



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CAMPUS AVANÇADO DE GOVERNADOR VALADARES  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

GÉSSIKA MENDES VIEIRA

**PROPOSTA DE ENSINO PARA O CICLO DE KREBS: CONSTRUÇÃO E  
AVALIAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO**

Governador Valadares – MG

2022

GÉSSIKA MENDES VIEIRA

**PROPOSTA DE ENSINO PARA O CICLO DE KREBS: CONSTRUÇÃO E  
AVALIAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado, apresentado ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Biologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, *campus* Governador Valadares (Instituição Associada) e da Universidade Federal de Minas Gerais (Instituição sede), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Macroprojeto: “Produção e avaliação de recursos didático-pedagógicos para o ensino de Biologia”

Orientadora: Profa. Dra. Carla da Silva Machado.

Governador Valadares – MG

2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Mendes Vieira, Géssika .  
Proposta de Ensino Para o Ciclo de Krebs: : Construção e Avaliação de Jogo Didático / Géssika Mendes Vieira. -- 2022. 90 p.

Orientadora: Carla Da Silva Machado  
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2022.

1. Ciclo de Krebs. 2. Ensino de Biologia. 3. Jogo Didático. 4. Metodologias Ativas. I. Da Silva Machado, Carla, orient. II. Título.

**Autor: Géssika Mendes Vieira**

**Título:** Proposta de ensino para o ciclo de Krebs: construção e avaliação de jogo didático.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (Profbio) da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração Ensino de Biologia:

Aprovada em 19 de agosto de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof(a)Dr(a). Carla da Silva Machado - Orientadora e Presidente da banca  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a)Dr(a). Luísa Helena Perin de Melo - Membro titular externo  
Faculdade Pitágoras

Prof(a)Dr(a). Maria Gabriela Parenti Bicalho - Membro titular interno  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Juiz de Fora, 30/08/2022.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois creio que se não fosse por sua vontade não teria chegado até aqui. A minha família, amigos e noivo que sempre estiveram comigo em todos os momentos. A cada palavra amiga, pelo carinho incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho. Lhes agradeço por cada um dos mínimos detalhes que fizeram toda a diferença, me fazendo crescer em todos os âmbitos.

Agradeço meus colegas de turma e de trabalho pelo companheirismo, aos professores por seus ensinamentos tão riquíssimos e de modo especial, a minha orientadora, Profa. Dra. Carla da Silva Machado, que sempre me acompanhou bem de perto ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

O ensino de Biologia é dinâmico e investigativo. Desta forma, aulas expositivas baseadas na transmissão do conhecimento não se mostram muito atrativas. Os conteúdos relativos à temática da Bioquímica, de alta complexidade, são de difícil assimilação quando aplicadas as metodologias tradicionais de ensino. A utilização de jogos didáticos como estratégia ativa tem o potencial de proporcionar ao estudante uma aprendizagem significativa. O presente trabalho teve o objetivo de construir um jogo didático sobre o ciclo de Krebs, e avaliar o processo de aprendizagem no primeiro ano do ensino médio de uma escola pública estadual do município de Vargem Alegre, Minas Gerais, Brasil. O jogo didático foi construído pela professora-autora, a partir de materiais simples e de fácil acesso. O estudo foi conduzido em três etapas, baseando-se na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3 MPs). A primeira etapa consistiu na problematização inicial do tema, com utilização de roda de conversa para exposição do ciclo de Krebs em situações reais e do dia a dia. A segunda etapa, que envolveu a organização do conhecimento, consistiu na realização da atividade diagnóstica 1, e a terceira etapa, de aplicação dos conhecimentos, foi desenvolvida com a aplicação do jogo didático previamente construído e a realização da atividade diagnóstica 2. Após o desenvolvimento dos 3 MPs, um questionário sobre a aprendizagem por meio de jogos foi aplicado aos estudantes e um guia didático direcionado aos professores foi produzido pela professora-autora. Qualitativamente, as análises de observação e percepção da professora-autora mostraram que o jogo didático é uma ferramenta promissora para o ensino do Ciclo de Krebs. A avaliação quantitativa do desempenho dos alunos no conteúdo do Ciclo de Krebs antes e após a aplicação do jogo didático não demonstrou-se significativa após análise estatística. Em conclusão, o jogo didático apresentou-se como ferramenta promissora nas análises qualitativas de observação da professora-autora, e na avaliação quantitativa do processo de aprendizagem antes e após a sua aplicação, não mostrou diferença estatística significativa.

Palavras Chaves: Ciclo de Krebs; Ensino de Biologia; Jogo Didático; Metodologias Ativas.

## ABSTRACT

Biology teaching is dynamic and investigative. In this way, lectures based on the transmission of knowledge are not very attractive. The contents related to the subject of Biochemistry, of high complexity, are difficult to assimilate when applied to traditional teaching methodologies. The use of didactic games as an active strategy has the potential to provide the student with meaningful learning. The present work aimed to build a didactic game about the Krebs cycle, and to evaluate the learning process in the first year of high school at a state public school in the municipality of Vargem Alegre, Minas Gerais, Brazil. The didactic game was built by the teacher-author, from simple and easily accessible materials. The study was conducted in three stages, based on the methodology of the Three Pedagogical Moments (3 MPs). The first stage consisted of the initial problematization of the theme, using a conversation circle to expose the Krebs cycle in real and day-to-day situations. The second stage, which involved the organization of knowledge, consisted of performing diagnostic activity 1, and the third stage, of applying knowledge, was developed with the application of the previously built didactic game and the performance of diagnostic activity 2. After the development of the 3 MPs, a questionnaire on learning through games was applied to students and a didactic guide aimed at teachers was produced by the teacher-author. Qualitatively, the analysis of observation and perception of the teacher-author showed that the didactic game is a promising tool for teaching the Krebs Cycle. The quantitative assessment of students' performance in the content of the Krebs Cycle before and after the application of the didactic game did not prove to be significant after statistical analysis. In conclusion, the didactic game presented itself as a promising tool in the qualitative analysis of observation of the teacher-author, and in the quantitative evaluation of the learning process before and after its application, it did not show a statistically significant difference.

Keywords: Krebs Cycle; Biology Teaching; Didactic Game; Active Methodologies.

## Relato do Mestrando

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora UFJF-GV

Mestrando: Gêssika Mendes Vieira

Título do TCM: **PROPOSTA DE ENSINO PARA O CICLO DE KREBS: CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO**

Data da defesa: 19/08/2022

Minha trajetória docente iniciou-se ainda na graduação em Ciências biológicas pelo Centro Universitário de Caratinga – UNEC, onde concluí o curso de licenciatura plena no ano de 2012, ano no qual, atuei profissionalmente como docente pela primeira vez. Essa experiência durou pouco tempo, mas ocorreu na mesma escola na qual me formei no Ensino Médio. Foi uma experiência emocionante, estava em casa, trabalhando com boa parte dos professores a quem tanto admiro.

Nos dois anos seguintes, continuei atuando nesta escola, porém em 2014, tornei-me servidora efetiva pela rede Estado de Educação de Minas Gerais, atuando assim em dois cargos. Nos anos de 2014 e 2015 trabalhei em dois cargos um efetivo e outros de contrato em escolas diferentes, foi um grande desafio, trabalhar com turmas de 6<sup>os</sup> a 9<sup>os</sup> anos em duas escolas com realidades bem distintas. Os alunos tinham múltiplas potencialidades e dificuldades, e eu me reinventava sempre, para conseguir o meu objetivo, trazer os alunos para o movimento da aula, de forma participativa criando um ambiente agradável de construção de saber. Não foi fácil, tampouco obtive 100% de êxito, mas cada conquista, cada vitória me fazia ter certeza de que estava trilhando o caminho certo como educadora.

Como nunca deixei de estudar, fiz alguns cursos de pós-graduação, inclusive de docência para o ensino superior, também no UNEC, porém desde a graduação sempre tive o sonho de cursar o mestrado. O sonho não havia adormecido, apenas esperava o momento certo, então em 2020 a oportunidade então surgiu, havia passado na prova de seleção do Profbio, programa em qual ingressei pela UFJF-GV onde realizei o curso ao longo dos últimos dois anos.

O desenvolvimento das atividades ao longo do curso além de ampliar o meu horizonte me fez refletir, repensar e reestruturar as metodologias por mim utilizadas em sala de aula, os métodos até então utilizados já não eram tão satisfatórios. Com as novas propostas, minha prática docente em sala de aula vem sendo dia após dia aprimorada, o que me faz observar o quanto o ensino é dinâmico e o quão importante é, que nós educadores, nos aprimoremos, cada vez mais.

Hoje, só tenho a agradecer ao Profbio a UFJF-GV e a CAPES pela oportunidade de realizar o meu sonho de alcançar o título de mestre. O caminho até aqui foi árduo, uma vez que a



pandemia da Covid-19 acrescentou alguns desafios em meu caminho, os quais por muitas vezes temi não superar. Sei, contudo, que os desafios na vida de uma educadora são parte do caminho a ser trilhado na busca do aprimoramento profissional e pessoal, deste modo acredito que este é o começo de uma longa jornada.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1 Utilização de jogos didáticos como estratégia metodológica de ensino.....	12
1.2 O Ciclo de Krebs.....	14
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
3.1 Tipo de estudo e caracterização da amostra.....	20
3.2 Construção e aplicação do jogo didático.....	21
3.3 Avaliação quali-quantitativa do processo de ensino-aprendizagem.....	26
3.4 Guia do jogo didático direcionado a professores.....	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
4.1. Avaliação qualitativa e quantitativa dos Três Momentos Pedagógicos (3 MPs).....	27
4.2 Elaboração do Guia Didático.....	34
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Quando analisamos o atual contexto educacional, observamos que o momento é oportuno para a elaboração de métodos e estratégias que alcancem o maior número de estudantes na realidade da heterogeneidade das turmas encontradas nas redes de ensino, especialmente públicas. Considerando a rápida propagação de informações e a troca de experiências, geradas pelos avanços tecnológicos oriundos da globalização, os métodos tradicionais de ensino já não se adequam a atual realidade (FARIAS; MARTIN; CRISTO, 2015).

A área de Ciências Biológicas é dinâmica, investigativa e complexa, com frequentes atualizações nas diferentes temáticas de ensino. A utilização de abordagens metodológicas inovadoras proporciona aos professores e aos estudantes a ampliação do pensamento crítico e criativo, além do desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas e aplicação no dia a dia (SEGURA; KALHIL, 2015).

Aulas tradicionais expositivas, baseadas na transmissão do conhecimento professor- aluno, não se mostram muito atrativas e instigantes ao estudante da nova geração que possui fácil acesso às informações, se comunica utilizando tecnologias e apresenta múltiplas potencialidades (MESSAGE et al., 2017).

O ensino de Biologia expõe os estudantes a um grande volume de conceitos, métodos, teorias e hipóteses, prática comumente avaliada como descontextualizada e desmotivadora para o processo ensino-aprendizagem, gerando a necessidade do desenvolvimento de novas propostas metodológicas pelos professores e instituições de ensino e órgãos competentes (ZUANON; DINIZ; NASCIMENTO, 2010).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB 9394/96) sinaliza, como um dos objetivos de aprendizagem para o Ensino Médio, o aprimoramento do estudante como pessoa humana, incentivando a formação ética, o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento construtivo e crítico (BRASIL, 1996).

As metodologias ativas, que consistem na utilização de métodos e técnicas de ensino que estimulem o aprendizado crítico-reflexivo e resultem no envolvimento do estudante na busca pelo conhecimento, tornando-o promotor no processo de ensino-aprendizagem, têm sido frequentemente aplicadas nas ciências básicas como Biologia, Física, Química e Matemática (FUJITA et al., 2016; MACEDO et al., 2018).

Segundo as ideias apresentadas por Bordenave e Pereira (1995) no livro “Estratégias de Ensino-Aprendizagem”, a transformação do estudante ocorre quando ele se

sente ativamente inserido no processo educacional e é constantemente estimulado a obter uma aprendizagem significativa e duradoura. A participação ativa do estudante durante as aulas torna o “aprender” mais interessante e proveitoso, possibilitando uma construção sólida dos conteúdos abordados e uma formação mais completa e integrada (RANDI, 2011).

Em estudo publicado por Reeve (2009), o autor propõe que a percepção de autonomia dos estudantes está relacionada a resultados positivos associados à motivação; ao engajamento; ao desenvolvimento de autoestima, autovalor e criatividade; à aprendizagem de conceitos-chave e processamento de informações; à melhoria no desempenho acadêmico e do estado psicológico, incluindo indicadores de bem-estar e satisfação pessoal.

A educação científica tem por objetivo propiciar a habilidade de analisar e compreender situações-problema oriundas do dia a dia, a partir da realidade ambiental e dos fatores socioeconômicos, e assim proporcionar ao indivíduo a capacidade de articular e executar soluções para tais, com base na sua percepção técnico-científica. A utilização de métodos de ensino por investigação proporciona ao estudante do Ensino Médio um aprendizado mais aplicado e amplo (VIEIRA; KELLY; DO NASCIMENTO, 2012).

Como estratégia metodológica de ensino, o professor pode incluir como rotina acadêmica a utilização de jogos didáticos, proporcionando ao estudante uma aprendizagem mais dinâmica e significativa, com maior assimilação dos conteúdos e desenvolvimento de novas habilidades de cognição (MACEDO et al., 2018; SILVA et al., 2015). Aulas que combinem recursos de construção do conhecimento científico com a aplicação de jogos didáticos proporcionam aumento da motivação do estudante, contribuindo para uma maior compreensão do conteúdo abordado (CASTOLDI; POLINARSKI, 2009).

Não somente as ferramentas, mas a forma como elas serão utilizadas constitui fator fundamental no desenvolvimento da autonomia do estudante e conseqüente protagonismo discente. Os Três Momentos Pedagógicos (3MPs) tem se destacado como metodologia ativa, desde a construção de materiais didáticos até a organização do processo de ensino (ABREU; FERREIRA; FREITAS, 2017.).

Os 3MPs dividem a prática do ensino em três etapas distinta, a saber: Primeiro Momento – Problematização Inicial. Neste ocorre a apresentação do tema aos discentes e isto ocorre por meio da proposição de questões ou situações que poderão ser

discutidas evocando-se a curiosidade a respeito do tema e possibilitando uma análise dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do mesmo. Neste momento deve-se priorizar a correlação do tema de estudo a situações reais e/ou cotidianas dos alunos, gerando deste modo uma possível problematização que alcance a realidade dos mesmos. Isto há de implicar num maior engajamento pelos estudantes no desenvolvimento do debate, uma vez que se busca a significação do assunto pelos estudantes (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

A postura do professor deve pautar-se nos princípios da aprendizagem crítica reflexiva, dando aos alunos autonomia. Isto pode ser alcançado a medida em que o profissional docente não fornece informações mas lança questões e dúvidas aos alunos norteando o debate dentro do espectro do pensamento científico. O desenvolvimento deste momento deve culminar na construção de questionamentos e/ou hipóteses elaboradas e para as quais o conhecimento básico não há de ser suficiente à resposta. Deste modo os alunos são levados a buscarem novas informações a respeito do assunto em desenvolvimento (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2013).

O Segundo Momento – Organização do conhecimento, consiste na busca pelos saberes que darão suporte à resolução dos questionamentos e/ou hipóteses elaboradas no primeiro momento. O professor deve novamente assumir uma postura passiva, de facilitador do processo de aquisição do conhecimento, lançando mão de ferramentas diversas para esta finalidade como livros, artigos, questões, trabalhos experimentos, fornecendo uma variedade de fontes de consulta a partir das quais os alunos devem desenvolver seus saberes de modo crítico e autônomo (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

O Terceiro Momento – Aplicação do Conhecimento, consiste em pôr em prática os conhecimentos que foram desenvolvidos pelos estudantes, propondo a retomada das questões iniciais e sua resolução, assim também como demais questões que envolvam o tema abordando. Objetiva-se neste momento, que os alunos sejam capazes de, para além da resolução dos problemas iniciais, aplicar os novos conhecimentos em situações diversas àquelas sumariamente abordadas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Almeja-se que os alunos dominem os saberes de modo que sua aplicabilidade vá além do espaço de ensino-aprendizagem, não se limitando e ainda transpondo o seu uso à resolução de atividades tradicionais de ensino, tornado o saber discente,

agora aprofundado, uma ferramenta prática de uso nas mais diversas situações (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2013).

### **1.1 Utilização de jogos didáticos como estratégia metodológica de ensino**

O jogo didático, além de apresentar aspecto lúdico, proporciona aprendizagens específicas e atua na melhora do desempenho de estudantes em tópicos de difícil assimilação. Pode ser utilizado como um eixo que conduz a um conteúdo didático específico, buscando a ampliação e consolidação de informações (CUNHA, 1998; GOMES et al., 2001; KISHIMOTO, 1996). Ademais, o jogo didático estimula atitudes de participação, cooperação, integração, iniciativa, tomada de decisão e resolução de situações-problema pelos estudantes (SILVA; AMARAL, 2011).

Os jogos didáticos constituem um instrumento de ampliação do conhecimento e revisão de temas anteriormente discutidos em sala de aula (MESQUITA; CARDOSO; VIGÁRIO, 2019). O ensino por meio de jogos possibilita a criação de um ambiente motivador para o estudante, favorecendo a maximização dos potenciais de aprendizagem e facilitando a dinâmica do processamento cognitivo de informações (ZUA-  
NON; DINIZ; NASCIMENTO, 2010).

Considerando o momento atual de pandemia do novo coronavírus e a necessidade da utilização de recursos online para a condução das aulas, jogos didáticos digitais poderiam ser uma alternativa viável para a nova realidade. Contudo, é necessário refletir que o acesso à internet e aos equipamentos como computadores, notebooks e smartphones não está disponível para todos os estudantes, o que tornaria o método excludente para algumas realidades (MOREIRA; ARAGÃO, 2020).

Em seu trabalho, Person e Da Rocha (2020) versam sobre os desafios enfrentados pelos docentes em busca de auxiliar seus discentes no desenvolvimento da habilidade crítico-reflexiva. Em sua pesquisa, observou a necessidade de se buscar metodologias diferenciadas de modo a instigar os alunos a aprimorar os seus conhecimentos, que dentre elas, podemos destacar o uso das metodologias ativas que buscam promover o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo por meio da atuação coletiva.

Segundo Tafner (2003), a contextualização das situações vivenciadas pelos alunos com o contexto da aula, propicia a criação de um ambiente com condições favo-

ráveis ao aprendizado, não somente dos alunos como também para os seus educadores. Complementando este pensamento, Person; Da Rocha (2020) versam sobre os motivos que podem levar à produção de conhecimento, sendo estes chamados de “motivos eficazes” ou “motivos compreensíveis”, sendo os motivos eficazes aqueles que geram no indivíduo um significado pessoal. Os motivos compreensíveis são aqueles que não promovem em seu íntimo um significado, não gerando no indivíduo um sentido pessoal, trazendo-nos a reflexão sobre o quanto é importante para o professor ter conhecimento de fatores que podem motivar a contextualização e consequentemente a promoção do desenvolvimento cognitivo de seus alunos mediante a realização de uma atividade.

