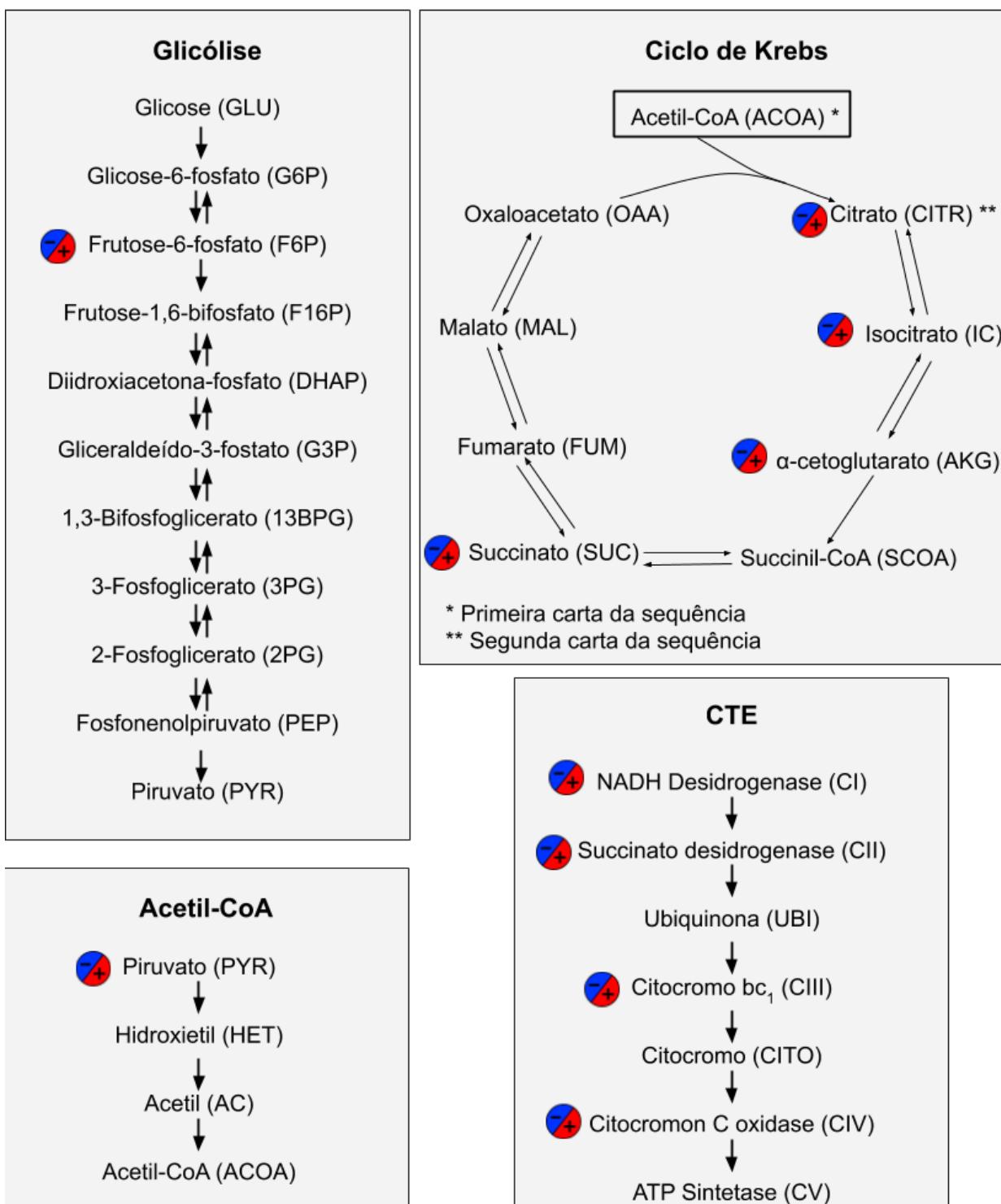
Referências

NELSON, D., COX, M.M. Princípios da Bioquímica de Lehninger. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

MARZZOCO, A. TORRES, B.B. Bioquímica Básica. 4a. Edição. São Paulo: Guanabara Koogan, 2015.

MODENA, D., ROCHA, A.F., RIBEIRO, L., GONÇALVES, G., FARIA, G., HORNINK, G.G. Buraco Energético: um jogo de carta sobre a formação do ATP (trabalho apresentado como parte da avaliação da disciplina de Bioquímica, curso de Biomedicina. Alfenas: UNIFAL-MG, 2014.

Apêndice A. Vias bioquímicas / sequências dos níveis para produção de ATP.



Pontos de regulação: ver na tabela de interações quais cartas podem ser usadas e quais efeitos (+ ou -)