Para o estudante do Ensino Médio, os conteúdos de Bioquímica, incluindo o tópicos ciclo de Krebs, podem ser de difícil assimilação por meio da utilização de metodologias tradicionais de ensino (SCHIMIDT et al., 2014). Desta forma, torna-se necessário a busca por novas estratégias de aprendizagem que tenham como objetivo tornar o ensino mais eficiente e significativo.

Se partirmos do princípio de que a bioquímica estuda as reações químicas que ocorrem nos organismos vivos, de modo a abranger desde sua composição até as suas formas e funções metabólicas, podemos compreender a sua importância. No entanto, abordar assuntos tão complexos e de ordem molecular de forma dinâmica e envolvente não é tarefa fácil, pois transformar um conteúdo com conceitos tão abstratos em algo concreto exige do docente a utilização de métodos e estratégias que estimulem os discentes a aumentar a sua percepção quanto ao assunto e relacioná-lo com suas próprias experiências (ALBUQUERQUE, 2012; PERSON; DA ROCHA, 2020).

Assuntos relacionados à Bioquímica, como por exemplo o ciclo de Krebs, são complexos e de grande detalhamento e, por este motivo, alguns professores têm dificuldades em trabalhá-los nas turmas de ensino médio da rede pública, uma vez que os livros didáticos são utilizados como a única ferramenta norteadora (JUNIOR, 2007). Muitas vezes os professores não possuem tempo ou o preparo adequado para aprofundar nos conteúdos relacionados à Bioquímica, o que faz com que os objetivos principais dos tópicos não sejam eficientemente trabalhados (FREITAS, 2006).

## 1.2. O Ciclo de Krebs

O Ciclo de Krebs Segundo Carvalho e Recco-Pimentel (2013), o Ciclo de Krebs é uma das vias metabólicas do processo de respiração celular, sendo este um processo de oxidação de moléculas orgânicas cuja finalidade é a liberação de energia para posteriormente transformá-lo em ATP (adenosina trifosfato), molécula necessária para suprir as necessidades energéticas dos seres vivos.

A respiração celular ocorre em três vias, sendo elas a Glicólise, o Ciclo de Krebs e a Fosforilação Oxidativa. A Glicólise é a primeira etapa da respiração celular, ocorrendo no citoplasma, tanto de células procariotas como em células eucariotas. Nesta etapa, a molécula de glicose é quebrada por meio de uma série de reações catalíticas mediadas por enzimas. Durante a sua degradação, parte da energia livre da glicose é conservada sob a forma de ATP e NADH (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo), além de serem produzidas duas moléculas de piruvato (composto de três carbonos), que serão utilizadas na segunda etapa da respiração celular o Ciclo de Krebs, (NELSON; COX, 2014).

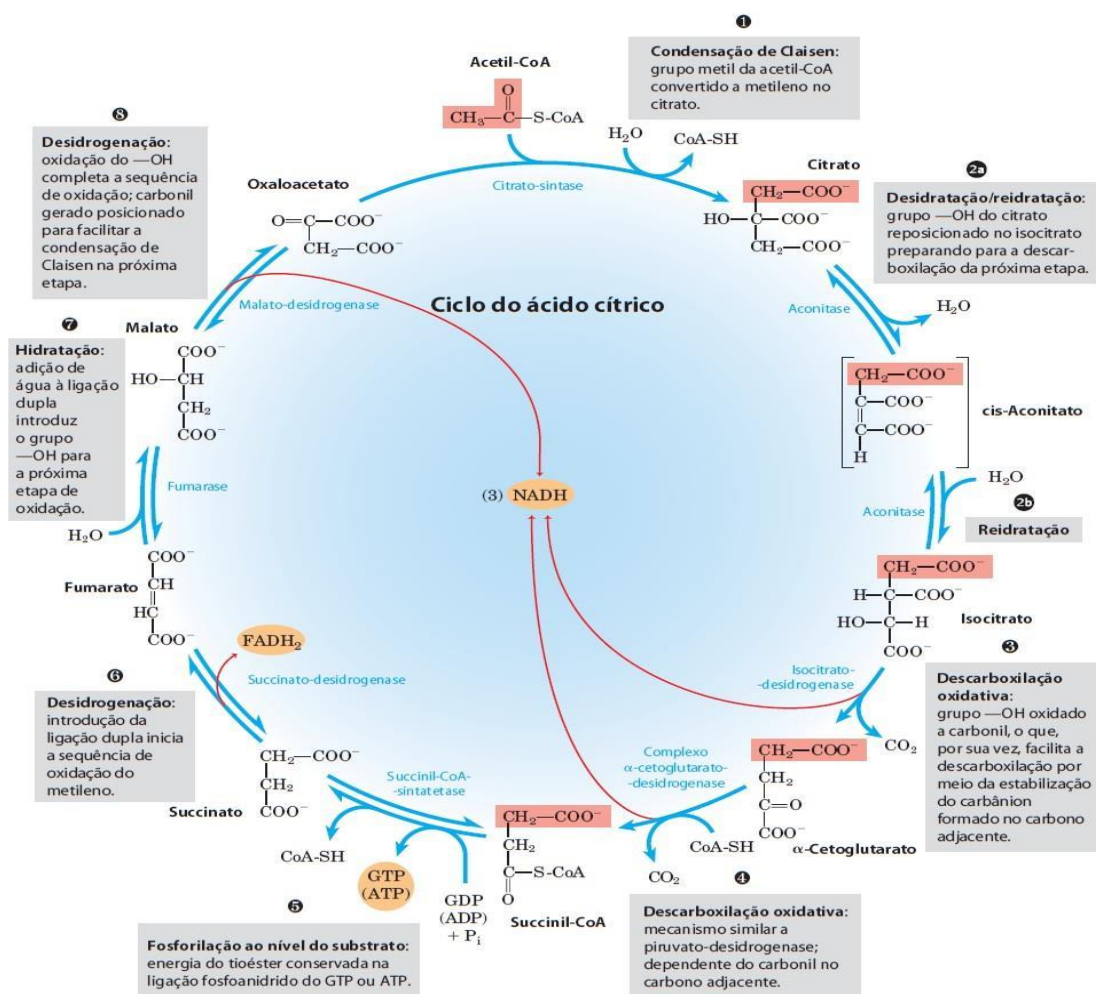
Antes de iniciar a segunda etapa da respiração celular, os dois piruvatos produzido na Glicólise, devem ser convertidos em acetil-CoA, para que possam entrar no Ciclo de Krebs (Figura 1), também conhecido como Ciclo do Ácido Cítrico ou Ciclo do Ácido Tricarboxílico. Para isso, o piruvato e alguns ácidos graxos catalisados por meio do complexo piruvato-desidrogenase passam pela descarboxilação oxidativa, onde é removido o grupo carboxil do piruvato na forma de CO<sub>2</sub>, e os dois carbonos remanescentes são convertidos a um grupo acetil que se une a Coenzima A (CoA) formando, a acetil-CoA. Neste processo também são transferidos elétrons para o NAD<sup>+</sup> convertendo-o em NADH, sendo assim, produzido 1NADH para cada molécula de piruvato convertida a acetil-CoA (NELSON; COX, 2014).

Uma vez que o piruvato já foi convertido acetil-CoA, a primeira etapa do Ciclo de Krebs é iniciada. Nesta etapa, a acetil-CoA e o oxaloacetato são condensados a citrato, por meio de uma enzima chamada citrato-sintase, para isso, a CoA da acetil-CoA é liberada e a molécula resultante se une a molécula de oxaloacetato. Neste processo, a união das moléculas é permitida pela saída da CoA que fornece a energia necessária para a reação.



Na segunda etapa a molécula de citrato sofre uma catálise reversível a isocitrato por meio da enzima aconitase, podendo esta reação ocorrer de forma direta de citrato a isocitrato, ou passar por uma molécula intermediária o cis-Aconitato antes de ser convertida a isocitrato. Na terceira etapa, a enzima isocitrato-desidrogenase catalisa a descarboxilação oxidativa do citrato para formar  $\alpha$ -cetoglutarato, dois hidrogênios são perdidos transferindo assim elétrons para o  $\text{NAD}^+$  para formar o  $\text{NADH}$  e uma molécula de  $\text{CO}_2$  é liberada (NELSON; COX, 2014).

Figura 1 – Reação do ciclo do ácido cítrico



Fonte: Nelson e Cox (2014).

Na quarta etapa, onde também ocorre a descarboxilação oxidativa, o  $\alpha$ -cetoglutarato por ação do complexo  $\alpha$ -cetoglutarato-desidrogenase é convertido em succinil-CoA. Nesta etapa, o  $\alpha$ -cetoglutarato libera uma molécula de  $\text{CO}_2$ , o que fornece a energia necessária para que a CoA se ligue a molécula. Ainda nesta reação também

são fornecidos elétrons para o  $\text{NAD}^+$  formar outro  $\text{NADH}$ , processo, que se assemelha ao ocorrido na conversão de piruvato a acetil-CoA.

Na quinta etapa a enzima succinil-CoA-sintetase ou succinato-tiocinase catalisa de forma reversível a succinil-CoA em succinato, sendo que a presença desta enzima indica a participação de um nucleotídeo trifosfatado na reação. Nela, a CoA é liberada fornecendo a energia necessária para unir ao GDP, um fosfato inorgânico ( $\text{Pi}$ ) livre, produzindo então um GTP. Este por sua vez, libera um fosfato para o ADP produzindo um ATP e voltando então para forma de GDP, no entanto, uma outra versão dessa enzima realiza a transferência direta do  $\text{Pi}$  para o ADP formando um ATP.

Na fase seguinte, sexta etapa, o succinato é oxidado a fumarato. Dois hidrogênios liberados são transferidos para o FAD formando um  $\text{FADH}_2$ , sendo esta reação mediada pela flavoproteína succinato-desidrogenase.

Na sétima etapa, o fumarato mediado pela enzima fumarase, se liga a uma molécula de  $\text{H}_2\text{O}$  convertendo-se a malato. Já na oitava etapa, que é a última do ciclo, o malato por meio da enzima malato-desidrogenase é oxidada restaurando o oxaloacetato, através da transferência de dois hidrogênios para o  $\text{NAD}^+$  produzindo um  $\text{NADH}$ , agora o oxaloacetato pode se ligar a outra Acetil-CoA, reiniciando o Ciclo de Krebs (NELSON; COX, 2014).

Vale ressaltar que uma molécula de glicose produz dois piruvatos, e cada um desses piruvatos são convertidos a Acetil-CoA, realizando de forma independente um ciclo cada. No Ciclo de Krebs a maioria das reações são reversíveis, e a cada rodada do ciclo são produzidos 3  $\text{NADH}$ , 1  $\text{FADH}_2$ , um GTP (ATP) e duas moléculas de  $\text{CO}_2$  (NELSON; COX, 2014).

Como última etapa da respiração celular, temos a fosforilação oxidativa, também conhecida como cadeia respiratória. Nela o saldo de  $\text{NADH}$  e  $\text{FADH}_2$  produzidos nas etapas anteriores da cadeia respiratória são oxidados em ATPs a partir do ADP e do  $\text{Pi}$ , e portanto, são responsáveis pela maior parte do ATP sintetizado na respiração celular. Devemos salientar também que a presença do oxigênio nesta etapa é fundamental, tanto para fosforilação oxidativa que ocorre nas mitocôndrias quanto para fotofosforilação que acontece nos cloroplastos (NELSON; COX, 2014).

Seu início dá-se pela presença de elétrons na cadeia respiratória, para isso o  $\text{NADH}$  libera o seu par de elétrons ricos em energia voltando então a ser  $\text{NAD}^+$ . Esses elétrons são recebidos pelo complexo I que utiliza a sua energia para bombear  $4\text{H}^+$  entre as membranas internas e externas. Estes elétrons são atraídos pelas moléculas

de  $O_2$ , passando assim de uma proteína à outra em direção a ele. Ao chegar nos complexos sua energia é utilizada para bombear  $H^+$ , sendo então bombeados  $4H^+$  no complexo III e  $2H^+$  no complexo IV por sua energia estar reduzida neste último. Por fim, os elétrons se encontram com seu acceptor final, o  $O_2$ , formando  $H_2O$  (NELSON; COX, 2014).

O  $FADH_2$  realiza o processo de forma similar ao do  $NADH$ , porém por possuir menor energia, ele inicia o processo a partir do complexo II, que não participa da produção de ATPs realizada pelo  $NADH$ . Neste processo o  $FADH_2$  libera seus elétrons na cadeia respiratória, voltando a ser  $FAD$ , estes atraídos pelo  $O_2$ , entram pelo complexo II e seguem o seu trajeto até o complexo III onde sua energia será utilizada para bombear  $4H^+$ . Posteriormente, os elétrons seguem até o complexo IV onde fornecerão a energia para bombear  $2H^+$ , para só então chegar ao acceptor final, o  $O_2$  que com este formará a molécula de  $H_2O$  (NELSON; COX, 2014).

Os elétrons bombeados para o lado externo da membrana, que é eletricamente positiva, são atraídos pela pelas cargas negativas presentes no lado interno. Ao realizarem a passagem, estes  $H^+$  levam consigo um  $Pi$ . Outra via utilizada para o  $H^+$  atravessar a membrana é por meio da ação da ATP-sintase, que ao permitir a passagem de  $3 H^+$  gira unindo o  $ADP$  a um  $Pi$ , produzindo 1 ATP (NELSON; COX, 2014).

Contabilizando o saldo de ATPs desta terceira etapa da respiração celular, observa-se que de cada  $NADH$  são bombeados  $10 H^+$  e de cada  $FADH_2$  são bombeados  $6 H^+$ . Se para produzir 1 ATP, são necessários  $4 H^+$ , sendo  $1 H^+$  para transportar 1  $Pi$  e  $3H^+$  precisam passar pela ATP-sintase para que 1 ATP seja produzido, obtemos do  $NADH$  a produção de 2,5 ATPs e do  $FADH_2$  1,5 ATPs (NELSON; COX, 2014).

Considerando o alto número de etapas e informações necessárias para compreender a respiração celular e em particular a segunda etapa, o Ciclo de Krebs, que é o foco deste trabalho, observa-se alguns desafios e lacunas a serem enfrentados e preenchidos pelos professores de Ciências e Biologia da rede pública. A realização de práticas de ensino inovadoras é dificultada pela falta de recursos no ambiente de trabalho, ausência ou condições precárias de laboratórios e equipamentos, tempo insuficiente para aprofundar os conteúdos e para o planejamento das metodologias a serem utilizadas, além do número elevado de estudantes por sala de aula (AMORIM, 2001; BARBOSA et al., 2013).

Desta forma, o desenvolvimento de um jogo didático sobre o ciclo de Krebs a partir da utilização de materiais simples, de fácil acesso e baixo custo, e que poderão

ser reproduzidos por outros professores do Ensino Médio, visa aprimorar a absorção de conhecimento sobre o tema. A hipótese deste trabalho é que o jogo didático irá instigar os estudantes a construir o conhecimento relativo ao ciclo de Krebs de forma dinâmica, com estimulação dos seus saberes e competências, uma vez que cada estudante será colocado no centro do processo de ensino- aprendizagem.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Construir um jogo didático sobre o ciclo de Krebs e avaliar as etapas do processo de aprendizagem no primeiro ano do ensino médio de uma escola pública estadual do município de Vargem Alegre, Minas Gerais, Brasil.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Elaborar, desenvolver e descrever as etapas do jogo didático em guia direcionado a professores;
- Aplicar o jogo didático aos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio;
- Estimular o protagonismo dos estudantes;
- Avaliar elementos do processo didático;
- Analisar qualitativamente os efeitos do jogo didático no processo de ensino-aprendizagem;
- Comparar quantitativamente o desempenho dos alunos no conteúdo antes e após a aplicação do jogo didático.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo de estudo e caracterização da amostra**

O presente trabalho trata-se de pesquisa exploratória, de abordagem quali-quantitativa, classificada como descritiva quanto às fontes de informação, e que utilizou o questionário e a observação como técnicas para a coleta dos dados. Por este motivo, sua aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em 06/09/2021, com número de parecer 4.955.275 (Anexo A), foi fundamental para dar início ao desenvolvimento do trabalho.

Antes do início da aplicação do estudo foi colhida a autorização do gestor escolar juntamente com a confirmação de que a instituição dispunha das condições físicas necessárias para o atendimento presencial dos alunos em virtude da pandemia de Covid-19 (ANEXO B). Posteriormente, todos os alunos das referidas salas foram convidados a participar do projeto de pesquisa durante uma aula de biologia, momento no qual lhes foram explicados os procedimentos e entregue os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, ANEXO C) em duas vias. Os termos deveriam ser assinados pelos alunos maiores de idade interessados em participar do projeto e pelos responsáveis dos alunos menores de idade que manifestaram interesse em participar. Os alunos menores de idade cujos responsáveis autorizaram a participação assinaram, em duas vias, o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE, ANEXO D). Para cada um dos documentos descritos o aluno ou responsável ficou com uma via e outra foi recolhida e arquivada pela professora-autora.

Dos 73 alunos matriculados à época, apenas 15 alunos tinham possibilidade e interesse em participar. A execução das atividades teve início com uma aula de introdução ao conteúdo. Os alunos foram recepcionados no contraturno, uma vez que a regulamentação vigente não permitia trabalhar outro conteúdo que não fosse o proposto pela Secretaria Estadual de Educação para aquele período, contudo, a realização das etapas se deu na própria escola em uma sala de aula atendendo os protocolos sanitários vigentes.

Este trabalho foi desenvolvido com as turmas do primeiro ano A e do primeiro ano B do ensino médio da escola pública estadual Reverendo Boanerges de Almeida Leitão, localizada no município de Vargem Alegre, Minas Gerais, Brasil. A amostra total do estudo somou 15 estudantes, sendo que 3 destes não conseguiram participar

de uma das etapas de avaliação. Desta forma, foi considerado para a apresentação dos resultados o número amostral de 12 alunos.

As turmas do primeiro ano do ensino médio foram selecionadas devido ao fato do conteúdo a ser abordado compreender ao componente curricular para esta etapa do ensino médio, estando prevista no antigo Conteúdo Básico Comum - **CBC** (MINAS GERAIS, 2007) utilizado e previsto na Base Nacional Comum Curricular - **BNCC** (BRASIL, 2015).

A escola Reverendo Boanerges de Almeida Leitão situa-se na região central de Vargem Alegre, atende estudantes dos anos finais do ensino fundamental e estudantes do ensino médio, sendo a única escola pública da rede estadual de ensino do município. Vargem Alegre tem uma população estimada de 6.470 indivíduos para o ano de 2020 e faz parte dos municípios que integram a região do Vale do Rio Doce e do colar metropolitano do Vale do Aço. O município obteve a sua emancipação em 21 de dezembro de 1995 (IBGE, 2020).

Em Vargem Alegre a taxa de escolarização entre crianças de 6 a 14 anos é de 98,5%, e o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) para os anos iniciais é de 6,0 e para os anos finais do ensino fundamental da rede pública é de 4,4. Em relação à economia, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,631, situando Vargem Alegre na faixa de IDHM médio, entre 0,600 e 0,699.

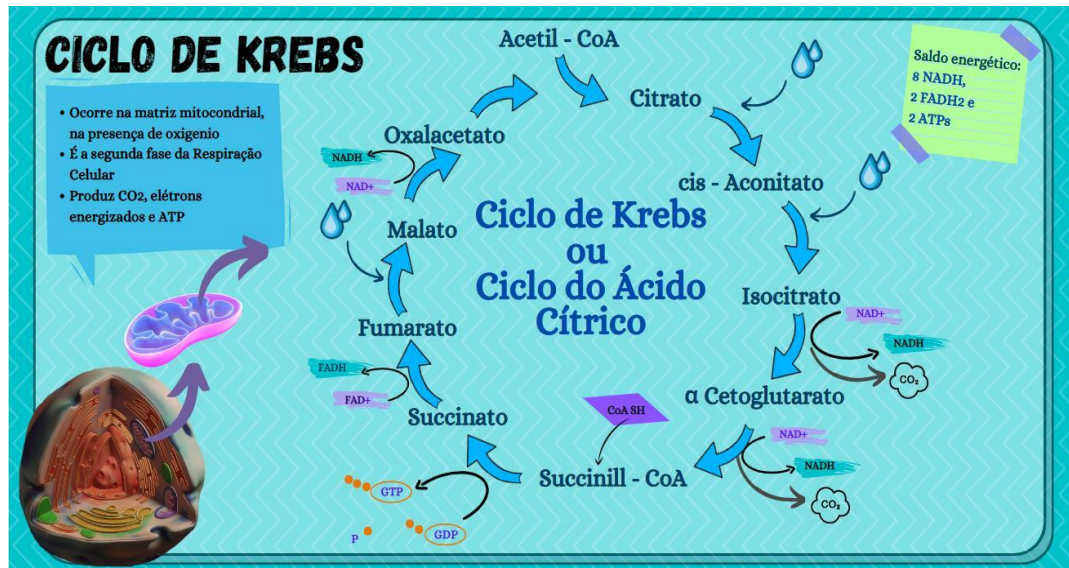
A população de Vargem Alegre não dispõe de áreas de lazer públicas que atendam crianças e jovens, sendo a escola pública Reverendo Boanerges de Almeida Leitão também utilizada para esse fim. A escola torna-se assim, neste contexto, mais que um ambiente de ensino-aprendizagem, um espaço de lazer e interação social da comunidade atendida.

### **3.2 Construção e aplicação do jogo didático**

O jogo didático foi construído pela professora-autora, a partir de materiais simples e de fácil acesso, possibilitando a reprodutibilidade deste por outros profissionais da educação. O jogo utilizou três quebra-cabeças, uma roleta, 24 fichas com perguntas sobre o ciclo de Krebs, 4 cartões contendo as regras do jogo, dados e marcadores coloridos utilizados para distinguir as equipes. O passo a passo da elaboração do jogo foi registrado a fim de construir-se um guia didático direcionado a professores.

Para a construção do quebra-cabeças contendo uma imagem representando as etapas do Ciclo de Krebs, foi elaborado inicialmente um esquema do Ciclo por meio do Canva (Figura 2), um aplicativo de montagem e edição de imagens, em sua versão gratuita.

Figura 2- Esquema do Ciclo de Krebs elaborado no Canva



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Esta por sua vez foi impressa em um papel cartão, e que por questão de estética foi cortado em uma gráfica (Figura 3), no entanto, o mesmo poderia ser recortado com o auxílio de uma tesoura ou estilete em pequenos retângulos, sem causar prejuízos à atividade.

Figura 3 - Quebra cabeças



Fonte: Elaborado pela autora (2021)



Na construção da roleta (Figura 4), foram utilizados materiais diversos. Para o corpo da roleta, discos de papelão recortados utilizando-se um molde circular. Os discos foram colados um sobre o outro gerando um disco único e rígido. Para a base da roleta foi utilizado um pedaço de madeira, e um ventilado, extraído de uma fonte de computador defeituosa foi colado sobre este aroleta feita de papelão. Como os cartões com as perguntas a serem sorteadas durante o jogo ficam dispostos na parte superior da roleta (Figura 4), a roleta foi dividida em 24 partes iguais. Para isso foram colados 12 trapézios de papelão do comprimento do diâmetro da roleta formando as 24 divisórias onde os cartões com perguntas ficaram.

Figura 4 - Roleta



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

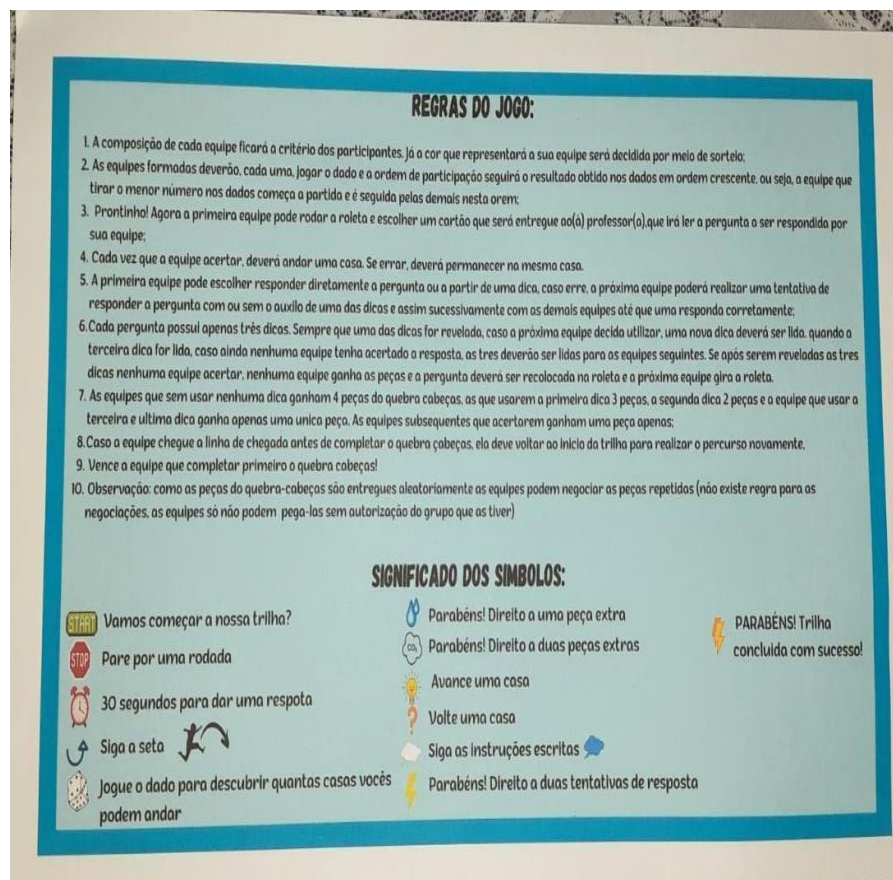
Vinte e quatro fichas contendo perguntas, respostas e dicas sobre o ciclo de Krebs foram impressas em papel e cada uma colocada dentro de um envelope rígido feito a partir de um pedaço retangular de pasta escolar plástica (Figura 5). As regras do jogo também foram impressas em papel (Figura 6). Os dados (Figura 7) utilizados foram confeccionados em papel colorido e cola quente com auxílio de um molde. Já os marcadores foram confeccionados com recortes circulares de papel colorido.

Figura 5 - Envelope rígido feito a partir de um pedaço retangular de pasta escolar plástica



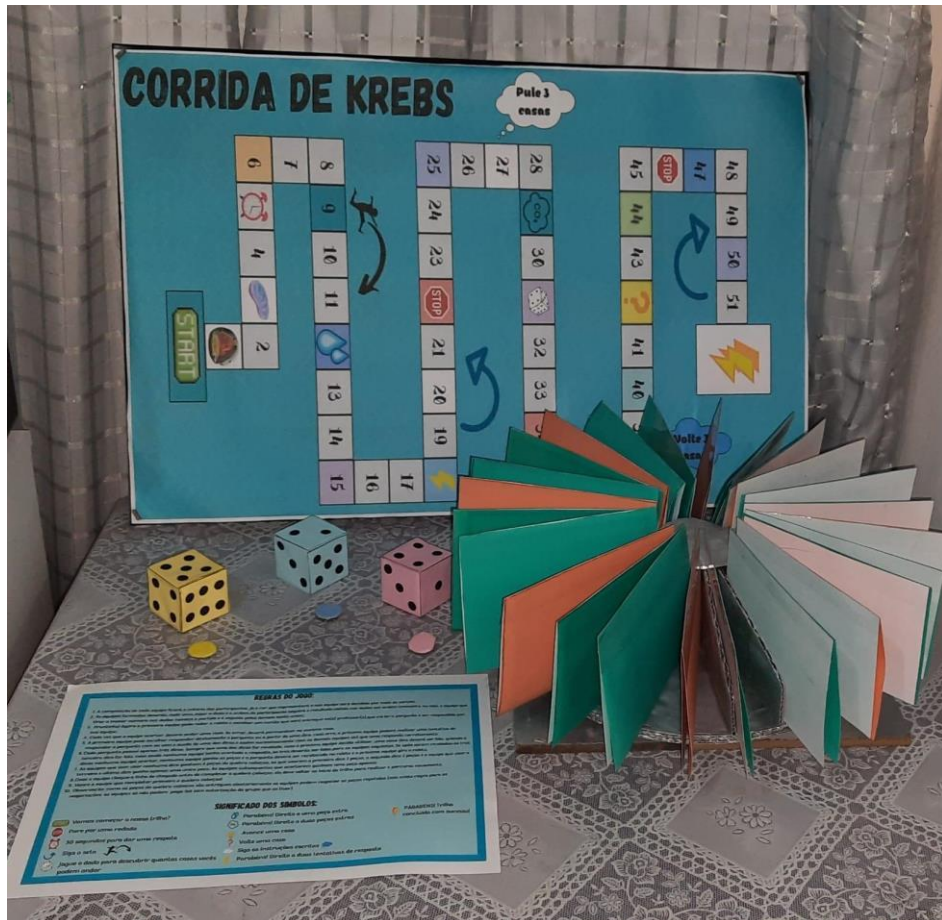
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Figura 6 - Regras do jogo impressas em papel



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Figura 7 - Dados confeccionados em papel colorido e cola quente



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O jogo didático foi aplicado (Figura 8) e avaliado por meio da integração com uma sequência didática baseada na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MPs), proposta por Delizoicov e Angotti (1990).

Figura 8 - Jogo sendo aplicado



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

### **3.3 Avaliação quali-quantitativa do processo de ensino-aprendizagem**

Para a avaliação quantitativa foram elaboradas duas avaliações diagnósticas com o mesmo grau de dificuldade, a avaliação diagnóstica 1 (ANEXO E), que foi aplicada no primeiro momento, após a aula investigativa e em versão online e a avaliação diagnóstica 2 (ANEXO F), aplicada no terceiro momento de forma impressa, após a utilização do jogo. Cada uma destas avaliações contém cinco questões de múltipla escolha distintas, estas apresentam diferentes níveis de dificuldades e envolvem situações-problema sobre o ciclo de Krebs.

Para a avaliação qualitativa, um questionário (Apêndice A) levando em consideração a motivação, experiência por parte dos envolvidos e percepção dos conhecimentos adquiridos foi obtido através da adaptação de Savi et al.(2010) e aplicado ainda no terceiro momento.

Ao término da aplicação da sequência didática e do questionário sobre a apreciação do material e dos métodos utilizados, os resultados foram organizados em tabelas e gráficos. Os participantes foram identificados por números de 01 a 12 e seus nomes serão preservados a fim de preservar a privacidade dos mesmos.

### **3.4 Guia do jogo didático direcionado a professores**

Um guia detalhado (Apêndice B), apresentando as etapas da construção do jogo didático, a forma de aplicação em sala de aula, as regras e as dificuldades observadas na condução prática, foi produzido pela professora-autora da pesquisa. O guia didático tem por objetivo atuar na amplificação da informação e promoção do compartilhamento da experiência adquirida no mestrado profissional com outros professores das redes pública e privada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os conteúdos de Bioquímica, incluindo o processo de respiração celular, apresentam baixa compreensão e assimilação pelos estudantes do ensino médio. A bioquímica estuda as reações químicas que ocorrem nos organismos, correlacionando com a fisiologia dos seres vivos. Dificuldades são relatadas pelos docentes quanto a abordagem da bioquímica molecular. Transformar conteúdos com conceitos “abstratos” em uma concepção mais concreta exige do docente a aplicação de estratégias que estimulem os discentes quanto a percepção do tema, relacionando com as experiências prévias (DA ROCHA, 2020; SCHIMIDT et al., 2014). Desta forma, o estudo teve o objetivo de construir um jogo didático sobre o ciclo de Krebs, e avaliar o processo de aprendizagem no primeiro ano do ensino médio de uma escola pública estadual do município de Vargem Alegre, Minas Gerais, Brasil.

### 4.1. Avaliação qualitativa e quantitativa dos Três Momentos Pedagógicos (3MPs)

O primeiro momento (aula 1) iniciou com levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos por meio de perguntas a respeito do tema, tais como: “Qual a função da mitocôndria?”, “Vocês sabem o que é respiração celular?”, “Será que respiração celular ocorre em processo único?”, “Como a célula produz energia a partir da molécula de glicose?” e “O que vocês imaginam que ocorreria se algum fator impedisse o início do Ciclo de Krebs?”. Deste momento participaram 15 alunos, que inicialmente se mostraram receptivos e curiosos sobre a dinâmica da aula proposta, no entanto, cinco alunos se dispersaram ao longo do encontro. Durante a aula foi questionado aos alunos se eles sabiam qual a função da mitocôndria, ao que os alunos responderam prontamente “síntese de ATP” e “Respiração celular”, contudo ao questionar a respeito da respiração celular, houve muita dúvida e nenhum aluno soube dizer com clareza do que se tratava. Quando questionados a respeito da produção de energia a partir da molécula de glicose, eles lembraram da produção de ATP pela mitocôndria.



Outras indagações surgiram possibilitando um diálogo mais amplo acerca do Ciclo de Krebs, onde os alunos tentaram fomentar alguns questionamentos sobre o que ocorreria em nosso corpo, algum fator impedisse o início do Ciclo de Krebs. Além

de sondar os conhecimentos prévios dos alunos, o objetivo foi instigar o desenvolvimento de indagações e questionamentos, nos quais alguns relataram associar a atuação do Ciclo de Krebs com a perda de peso, embora estes não soubessem explicá-la. Também nesta etapa da proposta, os alunos foram estimulados a ler e debater entre si os assuntos sobre o Ciclo de Krebs abordados nos textos científicos que foram previamente selecionados pela professora-autora e fornecidos aos alunos para a realização de uma posterior pesquisa orientada dos termos científicos abordados na aula.

Na investigação qualitativa, o pesquisador não acompanha um método rígido, podendo apresentar as suas observações, história de vida, testemunho seu ou de terceiros e relatos de entrevistas. A análise qualitativa apresenta as seguintes características: o pesquisador é o principal instrumento da pesquisa; a investigação qualitativa é descritiva, uma vez que os dados coletados não são numéricos, e as observações são analisadas em toda a riqueza de informação; e os pesquisadores qualitativos interessam-se não apenas pelos resultados mas também pelo processo (CHIZZOTTI, 2003). Desta forma, este estudo trouxe observações qualitativas associadas a avaliação quantitativa de resultados obtidos.

No segundo momento (aula 2) com a finalidade de organização do conhecimento e utilização da pesquisa prévia realizada na etapa anterior, a avaliação diagnóstica 1, contendo 5 questões de múltipla escolha envolvendo situações-problema sobre o ciclo de Krebs foi aplicada, por meio de formulário online; nesta atividade os estudantes puderam contar com o auxílio do livro didático, dos textos científicos e do smartphone para a realização da atividade proposta. No entanto, por problemas relacionados ao acesso a rede de internet dentro do ambiente escolar, foi proposto aos alunos que realizassem a primeira avaliação diagnóstica em casa de forma remota, e os mesmos concordaram, sendo que neste processo um dos alunos não realizou a avaliação por problemas relacionado ao preenchimento do google forms. Os resultados relativos ao desempenho dos alunos na atividade diagnóstica 1 estão apresentados na Tabela 1 .

Tabela 1 – Resultados da Avaliação diagnóstica 1.

Questões													Nº de acertos
	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6	Aluno 7	Aluno 8	Aluno 9	Aluno 10	Aluno 11	Aluno 12	
1													1
2													5
3													4
4													4
5													3
Nº de acertos	0	2	4	1	2	2	1	2	1	0	1	1	Média: 3,4
Média de acertos por aluno: 1,416666667													
<b>Legenda</b>  Acertou  Errou													

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

No terceiro momento (aula 3) em sala de aula também no contraturno ocorreu a aplicação do jogo que foi construído previamente pela professora - autora e foi utilizado para que os alunos pudessem testar e aprofundar os conhecimentos adquiridos. Para o início da aplicação do jogo os 12 alunos foram divididos em tres grupos contendo quatro alunos. Uma vez organizados, os grupos receberam um guia contendo as regras do jogo e o significado das imagens contidas na trilha.

Durante a aplicação do jogo, na maior parte do tempo, os alunos se mantiveram entusiasmados e agitados, as equipes mantiveram diálogos constantes a fim de elaborar estratégias que os possibilitasse ganhar o jogo. Um fator que estimulou a interação dos alunos foi a percepção de que algumas peças do quebra-cabeça eventualmente estavam repetidas, o que se deve ao fato de que, as peças de todos os quebra cabeças estavam embaralhadas e eram entregues aleatoriamente. Esta fator lhes deu a possibilidade de fazer uso de uma das regras, a qual estabelece que as equipes poderiam negociar as peças conforme achassem melhor. Isso aparentemente motivou a interação entre os grupos. Outro ocorrido que chamou a

atenção foi o fato de que mesmo alguns integrantes demonstrando menor interesse, seus colegas de equipe se mobilizaram para motivá-los a persistir.

Como constituinte do terceiro momento, de aplicação dos conhecimentos, os estudantes realizaram a atividade diagnóstica 02, contendo 5 questões de múltipla escolha envolvendo situações-problema sobre o ciclo de Krebs. As questões foram diferentes das apresentadas na avaliação diagnóstica 1, no entanto, apresentaram o mesmo nível de dificuldade, o mesmo padrão de construção das questões e as mesmas regras de consulta dos materiais didáticos, científicos e do smartphone. Os resultados relativos ao desempenho dos alunos na atividade diagnóstica 2 estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da Avaliação diagnóstica 2

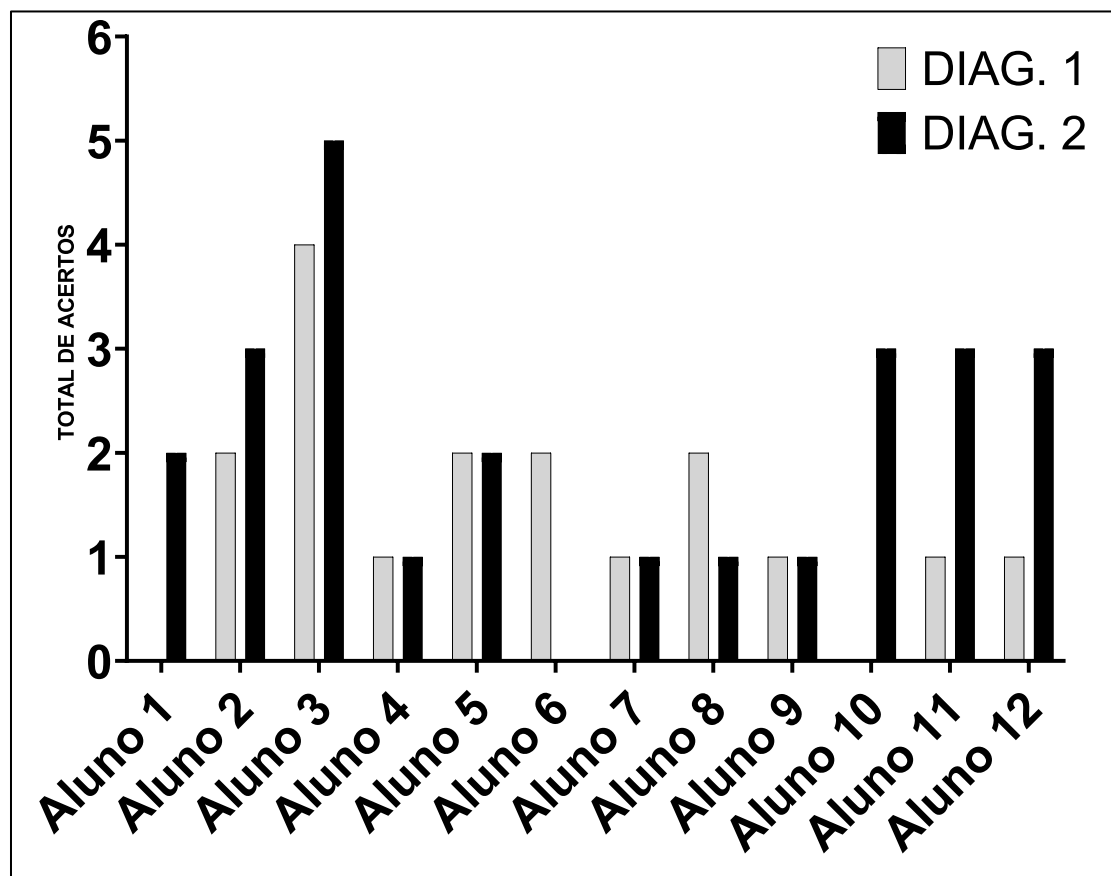
Questões	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Nº de acertos
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Acertou	Acertou	Acertou	Errou	Errou	Errou	Errou	Errou	Errou	Acertou	Acertou	Errou	5
2	Errou	Acertou	Acertou	Errou	Acertou	Errou	Errou	Errou	Errou	Errou	Errou	Acertou	4
3	Errou	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	Errou	Errou	Errou	Errou	Acertou	Acertou	Errou	6
4	Acertou	Errou	Acertou	Errou	Errou	Errou	Errou	Acertou	Errou	Acertou	Acertou	Acertou	6
5	Errou	Errou	Acertou	Errou	Errou	Errou	Acertou	Errou	Acertou	Errou	Errou	Acertou	4
<b>Nº de acertos</b>	2	3	5	1	2	0	1	1	1	3	3	3	<b>Média: 5</b>
Média de acertos por aluno: 2,083333333													
<b>Legenda</b>													
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Acertou         </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Errou         </div>													

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A Gráfico 1 mostra o resultado comparado entre o desempenho dos estudantes (representado pelo total de acertos) na atividade diagnóstica 1 e na atividade diagnóstica 2.



Gráfico 1 – Desempenho dos estudantes do primeiro ano do ensino médio, representado pelo total de acertos na atividade diagnóstica 1 (5 questões) e atividade diagnóstica 2 (5 questões).



DIAG. 1: atividade diagnóstica 1; DIAG. 2: atividade diagnóstica 2. Não houve diferença significativa entre os resultados ( $p < 0,05$ ). ANOVA uma via e pós-teste de Dunnett.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Dos quinze alunos participantes do projeto, 12 realizaram a primeira avaliação diagnóstica. A média de acertos foi de 1,42 acertos por aluno, sendo que dois alunos não acertaram nenhuma questão, seis alunos acertaram apenas uma questão cada, três alunos acertaram duas questões e um aluno acertou 4 questões. A média geral de acertos dos alunos na atividade diagnóstica 2 foi de 2,08 acertos por aluno.

Ao comparar quantitativamente o desempenho dos estudantes nas duas atividades diagnósticas (1 e 2), não foi observado diferença significativa entre os resultados ( $p < 0,05$ ). No entanto, observando-se pontualmente o desempenho dos alunos 1, 10, 11 e 12, uma evolução no total de acertos da atividade diagnóstica 2 pôde ser identificada. O aluno 6, por sua vez, apresentou uma piora no desempenho comparando-se a atividade diagnóstica 2 com a atividade diagnóstica 1.

Ao término da avaliação diagnóstica 2, ainda durante o terceiro momento, os alunos foram convidados a responder um questionário sobre a receptividade do jogo didático. O modelo utilizado na avaliação do jogo didático é o proposto por Savi et al., 2010, que consiste na combinação dos modelos de Kirkpatrick e ARCS de Keller para a avaliação da percepção dos estudantes, e dos princípios da Taxonomia de Bloom para avaliação do impacto na aprendizagem do estudante. O modelo selecionado para a análise qualitativa avaliou se o jogo didático: 1) foi motivador como material de aprendizagem; 2) proporcionou experiências positivas aos estudantes e 3) se gerou uma percepção de conhecimento educacional, ou seja, se os estudantes achavam que estavam aprendendo com o jogo.

Para a avaliação dos três itens apresentados acima (motivação, experiência dos estudantes e conhecimento) a partir da percepção dos estudantes, o questionário adaptado de Savi et al., 2010 foi utilizado neste estudo (Apêndice A). Os resultados relativos à aplicação do questionário estão apresentados na Gráfico 2.

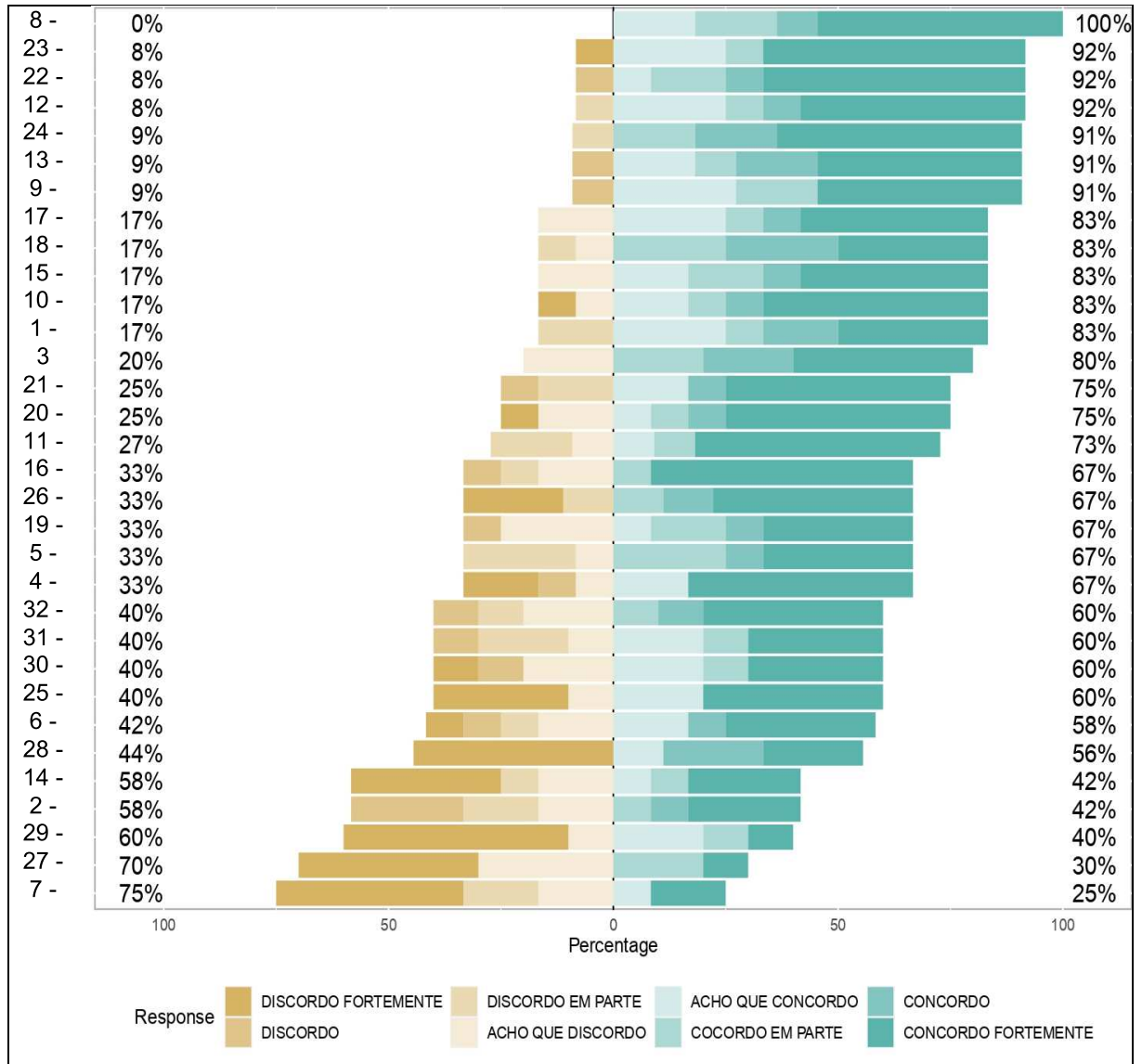
Muitos estudos discutem a aprendizagem por meio de jogos como estratégia de ensino na educação básica (AL-AZAWI; AL-FALITI; AL-BLUSHI, 2016; FOX; LEVITT; NELSON, 2010; JOHNSON; CHRISTIE, 2009). Um volume crescente de evidências científicas tem mostrado que a aprendizagem por meio de jogos pode trazer suporte a diversas áreas de desenvolvimento e aprendizagem, desde a primeira infância até a fase da adolescência. Entretanto, existe também falta de consenso entre pesquisadores da área da educação em relação ao papel e valor dos diferentes tipos de jogos didáticos aplicados em sala de aula (VERENIKINA; KERVIN, 2011).

A combinação de jogos didáticos com as aulas e demais metodologias tradicionais tem a capacidade de melhorar a motivação dos alunos em relação ao aprender. Os jogos didáticos trabalham com as habilidades de raciocínio rápido, resolução de problemas, sociabilidade e comportamento diante de elementos de competição. O aluno jogador tem a oportunidade de aprender a lidar com um resultado desconhecido, com construção de um contexto de problema e com o trabalho colaborativo de equipe (EBNER; HOLZINGER, 2007).

Na experiência da construção e avaliação do jogo didático sobre o ciclo de Krebs apresentada neste estudo foi observado um maior engajamento e interesse dos alunos em relação ao conteúdo programático, no entanto as análises quantitativas não conseguiram mensurar esta percepção. Os jogos didáticos visam colocar o estudante no centro do processo de ensino-aprendizagem, estimulando seus saberes

e competências, e com isso o entusiasmo dos alunos observado pela percepção qualitativa da professora-autora é um fator a se considerar na implantação desta estratégia de ensino.

Gráfico 2 - Resultados da aplicação do questionário.



<p>8 _ Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento...</p> <p>23 _ Senti que estava colaborando com outras colegas.</p> <p>22 _ Senti que estava tendo progresso em conhecimento...</p> <p>12 _ Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.</p> <p>24 _ A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem.</p> <p>13 _ Me esforcei para ter bons resultados no jogo.</p> <p>9 _ Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram inesperadas.</p> <p>17 _ O jogo me manteve motivado a continuar.</p> <p>18 _ O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado.</p> <p>15 _ Me senti estimulado a aprender com o jogo.</p> <p>10 _ Os textos dos exercícios, ou os comentários do jogo...</p> <p>1 _ Houve algo interessante...</p> <p>3 _ O conteúdo do jogo é relevante para meus interesses.</p> <p>21 _ Me senti competente.</p> <p>20 _ Eu alcancei rapidamente os objetivos do jogo</p> <p>11 _ Eu me senti bem ao completar o jogo</p>	<p>16 _ Eu gostei do jogo e não me senti ansioso ou entediado.</p> <p>26 _ Eu jogaria este jogo novamente.</p> <p>19 _ Este jogo é adequadamente desafiador para mim...</p> <p>5 _ O jogo tinha tanta informação que foi difícil...</p> <p>4 _ O jogo foi mais difícil de entender do que eu imaginava.</p> <p>32 _ Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor...</p> <p>31 _ Depois do jogo consigo compreender melhor...</p> <p>30 _ Depois do jogo consigo lembrar de mais informações...</p> <p>25 _ Quando interrompido, fiquei desapontado que...</p> <p>6 _ As atividades do jogo foram muito difíceis.</p> <p>28 _ Fiquei torcendo para o jogo acabar logo.</p> <p>14 _ Houve momentos em que eu queria desistir do jogo.</p> <p>2 _ Ficou claro para mim como o conteúdo do jogo...</p> <p>29 _ Achei o jogo parado.</p> <p>27 _ Algumas coisas do jogo me irritaram.</p> <p>7 _ Eu não consegui entender uma boa parte do jogo.</p>
---	--

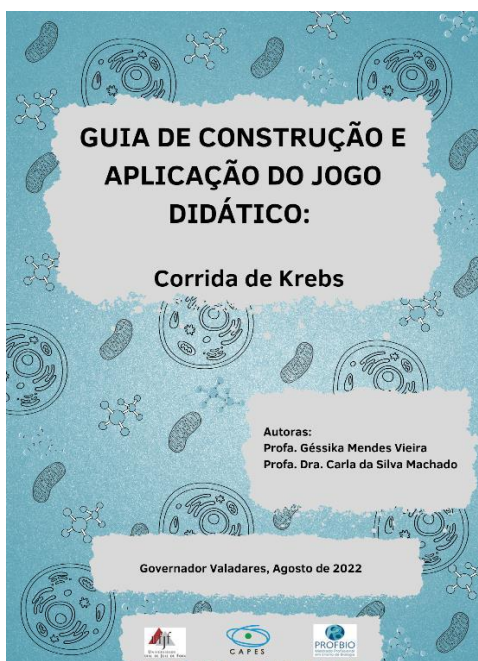
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

## 4.2. Elaboração do Guia Didático

Uma das etapas previstas no desenvolvimento da pesquisa foi a construção do guia didático direcionado a professores de Ciências e Biologia. O guia didático apresenta-se subdividido nos itens materiais, etapas de construção, aplicação, regras e experiência adquirida.

A Figura 9 a seguir mostra a capa do guia didático produzido pela professora-autora e a versão completa pode ser observada no Apêndice B.

Figura 9 – Imagem da capa do guia didático



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Guias didáticos são estratégias interessantes do ponto de vista do compartilhamento da informação sistematizada com outros profissionais de ensino, possibilitando a ampliação do conhecimento adquirido nas etapas de desenvolvimento do estudo (MAGNANI, 2014).

## 5 CONCLUSÃO

Após a construção do jogo didático associado à metodologia dos Três Momentos Pedagógicos e avaliação das etapas do processo aprendizagem no primeiro ano do ensino médio de uma escola pública estadual do município de Vargem Alegre, Minas Gerais, Brasil, é possível concluir que:

- Um guia didático direcionado aos professores de Ciências e Biologia, contendo as etapas do jogo didático, foi produzido como produto desta pesquisa;
- O jogo didático apresentou-se como uma ferramenta promissora nas análises qualitativas de observação e aplicação do questionário, favorecendo o protagonismo dos alunos e estimulando o processo de ensino-aprendizagem;
- O desempenho dos alunos no conteúdo do Ciclo de Krebs antes e após a aplicação do jogo didático, comparado quantitativamente por meio da aplicação das duas atividades diagnósticas, não se mostrou significativo.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, J. B.; FERREIRA, D. T.; FREITAS, NM da S. Os Três Momentos Pedagógicos como possibilidade para inovação didática. **XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, p. 1-9, 2017.
- ALBUQUERQUE, Manuela Alves Cavalcanti et al. Bioquímica como sinônimo de ensino, pesquisa e extensão: um relato de experiência. **Revista brasileira de educação médica**, v. 36, p. 137-142, 2012.
- AMORIM, A.C.R. O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de biologia, o professor como escritor das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 1, p. 47-65, 2001.
- BARBOSA, E. F.; DE MOURA, DG. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.
- BORDENAVE, J.D.; PEREIRA, A.M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 16. ed. Petrópolis (RJ): Vozes; 1995.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category\\_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192) >. Acesso em: 20 out. 2020.
- BRASIL. Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: nº 9394/96**. Brasília: 1996.
- CARVALHO, Hernandes F.; RECCO-PIMENTEL, Shirley Maria. **A Célula**. 3.ed. Barueri: Manole, 2013.
- CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A utilização de Recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, Ponta Grossa, 2009. *Anais do I SINECT*. Disponível em: <[http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/8%20Ensinodecienciasnasseriesiniciais/Ensinodecienciasnasseriesinicias\\_Artigo2.pdf](http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/8%20Ensinodecienciasnasseriesiniciais/Ensinodecienciasnasseriesinicias_Artigo2.pdf) >. Acesso em: 14 out. 2020.
- CHIZZOTTI, Antonio. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista portuguesa de educação**, v. 16, n. 2, p. 221-236, 2003.
- CUNHA, N. Brinquedo, desafio e descoberta. Rio de Janeiro: FAE, 1988.
- DE LA FUENTE, Ana María et al. Estructura atômica: análisis y estudio de las ideas de los estudiantes (8º de EGB). **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 123-134, 2003.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A e PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

EBNER, M.; HOLZINGER, A. Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. **Computers & education**, v. 49, n. 3, p. 873-890, 2007.

FARIAS, P. A.M; MARTIN, A.L.A.R.; CRISTO, C.S. Aprendizagem ativa na educação em saúde: percurso histórico e aplicações. **Revista brasileira de educação médica**, v. 39, n. 1, p. 143-150, 2015.

FOX, S.E.; LEVITT, P.; NELSON, C.A. How the Timing and Quality of Early Experiences Influence the Development of Brain Architecture. *Child Development*, v. 81, n. 1, p. 28-40, 2010.

FREITAS, A. L. P. Bioquímica: do cotidiano para as salas de aula – Entrevista. *CBME Informação*, 2006, São Carlos-SP. Disponível em: [http://cbme.usp.br/files/edicao\\_pdf/edicao11.pdf](http://cbme.usp.br/files/edicao_pdf/edicao11.pdf). Acesso em: 14 out. 2020.

FUJITA, J.A.L.M. *et al.* Uso da metodologia da problematização com o Arco de Magueres no ensino sobre brinquedo terapêutico. **Rev Port Educação**, v.29, n.1, p.229-258, 2016.

GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. A Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. In: EREBIO, Rio de Janeiro, p.389-92, 2001.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; **Vargem Alegre**.

JOHNSON, J.; CHRISTIE, J. Play and digital media. *Computers in the schools: Interdisciplinary Journal of Practice, Theory, and Applied Research*, v.26, n.4, p.284-289, 2009.

JUNIOR, W.E. F. Bioquímica no Ensino Médio?! (De) Limitações a partir da análise de alguns livros didáticos de Química. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 2, 2007.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 1996.

MACEDO, K.D.S. *et al.* Metodologias ativas de aprendizagem: caminhos possíveis para inovação no ensino em saúde, **Esc Anna Nery**, v.22, n.3, p. 1-9, 2018.

MAGNANI, Cláudia Regina Soares. **QuimiLIG@: contribuições de um guia didático para o ensino de interações atômicas e moleculares na educação básica**. 2014. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Cuiabá, 2014.

MESQUITA, Kelly Marinho Vieira; CARDOSO, Josiane Barbosa; VIGARIO, Ana Flávia. O uso de jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de biologia. In: **II Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores**. 2019.

MESSAGE, C.P. *et al.* Peer instruction: metodologia ativa de ensino e aprendizagem e suas ferramentas de interatividade gratuitas. *Colloquium Humanarum*, v. 14, n.



Especial, p. 644- 650, 2017. Disponível em: <https://goo.gl/1fbtvJ>. Acesso em: 06 out. 2020.

MINAS GERAIS. **Conteúdo Básico Comum (CBC) Biologia**. Belo Horizonte, MG: Secretária de Secretária de Estado da Educação, 2007.

MOREIRA, E.; ARAGÃO, R. Ensino remoto: exclusão e precarização, **Revista Movimento**, *online*, 2020. Disponível em: <<https://movimentorevista.com.br/2020/07/ensino-remoto-exclusao-e-precarizacao/>>. Acesso em: 28 out. 2020.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Concepções sobre problematização na educação em ciências. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 2447-2451, 2013.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger-6**. Artmed Editora, 2014.

PERSON, Vanessa Aina; DA ROCHA, João Batista Teixeira. Inter-relação entre metodologias didáticas, motivos e aprendizagem em Bioquímica. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 2, p. 101-118, 2020.

RANDI, M.A.F. **Criação, aplicação e avaliação de aulas com jogos cooperativos do tipo RPG para o ensino de biologia celular**. 2011. 131p. Tese (doutorado) Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/317555/1/Randi\\_MarcoAntonioFeireira\\_D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/317555/1/Randi_MarcoAntonioFeireira_D.pdf)>. Acesso em: 04 ago 2020.

REEVE, J. Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they can become more autonomy supportive. **Educational Psychologist**, Hillsdale, v. 44, n. 3, p. 159–175, 2009.

**Revista REAMEC**, v.1, n. 3, p. 88-98, 2015.

SAVI, R. *et al.* Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 01-12, 2010.

SCHIMIDT, D.B. *et al.* Mapas Conceituais no Ensino de Bioquímica, uma Integração entre os Conceitos Científicos, **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 12, n. 2, p. 7-23, 2014.

SEGURA, E.; KALHIL, J.B. Metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências, 2013.

SILVA, A.C.R. *et al.* Importância da aplicação de atividades lúdicas no ensino de Ciências para crianças, **Revista Brasileira de Ensino de C&T**, v.8, n.3, p.84-103, 2015.

SILVA, T. C.; AMARAL, C.L.C. Jogos e avaliação no processo ensino-aprendizagem: uma relação possível, **REnCiMa**, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2011.

TAFNER, Elisabeth Penzlien. A Contextualização do ensino como fio condutor do processo de aprendizagem. **Revista da Pós**, v. 1, n. 3, 2003.

VERENIKINA I, KERVIN L. iPads, digital play and preschoolers. **He Kupu**, v. 2, n. 5, p.4-19, 2011.

VIEIRA, R.D.; KELLY, G.J.; DO NASCIMENTO, S.S. An activity theory-based analytic framework for the study of discourse in science classrooms. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 13-46, 2012.

ZUANON, A.C.A. DINIZ, R.E.S.; NASCIMENTO, L.H. Construção de jogos didáticos para o ensino de Biologia: um recurso para integração dos alunos à prática docente, **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia**, v.3, n.3, p.49-59, 2010.

## APÊNDICES

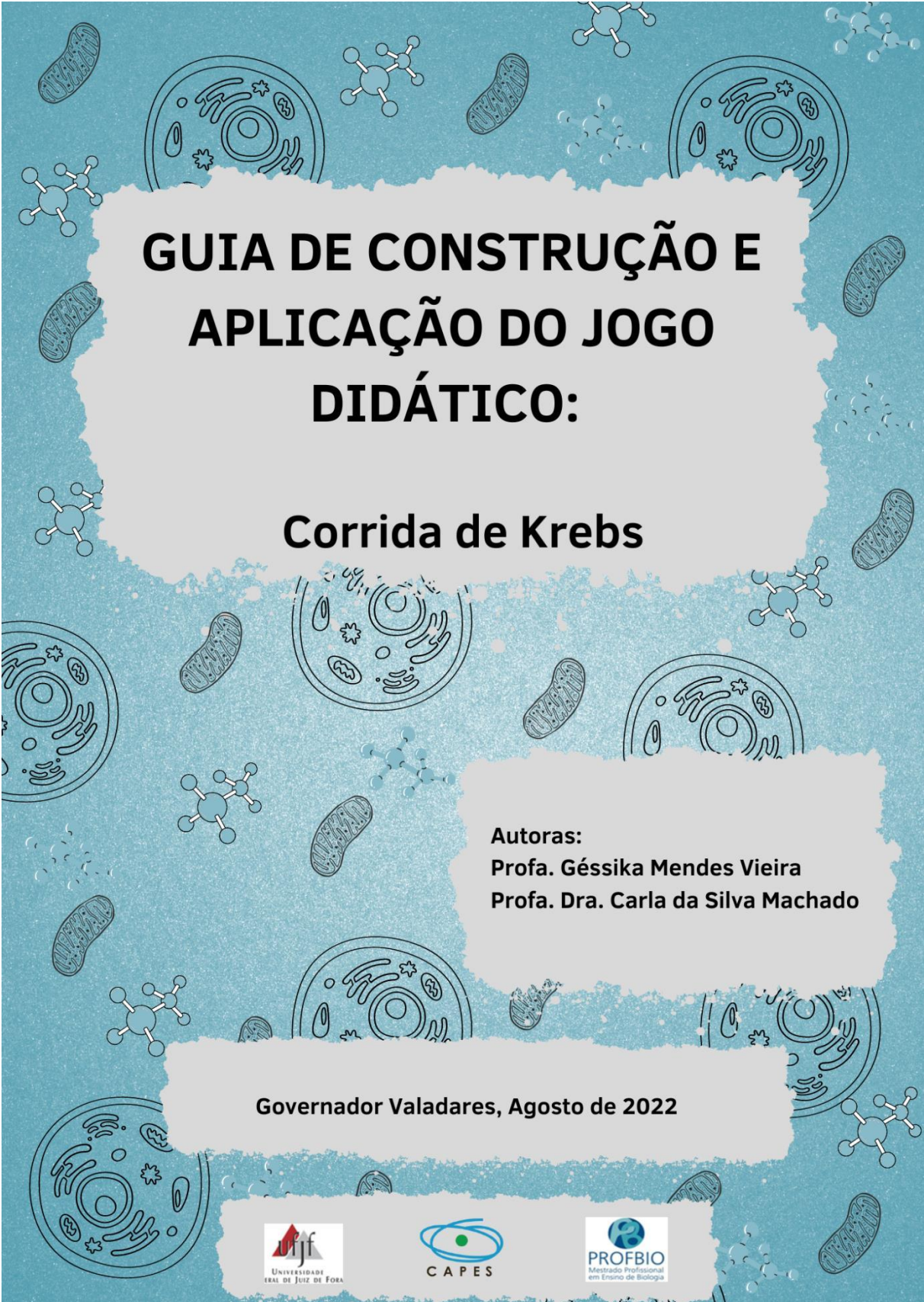
### APÊNDICE A - Questionário para avaliação sobre a percepção do jogo didático (adaptado de Savi et al., 2010).

<b>MOTIVAÇÃO</b>								
<b>Atenção</b>	<b>Escala (0 a 7)*</b>							
- Houve algo interessante ao longo do jogo que capturou minha atenção.	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Relevância</b>	<b>Escala (0 a 7)*</b>							
- Ficou claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com coisas que eu já sabia.	0	1	2	3	4	5	6	7
- O conteúdo do jogo é relevante para meus interesses.	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Confiança</b>	<b>Escala (0 a 7)*</b>							
- O jogo foi mais difícil de entender do que eu imaginava.	0	1	2	3	4	5	6	7
- O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.	0	1	2	3	4	5	6	7
- As atividades do jogo foram muito difíceis.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Eu não consegui entender uma boa parte do jogo.	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Satisfação</b>	<b>Escala (0 a 7)*</b>							
- Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram inesperadas.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Os textos dos exercícios, ou os comentários do jogo me ajudaram a sentir recompensado pelo meu esforço.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Eu me senti bem ao completar o jogo	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO</b>								
<b>Imersão</b>	<b>Escala (0 a 7)*</b>							
- Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Me esforcei para ter bons resultados no jogo.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Houve momentos em que eu queria desistir do jogo.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Me senti estimulado a aprender com o jogo.	0	1	2	3	4	5	6	7

<b>Desafio</b>	<b>Escala (0 a 7)*</b>							
- Eu gostei do jogo e não me senti ansioso ou entediado.	0	1	2	3	4	5	6	7
- O jogo me manteve motivado a continuar.	0	1	2	3	4	5	6	7
- O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Habilidade / Competência</b>	<b>Escala (0 a 7)*</b>							
- Eu alcancei rapidamente os objetivos do jogo.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Me senti competente.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Senti que estava tendo progresso em conhecimento durante o desenvolvimento do jogo.	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Interação Social</b>	<b>Escala (0 a 7)*</b>							
- Senti que estava colaborando com outros colegas.	0	1	2	3	4	5	6	7
- A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem.	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Divertimento</b>	<b>Escala (0 a 7)*</b>							
- Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Eu jogaria este jogo novamente.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Algumas coisas do jogo me irritaram.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Fiquei torcendo para o jogo acabar logo.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Achei o jogo parado.	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>CONHECIMENTO</b>								
- Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema ciclo de Krebs.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Depois do jogo consigo compreender melhor os conceitos-chaves do ciclo de Krebs.	0	1	2	3	4	5	6	7
- Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os conhecimentos relativos ao ciclo de Krebs.	0	1	2	3	4	5	6	7
*Escala Likert de 0 a 7 pontos: 0 = discordo fortemente; 7 = concordo fortemente.								

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

## APÊNDICE B – Guia didático



# GUIA DE CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO:

## Corrida de Krebs

**Autoras:**

**Profa. Géssika Mendes Vieira**

**Profa. Dra. Carla da Silva Machado**

**Governador Valadares, Agosto de 2022**

## **GUIA DE CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO**

### **DIRECIONADO A PROFESSORES**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

## SUMÁRIO

<b>1. Materiais .....</b>	<b>01</b>
<b>2. Etapas da construção do jogo (Construção passo a passo) .....</b>	<b>03</b>
2.1 Construção do quebra-cabeças .....	03
2.2 Construção da trilha .....	05
2.3 Construção dos cartões de regras .....	06
2.4 Construção dos dados .....	06
2.5 Construção dos marcadores .....	08
2.6 Construção da roleta com os cartões de perguntas .....	08
<b>3. Aplicação .....</b>	<b>17</b>
<b>4. Regras .....</b>	<b>18</b>
<b>5. Experiência adquirida .....</b>	<b>19</b>

## 1. Materiais

**Para confecção do jogo é necessário:**

### 1.1 QUEBRA-CABEÇAS

1ª opção

- Imagens do ciclo de Krebs impressa em papel de alta gramatura
- Régua
- Caneta ou lápis
- Tesoura ou estilete

2ª opção

- Imagens do ciclo de Krebs impressa em papel comum
- Cola branca
- Régua
- Caneta ou lápis
- Tesoura ou estilete

3ª opção

Ou se preferir, solicite em uma gráfica uma impressão em molde para quebra cabeças

### 1.2 TRILHA

1ª opção

- Imagem da trilha
- Cartolina
- Papéis coloridos e/ou impressos
- Cola branca e tesoura

2ª opção

- Imagem da trilha
- Impressão no tamanho de uma cartolina aproximadamente

### 1.3 CARTÕES DE REGRAS

- Papel com alta gramatura



- Impressora comum
- Texto explicativo com as regras do jogo

#### 1.4 DADOS

- Molde de um dado (pode ser obtido facilmente por meio de uma rápida pesquisa na internet)
- Papeis de cores diversas ou realizar a impressão com cores distintas
- Tesoura
- Pistola e bastão de cola quente
- Impressora comum

#### 1.5 MARCADORES

- Papel colorido na mesma tonalidade dos dados
- Bases rígidas circulares (podem ser tampinhas)
- Pistola e bastão de cola quente ou fita adesiva transparente

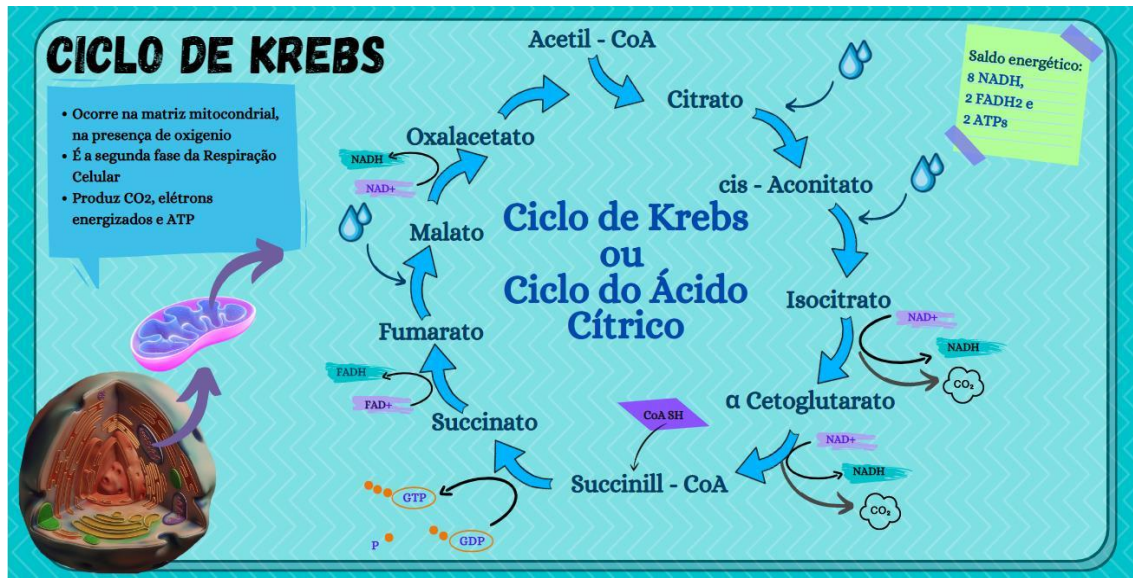
#### 1.6 ROLETA COM AS FIXAS DE PERGUNTAS

- Papelão
- Ventilador de cooler de computador
- Pistola e bastão de cola quente
- Moldes (em anexo)
- Cola branca
- Um pote com água
- Pincel
- Pastas velhas
- Papel de alta gramatura
- Impressora comum
- Tinta spray
- Régua
- Tesoura ou estilete
- Fita adesiva

## **2. Etapas da construção do jogo (Construção passo a passo)**

### 2.1 Construção do quebra-cabeças

**1º passo:** Para a construção do quebra-cabeças foi elaborado uma imagem do Ciclo de Krebs utilizando a versão gratuita de um aplicativo de montagem e edição de imagens, chamado o Canva, cujo acesso está disponível em [www.canva.com](http://www.canva.com).



**2º passo:**

1ª opção

- Imprima a imagem em papel de alta gramatura,

2ª opção

- Imprima a imagem em papel comum e cole-o

3ª opção

- Imprima a imagem em uma gráfica em molde para quebra-cabeças



**3º passo:** Observe que a terceira opção se encerra no 2º passo, as opções 1 e 2 continuam no terceiro passo.

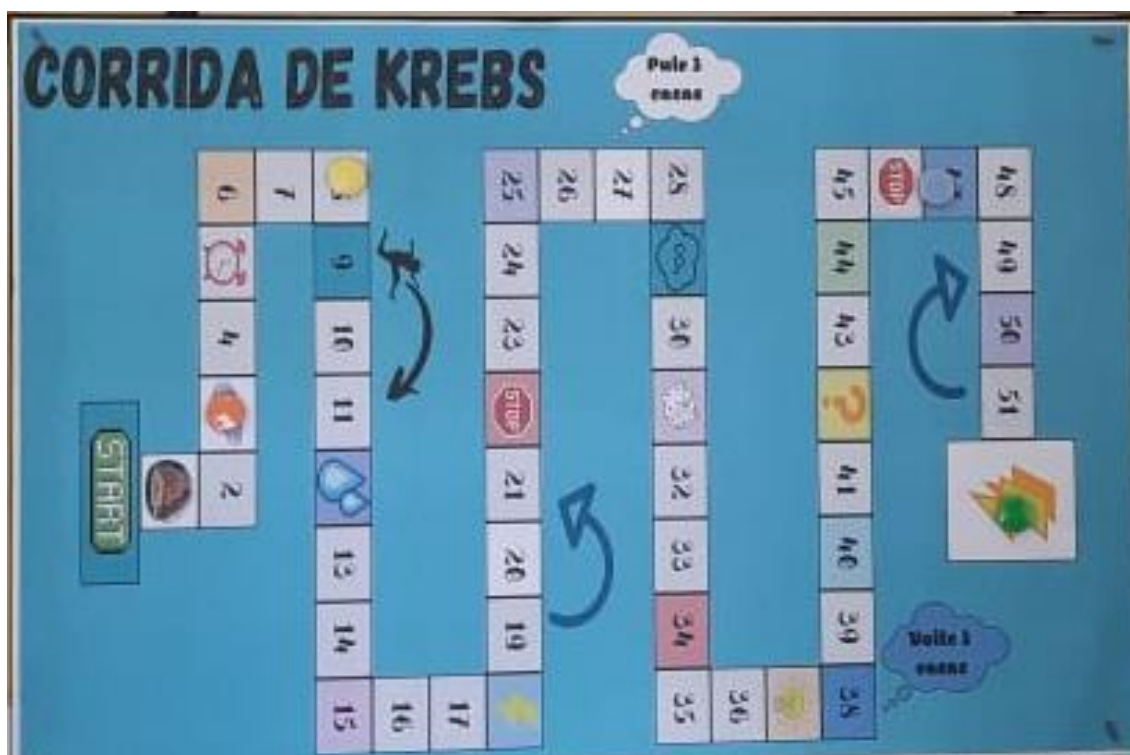
1ª opção e 2ª opção

- Utilizando uma régua, um lápis ou uma caneta, divida a imagem em pequenos retângulos de tamanhos iguais, e em seguida recorte-os



## 2.2 Construção da trilha

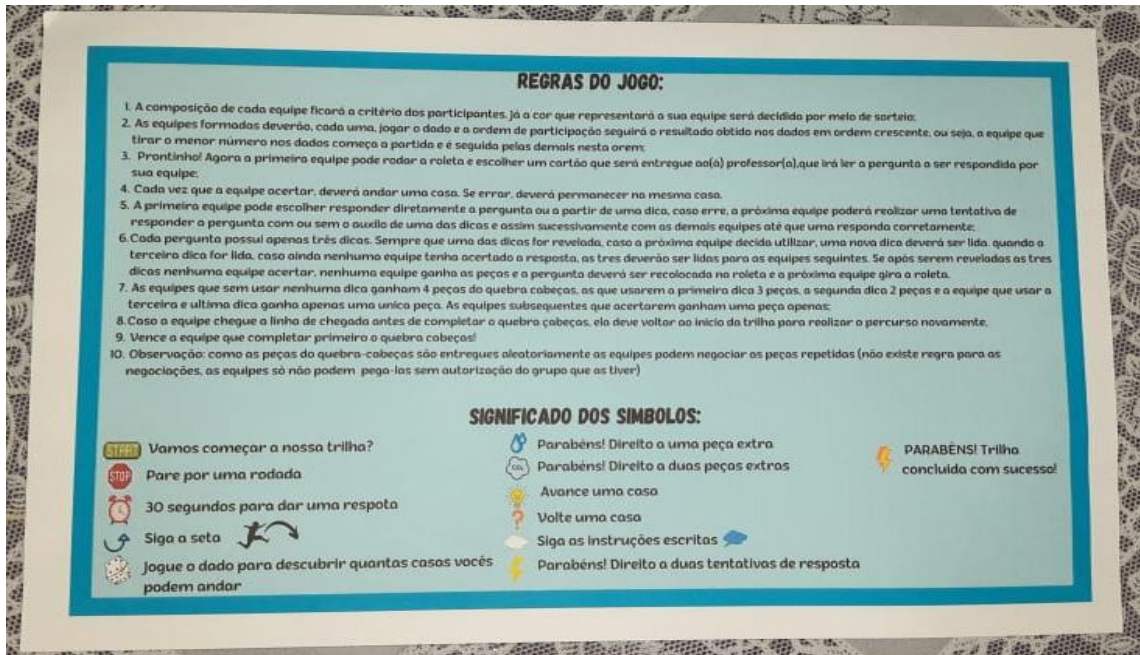
Para construir a trilha também é possível utilizar o aplicativo de montagem e edição de imagens, chamado Canva, nele você deve criar uma trilha contendo, alguns avanços e obstáculos para aumentar a dinâmica do jogo, recomenda-se utilizar símbolos e imagens para deixar a trilha com aspecto mais atrativo.



## 2.3 Construção dos cartões contendo as regras do jogo

**1º passo:** Para a construção dos cartões contendo as regras do jogo também foi utilizado a versão gratuita de um aplicativo de montagem e edição de imagens, chamado Canva, nele foram escritas as regras do jogo e o significado dos símbolos que foram utilizados na trilha.

**2º passo:** Após montar a imagem dos cartões contendo as regras do jogo imprima-os em papel de sua preferência.



## 2.4 Construção dos dados

### 1º passo:

#### 1ª opção

- Imprima moldes em papel colorido

#### 2ª opção

- Imprima moldes coloridos (para isso será necessário fazer a impressão em cores)

#### 3ª opção

- Imprima moldes em papel comum e pinte-os posteriormente

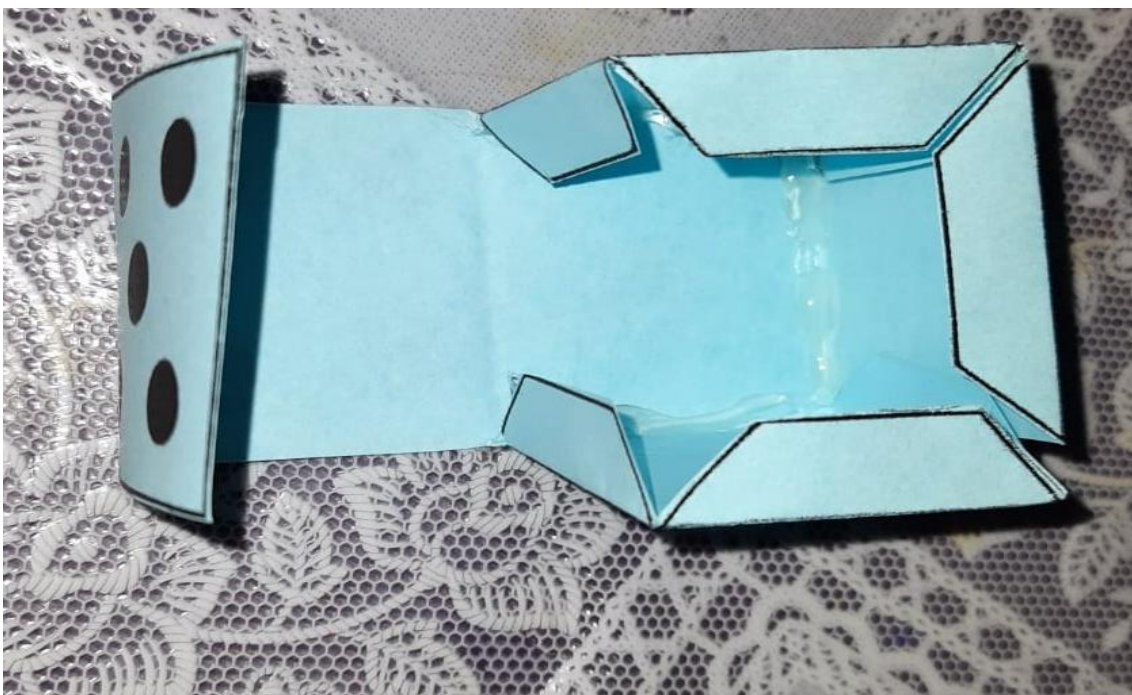
Exemplo:



**2º passo:** Após imprimir os moldes, recorte e dobre-os conforme as marcações para facilitar o próximo passo.

**3º passo:** Após recortar e dobrar os moldes aqueça a cola quente e aplique-a com cuidado realizando a união entre as partes, depois reforce por dentro as laterais que forem possíveis do dado para mantê-lo mais firme.

Exemplo:



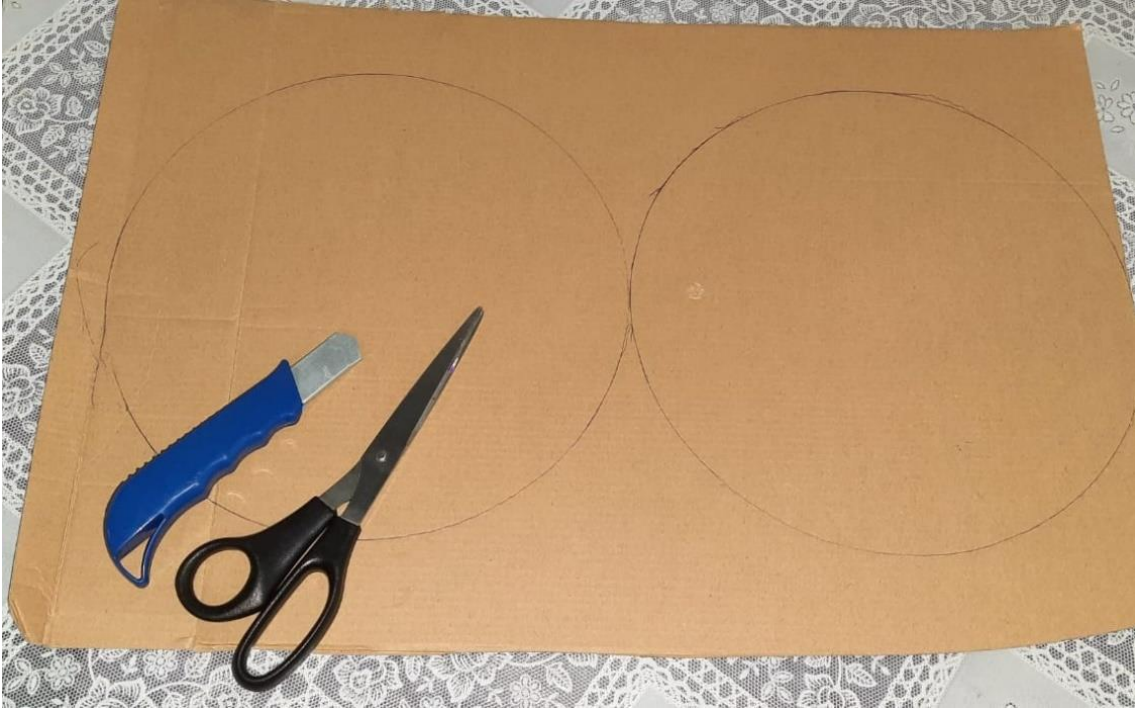
## 2.5 Construção dos marcadores

Para a construção dos marcadores pedaços de papel colorido, nas mesmas tonalidades podem ser utilizados para cobrir tampinhas ou outro material rígido utilizando cola quente ou fita adesiva transparente.



## 2.6 Construção da roleta

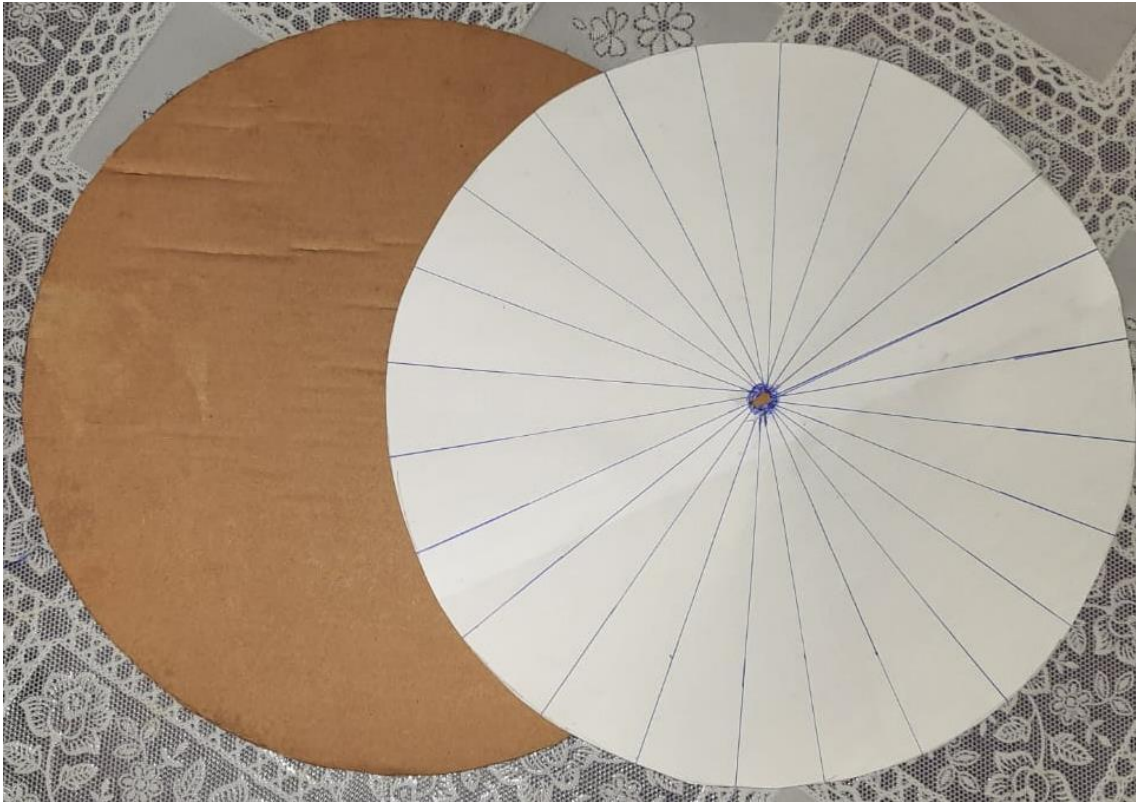
**1º passo:** Utilizando um molde circular, marque o papelão, em seguida recorte-o em círculos, com uma tesoura ou um estilete (Observação: o número de círculos, poderá variar, conforme a espessura do papelão, pois a base circular deve ficar bem firme).



**2º passo:** Utilizado uma mistura de água e cola branca, cole os discos de papelão, sobrepondo as camadas. Em seguida divida o molde em 24 partes e cole-o sobre a base circular e espere-os secar, para que fiquem bem firmes (Observação: será necessário utilizar algum tipo de peso sobre os discos de papelão colados, para que eles não desnivelem).







**3º passo:** Utilizando uma régua risque uma base com comprimento do diâmetro da roleta, a partir desta base trace um trapézio e em seguida recorte-o. Uma vez o trapézio feito, utilize-o como molde para completar 12 trapézios de papelão, que serão utilizados para formar as 24 divisórias onde os cartões com perguntas ficarão.

Em seguida marque o meio de um dos trapézios e a partir dele recorte meio centímetro em cada lado na parte superior deste trapézio, aprofundando o recorte até 1,5 centímetros da base. Os demais trapézios devem ser recortados ao meio a partir da base (parte inferior) até o eixo central para posteriormente, encaixá-los dentro da fenda de um centímetro criada no primeiro trapézio recortado.

Insira no trapézio com a fenda maior (na parte superior) os trapézios com a fenda na parte inferior, encaixando-os como nas imagens abaixo.





**4º passo:** Centralize os trapézios com o centro dos discos, abrindo-os sobre as marcações realizadas dividindo o disco em 24 partes e cole-os com cola branca, para um melhor acabamento, ou se preferir use cola quente.

Caso utilize cola branca, é aconselhável usar prendedores de roupas para manter a posição dos trapézios enquanto a cola seca. Indica-se também cobrir toda extensão da estrutura com uma mistura de água com cola branca.



**5º passo:** Após secar, a parte superior da roleta, a fim de um melhor acabamento um disco de papel deve ser colado na parte superior.

Na parte inferior da roleta o ventilador de um cooler deve ser colado no eixo central e este colado em uma base (no exemplo foi utilizado um pedaço de MDF)



**6º passo:** Após a conclusão da confecção da roleta, ela foi pintada com tinta spray.

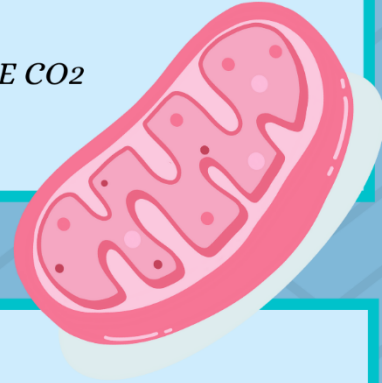


**7º passo:** Para confecção dos cartões de perguntas, foram utilizadas pastas escolares velhas para cobrir a parte escrita dos cartões.

Foram confeccionados os cartões contendo as perguntas e respostas também foi utilizando o aplicativo de montagem e edição de imagens, Canva. Os cartões foram impressos em papel de alta gramatura e recortados.

**PERGUNTA:** O QUE ACONTECE COM O CARBONO E COM O OXIGÊNIO DA MOLÉCULA DE GLICOSE AO LONGO DO CICLO DE KREBS?

**RESPOSTA:** SÃO LIBERADOS SOB A FORMA DE CO<sub>2</sub>



**DICAS:**

- 1 - ESSA MOLÉCULA É PRODUZIDA 4 VEZES DURANTE A OXIDAÇÃO DE UMA MOLÉCULA DE GLICOSE DENTRO DO CICLO DE KREBS.
- 2 - É UTILIZADO PELAS PLANTAS NO PROCESSO DE FOTOSSÍNTESE
- 3 - É LIBERADO PARA O MEIO AMBIENTE DURANTE A RESPIRAÇÃO

**PERGUNTA:** QUAL É A SIGLA DA MOLÉCULA TRANSPORTADORA DE ELÉTRONS MENOS ENERGÉTICA DO CICLO DE KREBS?

**RESPOSTA:** FADH<sub>2</sub>



**DICAS:**

- 1 - POSSUI SALDO ENERGÉTICO 2 AO FINAL DO CICLO DE KREBS
- 2 - PRODUZ 2 MOLÉCULAS DE ATP
- 3 - É CONHECIDA COMO FLAVINA-ADENINA DINUCLEÓTIDO E DINUCLEÓTIDO DE FLAVINA-ADENINA

**PERGUNTA:** QUAL A BASE NITROGENADA ESTÁ PRESENTE NA FORMAÇÃO DO ATP NA SEGUNDA FASE DA CADEIA RESPIRATÓRIA?

**RESPOSTA:** GUANINA

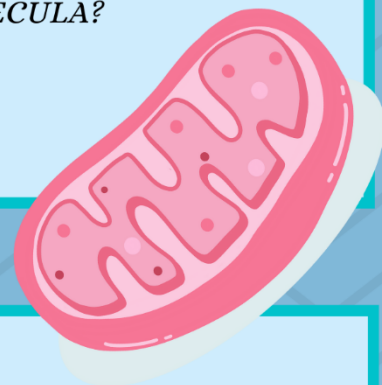


**DICAS:**

- 1 - É UM DERIVADO DA PURINA
- 2 - É ENCONTRADA NO DNA E NO RNA
- 3 - SE LIGA À CITOSINA

**PERGUNTA:** A OXIDAÇÃO DA GLICOSE TEM POR OBJETIVO GERAR ENERGIA POR MEIO DA EXTRAÇÃO DE QUAL COMPONENTE DA MOLÉCULA DE SUA MOLÉCULA?

**RESPOSTA:** HIDROGÊNIO



**DICAS:**

- 1 - ESTÁ PRESENTE NA MOLÉCULA DE ÁGUA
- 2 - O AUMENTO DE SUA CONCENTRAÇÃO DESTE ÍON TORNA O MEIO MAIS ÁCIDO
- 3 - UMA DAS EXCEÇÕES DA TABELA PERIÓDICA SEGUNDO À TEORIA DO OCTETO



**PERGUNTA:** QUAL É O NOME DO PROCESSO RESPONSÁVEL PELA LIBERAÇÃO DA MAIOR PARTE DA ENERGIA PRESENTE NA GLICOSE?

**RESPOSTA:** CICLO DE KREBS, TRICARBOXÍLICO OU DO ÁCIDO CÍTRICO



**DICAS:**

- 1 - PROCESSO AERÓBIO
- 2 - INICIA-SE COM DUAS MOLÉCULAS DE ACETIL - COA
- 3 - OCORRE NA MATRIZ MITOCONDRIAL

**PERGUNTA:** QUAL É O NOME DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA ACETIL - COA, QUE ANTECEDE O CICLO DE KREBS?

**RESPOSTA:** OXIDAÇÃO DO PIRUVATO



**DICAS:**

- 1 - OCORRE NA MATRIZ MITOCONDRIAL
- 2 - INICIA-SE COM A DESCARBOXILAÇÃO DO PIRUVATO
- 3 - NOME DADO À PERDA DE ELÉTRONS

**PERGUNTA:** QUAL É O NOME DADO A ETAPA DA RESPIRAÇÃO CELULAR ANTERIOR AO CICLO DE KREBS?

**RESPOSTA:** GLICÓLISE



**DICAS:**

- 1 - ACONTECE FORA DA MITOCÔNDRIA
- 2 - QUEBRA DE 6 CARBONOS EM DUAS MOLÉCULAS COM 3 CARBONOS
- 3 - DEGRADAÇÃO DA GLICOSE

**PERGUNTA:** AO LONGO DO CICLO DENTRE AS LIGAÇÕES QUÍMICAS OCORRE A FORMAÇÃO DE UMA CARBONILA, SENDO ASSIM QUAL É O OBJETIVO DA FORMAÇÃO DESSA DUPLA LIGAÇÃO ENTRE CARBONO E OXIGÊNIO DENTRO DAS MOLÉCULAS FORMADAS?

**RESPOSTA:** ELA FAVORECE A SAÍDA DE ALGUMAS MOLÉCULAS PRÓXIMAS A ELA



**DICAS:**

- 1 - ANTÔNIMO DE DESFAVORECER
- 2 - TEM HAVER COM A LIBERAÇÃO DE CO<sub>2</sub>
- 3 - RELACIONA-SE COM A SAÍDA DE COA

**PERGUNTA:** QUAL O É NOME DO INTERMEDIÁRIO DA TRANSFORMAÇÃO DE CITRATO PARA ISOCITRATO?

**RESPOSTA:** ACONITATO



**DICAS:**

- 1 - FORMADA PELA PERDA DE ÁGUA DA MOLÉCULA DE CITRATO
- 2 - CONFIGURA-SE EM ISOCITRATO POR MEIO DA INCORPORAÇÃO DE UMA MOLÉCULA DE ÁGUA ONDE A POSIÇÃO DE SEUS COMPONENTES É MODIFICADA EM RELAÇÃO AO CITRATO
- 3 - PARTICIPA DO PROCESSO À ENZIMA ACONITASE

**PERGUNTA:** QUAL É O NOME DADO A MOLÉCULA DE 6 CARBONOS FORMADA NA PRIMEIRA ETAPA DO CICLO DE KREBS?

**RESPOSTA:** CITRATO



**DICAS:**

- 1 - SUA FORMAÇÃO É POSSIBILITADA PELA SAÍDA DA COA
- 2 - UNIÃO ENTRE ACETIL - COA E OXALOACETATO
- 3 - DÁ ORIGEM A UM DOS NOMES DADOS AO CICLO DE KREBS

**PERGUNTA:** QUAL A ORIGEM DO NOME CICLO DO ÁCIDO TRICARBOXÍLICO?

**RESPOSTA:** A DENOMINAÇÃO CICLO DO ÁCIDO CÍTRICO OU DO ÁCIDO TRICARBOXÍLICO OCORRE POIS O CICLO INICIA-SE COM A FORMAÇÃO DE ÁCIDO CÍTRICO OU CITRATO, O QUAL SE CARACTERIZA POR APRESENTAR TRÊS GRUPOS CARBOXÍLICOS ÁCIDOS.



**DICAS:**

- 1 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MOLÉCULA
- 2 - REFERE-SE AO NÚMERO DE CARBONOS PRESENTES
- 3 - MOLÉCULA PRODUZIDA NA VIA GLICOLÍTICA QUE É IMPOSSIBILITADA DE ENTRAR NO CICLO DE KREBS ANTES DE SOFRER OXIDAÇÃO

**PERGUNTA:** ONDE OCORRE O CICLO DO ÁCIDO TRICARBOXÍLICO?

**RESPOSTA:** NA MATRIZ MITOCONDRIAL



**DICAS:**

- 1 - OCORRE EM MEIO AERÓBIO
- 2 - MEMBRANA INTERNA
- 3 - CORRESPONDE A UM FLUIDO PRESENTE NO INTERIOR DAS MITOCÔNDRIAS

**PERGUNTA:** QUAL É PROCESSO CONDICIONANTE PARA A REALIZAÇÃO DO CICLO DE KREBS?

**RESPOSTA:** PROCESSO AERÓBIO



**DICAS:**

- 1 - ALGUMAS BACTÉRIAS SÃO
- 2 - TIPO DE RESPIRAÇÃO
- 3 - PRESENÇA DE OXIGÊNIO

**PERGUNTA:** QUANTOS CO<sub>2</sub> SÃO LIBERADOS NO CICLO DE KREBS?

**RESPOSTA:** 2 CO<sub>2</sub>



**DICAS:**

- 1 - OCORRE ANTES DA PRODUÇÃO DA MOLÉCULA DE GTP
- 2 - OCORRE EM DUAS ETAPAS
- 3 - NÚMERO PAR

**PERGUNTA:** DURANTE A TRANSFORMAÇÃO DE CITRATO PARA ACONITATO E DESTE PARA ISOCITRATO, HÁ A PERDA DE UMA MOLÉCULA DE ÁGUA, COM POSTERIOR GANHO DESTA, POSSIBILITANDO QUE OH MUDE DE POSIÇÃO NA ESTRUTURA DA MOLÉCULA. QUAL A FINALIDADE DESTA MUDANÇA?

**RESPOSTA:** FACILITAR À LIBERAÇÃO DE 2H PARA O NAD<sup>+</sup> FORMANDO O NADH + H<sup>+</sup>



**DICAS:**

- 1 - POSSIBILITA À FORMAÇÃO DE UMA DUPLA LIGAÇÃO ENTRE CARBONO E OXIGÊNIO (CARBONILA)
- 2 - FORMAÇÃO DE UMA MOLÉCULA COM MAIOR SALDO ENERGÉTICO
- 3 - FORMAÇÃO DE PRECURSOR DE ATP PELA CADEIA RESPIRATÓRIA

**PERGUNTA:** QUAL É O PRINCIPAL OBJETIVO DO CICLO DE KREBS?

**RESPOSTA:** PRODUZIR AS MOLÉCULAS DE NADH E FADH<sub>2</sub>



**DICAS:**

- 1 - DUAS MOLÉCULAS
- 2 - MOLÉCULAS QUE CONSTITUEM O ATP NA PRÓXIMA ETAPA DA CADEIA RESPIRATÓRIA
- 3 - A MAIS ENERGÉTICA FORMA O SALDO DE 3 ATPS NA CADEIA RESPIRATÓRIA OU CADEIA TRANSPORTADORA DE ELÉTRONS

**PERGUNTA:** QUAL A MOLÉCULA QUE ENTRA NO CICLO DE KREBS DURANTE A FORMAÇÃO DO MALATO A PARTIR DO FUMARATO?

**RESPOSTA:**  $H_2O$



**DICAS:**

- 1 - COM SUA ADIÇÃO, O FUMARATO CONVERTE-SE EM MALATO
- 2 - É CONSIDERADO O SOLVENTE UNIVERSAL
- 3 - REFERE-SE AO PREFIXO HIDRO

**PERGUNTA:** QUAL É A MOLÉCULA ENERGÉTICA FORMADA PELA LIBERAÇÃO DE 2 HIDROGÊNIO DO SUCCINATO DURANTE A FORMAÇÃO DO FUMARATO?

**RESPOSTA:**  $FADH_2$



**DICAS:**

- 1 - A OXIDAÇÃO DE UMA MOLÉCULA DE GLICOSE AO LONGO DO CICLO DE KREBS PRODUZIRÁ O SALDO ENERGÉTICO DE 2 DESTAS MOLÉCULAS ENERGÉTICAS
- 2 - AO LONGO DA CADEIA TRANSPORTADORA DE ELÉTRONS ESTA MOLÉCULA SERÁ RESPONSÁVEL PELA RECONSTITUIÇÃO DE 2 ATPS
- 3 - FORMADA PELA UNIÃO DE DOIS HIDROGÊNIO À UM FAD.

**PERGUNTA:** QUAL A MOLÉCULA ENERGÉTICA É FORMADA DURANTE A PRODUÇÃO DO SUCCINATO A PARTIR DO SUCCINIL - COA?

**RESPOSTA:** ATP



**DICAS:**

- 1 - É A PRINCIPAL FONTE DE ENERGIA DAS CÉLULAS
- 2 - AO LIBERAR UM FOSFATO PARA A FORMAÇÃO DESTA MOLÉCULA, ELE VOLTA A CONFORMAÇÃO DE GDP
- 3 - É FORMADO PELA CONCESSÃO DE UM FOSFATO DA GTP.

**PERGUNTA:** QUAL É A MOLÉCULA CARREADORA DO ACETIL - COA?

**RESPOSTA:** OXALOACETATO



**DICAS:**

- 1 - POSSIBILITA A ENTRADA DA MOLÉCULA DE 2 CARBONOS DENTRO DO CICLO.
- 2 - SUA UNIÃO COM A ACETIL - COA FORMA A MOLÉCULA DE CITRATO.
- 3 - ESTÁ PRESENTE NO INÍCIO NA FORMAÇÃO DO CITRATO E É RESTAURADO AO FINAL DO CICLO DE KREBS



**PERGUNTA:** QUAL É O ÚNICO PRODUTO QUE CONTÉM 5 CARBONOS NO CICLO?

**RESPOSTA:** ALFA CETOGLUTARATO



**DICAS:**

- 1 - É FORMADO PELA RETIRADA DE DOIS HIDROGÊNIOS DO ISOCITRATO.
- 2 - ANTECEDE A PRODUÇÃO DO PRIMEIRO NADH DO CICLO.
- 3 - PASSA POR UM PROCESSO SEMELHANTE AO DO PIRUVATO AO FORMAR À ACETIL - COA, NO ENTANTO ESTE FORMA A SUCCINIL - COA, PRODUZINDO ASSIM OUTRO NADH.

**PERGUNTA:** DEVIDO AO FATO DO CITRATO SOFRER OXIDAÇÃO, REDUÇÃO E TRANSFORMAÇÃO, ESTE CICLO TAMBÉM PODE SER CHAMADO DE?

**RESPOSTA:** CICLO DO ÁCIDO CÍTRICO



**DICAS:**

- 1 - DUAS PALAVRAS
- 2 - TEM SABOR AZEDO
- 3 - ALIMENTO ÁCIDO

**PERGUNTA:** QUAL É A SIGLA DA MOLÉCULA ENERGÉTICA PRODUZIDA EM MAIOR NÚMERO DURANTE O CICLO DE KREBS?

**RESPOSTA:** NADH



**DICAS:**

- 1 - CADA UMA DESTAS MOLÉCULAS PRODUZ 3 MOLÉCULAS DE ATP DURANTE A FOSFORILAÇÃO OXIDATIVA
- 2 - É CONHECIDA COMO DINUCLEÓTIDO DE NICOTINAMIDA E ADENINA E NICOTINAMIDA ADENINA DINUCLEOTÍDEO OU AINDA DIFOSFOPIRIDINA NUCLEOTÍDEO
- 3 - É OBTIDA PELA REDUÇÃO DO NAD<sup>+</sup> COM DOIS ELÉTRONS E ACEITAÇÃO DE UM PRÓTON

**PERGUNTA:** QUAL A FUNÇÃO DO CICLO DE KREBS?

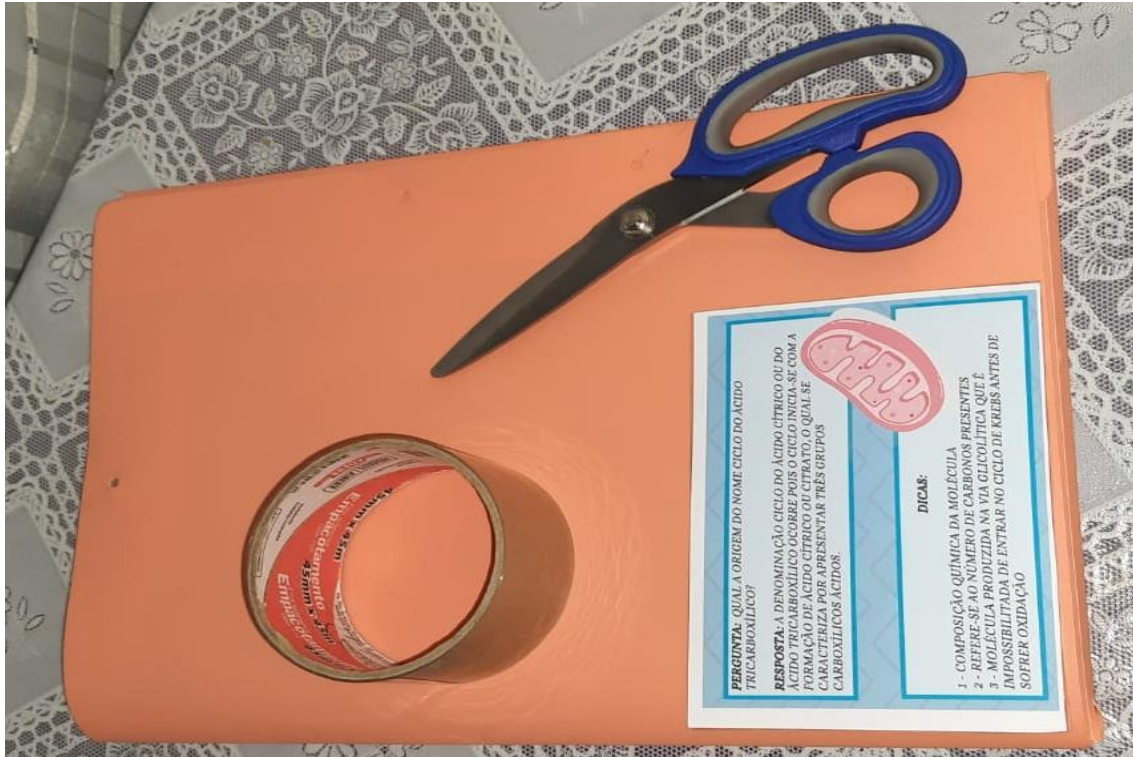
**RESPOSTA:** OBTENÇÃO DE ENERGIA



**DICAS:**

- 1 - ANTÔNIMO DE FRAQUEZA
- 2 - SINÔNIMO DE POTÊNCIA
- 3 - POSSIBILITA O MOVIMENTO

Posteriormente, as pastas escolares foram recortadas no mesmo tamanho que os cartões e em seguida estes foram unidos com o auxílio de uma fita adesiva transparente.



**8º passo:** Após a conclusão da confecção dos cartões, basta posicioná-los na roleta.



### 3. Aplicação

A aplicação do jogo, se dá de forma bem simples, como mais detalhado na sessão regras, os alunos devem se dividir em equipes e estas devem se organizar e traçar as suas estratégias, para que possam buscar acertar um maior número de questões.

Inicialmente, por meio de sorteio, as equipes devem receber um marcador colorido e um dado na mesma cor, para dar início as rodadas um integrante de cada equipe participará do primeiro lançamento de dados, que ocorrerá de forma simultânea, onde a equipe que obtiver o maior número, terá o direito de iniciar a rodada, as demais ordens seguiram o mesmo princípio, porém, havendo repetição dos números, um novo lançamento simultâneo deve ser realizado, com a finalidade realizar o desempate de forma mais justa.

Na primeira rodada, a equipe a iniciar o jogo, deve rolar a roleta e sortear uma pergunta, que será entregue ao professor (a) que irá mediar esse processo lendo as perguntas, e se necearia as dicas. Se a equipe acertar a resposta sem nenhuma dica, ela receberá 4 peças dos quebra cabeças, se optar em receber uma dica, acertando a resposta receberão 3 peças dos quebra cabeças, para as duas situações descritas, se a equipe errar a resposta, passará a oportunidade para a próxima equipe a entrar na rodada. Esta por sua vez pode optar em responder usando ou não uma dica, lembrando que para cada dica lida o número de peças recebidas vão diminuindo uma a uma.

Os marcadores devem estar no ponto de início da trilha, para avançá-la será necessário realizar um novo lançamento de dado pela equipe quando, responder de forma correta uma pergunta, lembrando que, a trilha tem como objetivo, coordenar e dinamizar o jogo, pois algumas vantagens e desvantagens estão distribuídas na trilha e isso pode influenciar, como por

exemplo, se a equipe continua a rodada ou não, se vão ter um tempo reduzido para responder, ou se vão ter mais uma chance de resposta, etc.

Caso a equipe chegue ao final da trilha sem completar a trilha, esta iniciará novamente o percurso. A equipe vencedora, será aquela que completar primeiro o quebra-cabeças independente de completarem a trilha ou não, porém como os quebra cabeças vão estar embaralhados pode ser que as equipes recebam peças iguais, negociarem com as outras equipes, nesse caso só há uma regra, as equipes não podem pegar ou trocar uma peça sem o consentimento da outra equipe, no mais, as negociações, podem ser realizadas de variadas formas, conforme a estratégia das equipes.

#### 4. Regras

Para jogar, é necessário conhecer algumas regras que estão no cartão de regras, estas são:

- A composição de cada equipe ficará a critério dos participantes. Já a cor que representará a sua equipe será decidida por meio de sorteio;
- As equipes formadas deverão, cada uma, jogar o dado e a ordem de participação seguirá o resultado obtido nos dados em ordem crescente, ou seja, a equipe que tirar o menor número nos dados começa a partida e é seguida pelas demais nesta ordem;
- Pronto! Agora a primeira equipe pode rodar a roleta e escolher um cartão que será entregue ao (a) professor (a), que irá ler a pergunta a ser respondida por sua equipe;
- Cada vez que a equipe acertar, deverá andar uma casa. Se errar, deverá permanecer na mesma casa.
- A primeira equipe pode escolher responder diretamente a pergunta ou a partir de uma dica, caso erre, a próxima equipe poderá realizar uma tentativa de responder a pergunta com ou sem o auxílio de uma das dicas e assim sucessivamente com as demais equipes até que uma responda corretamente;
- Cada pergunta possui apenas três dicas. Sempre que uma das dicas for revelada, caso a próxima equipe decida utilizar, uma nova dica deverá ser lida. Quando a terceira dica for lida, caso ainda nenhuma equipe tenha acertado a resposta, as três deverão ser lidas para as equipes seguintes. Se após serem reveladas as três dicas nenhuma equipe acertar, nenhuma equipe ganha as peças e a pergunta deverá ser recolocada na roleta e a próxima equipe gira a roleta.
- As equipes que sem usar nenhuma dica ganham 4 peças do quebra-cabeças, as que usarem a primeira dica 3 peças, a segunda dica 2 peças e a equipe que usar a terceira e última dica ganha apenas uma única peça. As equipes subsequentes que acertarem ganham uma peça apenas;

- Caso a equipe chegue a linha de chegada antes de completar o quebra-cabeças, ela deve voltar ao início da trilha para realizar o percurso novamente, pois o objetivo da trilha é dinamizar o processo, por isso alguns avanços e empecilhos estão dispostos ao longo da trilha
- Vence a equipe que completar primeiro o quebra-cabeças!
- Observação: como as peças do quebra-cabeças são entregues aleatoriamente as equipes podem negociar as peças repetidas (não existe regra para as negociações, as equipes só não podem pega-las sem autorização do grupo que as tiver)

Observação: as demais informações necessárias referem-se ao modelo de trilha presente nos anexos, por isso, estão presentes apenas no cartão de regras.

## 5. Experiência adquirida

Sabemos que em uma sala de aula, vamos nos deparar com múltiplas personalidades, perspectivas e inteligências, pensando nisso, o jogo didático da corrida de Krebs, teve como intuito buscar explorar ao máximo todas as habilidades possíveis dos alunos, desde a sua elaboração até a sua aplicação foram consideradas possibilidades de adaptações e melhorias para o mesmo.

Desde a sua elaboração, o foco foi dinamizar o ensino do Ciclo de Krebs, que além de ser um conteúdo extenso e muito complexo, muitas vezes acaba não sendo bem explorado no ensino médio, pela precariedade de alguns recursos didáticos que possibilitem apresentá-lo com mais clareza aos alunos.

Ao elaborar o jogo, as principais dificuldades, foram encontrar meios que viabilizassem a sua construção, uma vez que um dos objetivos sempre foi possibilitar que mais discentes tenham acesso ao jogo, para que possam utilizá-lo em sala de aula, e até mesmo, adaptá-lo a outros conteúdos. Outra dificuldade foi organizar as ideias quanto as etapas do jogo para que ele realmente fosse mais dinâmico e menos confuso. No entanto ao decorrer do estágio de montagem as ideias foram surgindo e aos poucos o jogo foi tomando forma, até chegar ao que foi apresentado anteriormente neste guia.

A aplicação do jogo se deu para um pequeno grupo inicialmente de 15 alunos, cursantes do 1 ano do ensino médio de uma escola pública estadual do município de Vargem Alegre, Minas Gerais, Brasil. No entanto ao decorrer das etapas três destes tiveram empecilhos de continuar dentro da pesquisa.

Uma vez que ainda estávamos em período de pandemia algumas regras e exigências sanitárias foram seguidas, sendo assim, a aplicação do jogo se deu no contra turno dos estudantes,

o que impossibilitou obter-se um número maior de participantes, outras normas seguidas foi o fornecimento de máscaras descartáveis e álcool em gel.

Durante a aplicação, os alunos mostravam-se entusiasmados, na maior parte do tempo, porém, em alguns momentos alguns alunos mostravam-se preocupados com a sua desenvoltura dentro do trabalho em equipe, e em relação ao resultado esperado, observando esse fato, um ponto marcante deste momento foi a forma que os demais integrantes do grupo buscavam manter sua equipe unida, motivando os colegas que estavam prestes a desistir, de persistirem no jogo.

Foram também observadas as estratégias que as equipes traçaram, como, a forma que se organizaram para chegar a resposta, algumas equipes trabalhavam em conjunto, outras se dividiam e revezavam as tarefas, alguns debatiam as possibilidades de resposta, outras arriscaram-se em citar a primeira possibilidade de resposta que lhes parecesse viável, alguns pediram dicas, outros não acharam vantajoso devido a redução no número de peças que receberiam se acertassem.

Uma das melhorias propostas ao modelo utilizado é adicionar a trilha mais obstáculos, pois acredito que tornaria o jogo mais interessante.

Uma das adaptações ao modelo utilizado que pode ser vantajosa é utilizá-lo para outros conteúdos, para isso deve-se apenas confeccionar outras perguntas conforme o tema escolhido.

Em resumo, a aplicação do trabalho se deu forma satisfatória, pois a interação entre os alunos possibilitou-me observar o desenvolvimento de algumas habilidades, como trabalho em equipe e gerenciamento do mesmo, traçar estratégias para alcançar as metas e a habilidade de negociação com os outros grupos, além de aumentar o interesse na assimilação do conteúdo por parte dos discentes.

## ANEXOS

### Anexo A – Parecer do Comitê de Ética



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Proposta de ensino para o ciclo de Krebs: construção de jogo didático

**Pesquisador:** Carla da Silva Machado

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 45443521.1.0000.5147

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.955.275

##### Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

"O ensino de Biologia é dinâmico e investigativo. Desta forma, aulas expositivas baseadas na transmissão do conhecimento não se mostram muito atrativas. Os conteúdos relativos à temática da Bioquímica, de alta complexidade, são de difícil assimilação quando aplicadas as metodologias tradicionais de ensino. A utilização de jogos didáticos como estratégia ativa tem o potencial de proporcionar ao estudante uma aprendizagem significativa. O presente trabalho tem o objetivo de construir um jogo didático sobre o ciclo de Krebs, e avaliar o processo de aprendizagem no primeiro ano do ensino médio de uma escola pública estadual do município de Vargem Alegre, Minas Gerais, Brasil. O jogo didático será construído pela professora-autora, a partir de materiais simples e de fácil acesso. O estudo será conduzido em três etapas, baseando-se na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3 MP). A primeira etapa consiste na problematização inicial do tema, com utilização de roda de conversa para exposição do ciclo de Krebs em situações reais e do dia a dia. A segunda etapa, que envolve a organização do conhecimento, consistirá na realização da atividade diagnóstica 1, e a terceira etapa, de aplicação dos conhecimentos, será desenvolvida com a utilização do jogo didático previamente construído e a realização da atividade diagnóstica 2. Após o desenvolvimento dos 3 MP, um questionário sobre a aprendizagem por meio de jogos será aplicado aos estudantes e um guia direcionado aos professores produzido pela

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N  
**Bairro:** SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br





Continuação do Parecer: 4.955.275

professora-autora. Os jogos didáticos visam colocar o estudante no centro do processo de ensino-aprendizagem, estimulando seus saberes e competências. Palavras-chave: ciclo de Krebs, ensino de biologia, jogo didático, metodologias ativas".

**Objetivo da Pesquisa:**

"Objetivo Primário: Construir um jogo didático sobre o ciclo de Krebs e avaliar o processo de aprendizagem no primeiro ano do ensino médio de uma escola pública estadual do município de Vargem Alegre, Minas Gerais, Brasil."

"Objetivo Secundário: • Elaborar, desenvolver e descrever as etapas do jogo didático em guia direcionado a professores;•Aplicar o jogo didático aos estudantes do primeiro ano do ensino médio;• Analisar qualitativamente os efeitos do jogo didático no processo de ensino-aprendizagem;• Comparar quantitativamente o desempenho dos alunos no conteúdo antes e após a aplicação do jogo didático."

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

"informações coletadas, uma vez que os participantes da pesquisa consistem majoritariamente por adolescentes vulneráveis ao contexto familiar e escolar. As pesquisadoras trabalharão para a minimização dos riscos, realizando a leitura dos Termos de Assentimento e Consentimento Livre e Esclarecido para os alunos e responsáveis, dialogando sobre o caráter voluntário da pesquisa, destacando que não haverá perda ou compensação acadêmica aos alunos que optarem pela não participação na pesquisa, e aumentando a segurança e sigilo dos dados coletados. Os benefícios do presente estudo são indiretos para as turmas investigadas e diretos para as futuras turmas de Biologia do ensino médio, uma vez que a proposta de pesquisa busca aumentar a compreensão do Ciclo de Krebs e a investigação da aplicação de metodologias ativas em educação na temática bioquímica."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N  
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900  
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.955.275

letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPes. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: março de 2022.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N  
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 38.036-900  
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 4.955.275

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1701587.pdf	03/09/2021 14:35:40		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.docx	03/09/2021 14:33:24	Carla da Silva Machado	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_4862555.pdf	19/08/2021 14:38:26	Carla da Silva Machado	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_4795570.pdf	19/08/2021 14:38:12	Carla da Silva Machado	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.doc	18/08/2021 16:54:58	Carla da Silva Machado	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	18/08/2021 16:54:40	Carla da Silva Machado	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	18/08/2021 16:53:55	Carla da Silva Machado	Aceito
Outros	Cuidados.jpg	14/07/2021 16:07:51	Carla da Silva Machado	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Infraestrutura.jpg	14/07/2021 16:06:30	Carla da Silva Machado	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto.pdf	29/03/2021 13:58:09	Carla da Silva Machado	Aceito
Outros	Questionario.pdf	19/02/2021 10:53:00	Carla da Silva Machado	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

JUIZ DE FORA, 06 de Setembro de 2021

Assinado por:  
Jubel Barreto  
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N  
Bairro: SAO PEDRO CEP: 38.038-900  
UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

Fonte: Comitê de ética em pesquisa com seres humanos (CEP)

**Anexo B – Modelo de carta de autorização para a direção escolar****E.E. REV. BOANERGES DE ALMEIDA LEITÃO****Decreto nº25.424 de 13/02/1986 Rua Sebastião M. dos Reis s/nº****Fone: (33) – 3324-1102 – V. Alegre – MG****CARTA DE AUTORIZAÇÃO**

Eu, LUIZ CLÁUDIO FERREIRA, declaro estar informado da metodologia que será desenvolvida na pesquisa **“Proposta de ensino para o ciclo de Krebs: Construção de jogo didático”**, coordenada por Géssika Mendes Vieira sob a orientação da Professora Dra. Carla da Silva Machado. Ciente de que sua metodologia será desenvolvida conforme os princípios da ética em pesquisa com seres humanos vigentes no país, e que esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução na Escola Estadual Reverendo Boanerges de Almeida Leitão junto aos alunos do primeiro ano A e primeiro ano B do ensino médio.

Caratinga, \_\_\_ de \_\_\_ de 20

---

**LUIZ CLÁUDIO FERREIRA**

Gestor escolar

### **Anexo C - Modelo de termo de consentimento livre e esclarecido**

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “**Proposta de ensino para o ciclo de Krebs: Construção de jogo didático**”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é **PROPOR MELHORIAS NO ENSINO**. Nesta pesquisa pretendemos **BUSCAR MELHORIAS NO ENSINO DO CICLO DE KREBS ATRAVÉS DE UMA PERSPECTIVA ATIVA DE APRENDIZAGEM COM BASE NO MÉTODO CIENTÍFICO**.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades: **you will use a game to assist in the learning of the Krebs cycle content and then answer a questionnaire with questions about your perception of the game**. Esta pesquisa **oferece riscos mínimos**. A pesquisa pode ajudar a estabelecer **formas mais eficientes e prazerosas de se aprender os conteúdos escolares**.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar o seu nome. Os resultados da pesquisa estarão a sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Caratinga, \_\_ de \_\_ de 20 .

---

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

**Nome da Pesquisadora Responsável: Carla da Silva Machado UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE JUIZ DE FORA**

**Campus Governador Valadares CEP: 36036-900**

**Fone: 33 99741207**

**E-mail: [carladasilvamachado@gmail.com](mailto:carladasilvamachado@gmail.com)**

Rubrica do Participante de pesquisa ou responsável:

\_\_\_\_\_ Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

## **Anexo D - Modelo de termo de assentimento livre e esclarecido**

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “**Proposta de ensino para o ciclo de Krebs: Construção de jogo didático**”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é **PROPOR MELHORIAS NO ENSINO**. Nesta pesquisa pretendemos **BUSCAR MELHORIAS NO ENSINO DO CICLO DE KREBS ATRAVÉS DE UMA PERSPECTIVA ATIVA DE APRENDIZAGEM COM BASE NO MÉTODO CIENTÍFICO**.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades: **you utilizará um jogo para auxiliar no aprendizado do conteúdo ciclo de Krebs e em seguida responderá um questionário com perguntas a respeito da sua percepção sobre o jogo**. Esta pesquisa **oferece riscos mínimos**. A pesquisa pode ajudar a **estabelecer formas mais eficientes e prazerosas de se aprender os conteúdos escolares**.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão a sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você.

Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os

pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Caratinga, \_\_\_ de \_\_\_ de 20 .

---

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

**Nome da Pesquisadora Responsável: Carla da Silva Machado UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE JUIZ DE FORA**

**Campus Governador Valadares CEP: 36036-900**

**Fone: 33 99741207**

**E-mail: [carladasilvamachado@gmail.com](mailto:carladasilvamachado@gmail.com)**

Rubrica do Participante de pesquisa ou responsável:

\_\_\_\_\_ Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Fonte: Elaborado pela autora (2021)



**Anexo E – Avaliação diagnóstica 01****AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA 01**

Aluno (a): \_\_\_\_\_

1. A piruvato desidrogenase é uma multienzima complexa responsável pela geração da acetil-CoA a partir do piruvato (proveniente da glicólise). A deficiência deste complexo é uma doença hereditária ligada ao cromossomo X. Neste contexto, analise as afirmativas abaixo.

I. A deficiência resulta em elevação da glicose plasmática e, portanto, dos níveis da glicemia, onde as manifestações clínicas variam em gravidade, mas incluem diabetes do tipo I.

II. A deficiência resulta em elevação do piruvato e, portanto, dos níveis do ácido láctico, onde as manifestações clínicas variam em gravidade, mas incluem a acidose láctica, malformações do sistema nervoso central e outras alterações.

III. A deficiência resulta na inibição da gliconeogênese no fígado.

Está correto o que se afirma em:

a) I e III.

c) Apenas I.

e) Apenas III.

b) II e III.

d) Apenas II.

2. (FEPESE - UFFS / 2012) O ciclo de Krebs, também chamado de ciclo do ácido cítrico, ou ciclo do ácido tricarbólico, é uma das fases da respiração celular. Sobre essa importante rota bioquímica, analise as afirmativas a seguir:

1. No ciclo de Krebs, o ácido pirúvico proveniente da glicólise sofre uma descarboxilação oxidativa pela ação da enzima piruvato desidrogenase, existente no interior das mitocôndrias eucariontes, e reage com a coenzima A (CoA), resultando acetilcoenzima A (acetilCoA) que reage com o ácido oxalacético, liberando a molécula de coenzima A, que não permanece no ciclo, formando ácido cítrico e uma molécula de gás carbônico.

2. Ao final das reações do ciclo de Krebs, o ácido oxalacético é restaurado e devolvido à matriz mitocondrial, onde estará pronto para se unir a outra molécula de acetil-CoA e recomeçar o ciclo.

3. Podemos concluir que o ciclo de Krebs é uma reação anabólica, e não metabólica, porque promove a oxidação do acetilCoA, a duas moléculas de  $CO_2$ , e conserva parte da energia livre dessa reação na forma de coenzimas reduzidas, que serão utilizadas na produção de ATP na fosforilação oxidativa, a última etapa da respiração celular.

Assinale a alternativa que indica todas as afirmativas corretas.

a) É correta apenas a afirmativa 1.

b) É correta apenas a afirmativa 3.

c) São corretas apenas as afirmativas 1 e 2.

d) São corretas apenas as afirmativas 1 e 3.

e) São corretas as afirmativas 1, 2 e 3.

3. Após duas voltas no ciclo do ácido cítrico, também chamado de ciclo de Krebs, obtém-se:

a) Quatro moléculas de  $CO_2$ , seis moléculas de  $NADH$ , duas moléculas de  $GTP$  e duas moléculas de  $2FADH_2$ .

b) Três moléculas de  $CO_2$ , três moléculas de  $NADH$ , duas moléculas de  $GTP$  e quatro moléculas de  $FADH_2$ .

c) Quatro moléculas de  $CO_2$ , três moléculas de  $NADH$ , uma molécula de  $GTP$  e uma molécula de  $FADH_2$ .

d) Uma molécula de  $CO_2$ , quatro moléculas de  $NADH$ , uma molécula de  $GTP$  e duas moléculas de  $FADH_2$ .

d) Duas moléculas de  $CO_2$ , três moléculas de  $NADH$ , uma molécula de  $GTP$  e uma molécula de  $FADH_2$ .

4. (ENEM - 2016) As proteínas de uma célula eucariótica possuem peptídeos sinais, que são sequências de aminoácidos responsáveis pelo seu endereçamento para as diferentes organelas, de acordo com suas funções. Um pesquisador desenvolveu uma nanopartícula capaz de carregar proteínas para dentro de tipos celulares específicos. Agora ele quer saber se uma nanopartícula carregada com uma proteína bloqueadora do ciclo de Krebs "in vitro" é capaz de exercer sua atividade em uma célula cancerosa, podendo cortar o aporte energético e destruir essas células.

Ao escolher essa proteína bloqueadora para carregar as nanopartículas, o pesquisador deve levar em conta um peptídeo sinal de endereçamento para qual organela?

(A) Núcleo.

(C) Peroxissomo.

(E) Retículo endoplasmático.

(B) Mitocôndria.

(D) Complexo golgiense.

5. O início do ciclo de Krebs começa com a entrada de acetil-coA para dentro da mitocôndria, o acetil-coA combina-se com um ácido chamado de oxaloacetato por meio de uma enzima chamada:

a) HS-CoA.

c)  $FADH_2$ .

e) succinato.

b)  $\alpha$ -cetoglutarato.

d) citrato sintetase.

## Anexo F – Avaliação diagnóstica 02



### AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA 02

Aluno (a): \_\_\_\_\_

1. A deficiência de uma multienzima no organismo, resulta na elevação do piruvato e, portanto, dos níveis do ácido láctico, onde as manifestações clínicas variam em gravidade, mas incluem a acidose láctica, malformações do sistema nervoso central e outras alterações.

Conforme já estudado, indique a que multienzima refere-se à afirmação acima:

- a) ácido oxaloacético
- b) piruvato desidrogenase
- c) FADH<sub>2</sub>
- d) piruvato protease

2. Na segunda etapa da respiração celular o ácido pirúvico proveniente da primeira fase sofre uma descarboxilação oxidativa pela ação da enzima piruvato desidrogenase, existente no interior das mitocôndrias eucariontes, e reage com a coenzima A (CoA), resultando acetilcoenzima-A (acetilCoA) que reage com o ácido oxalacético, liberando a molécula de coenzima A, que não permanece no ciclo, formando ácido cítrico e uma molécula de gás carbônico.

Sobre a etapa descrita acima assinale a alternativa que se refere de forma correta a ela:

- a) Ao final do primeiro ciclo obtém-se quatro moléculas de CO<sub>2</sub>, seis moléculas de NADH, duas moléculas de GTP e duas moléculas de 2FADH<sub>2</sub>.
- b) A descrição refere-se ao ciclo de Calvin, também chamado de ciclo do ácido cítrico, ou ciclo do ácido tricarbóxico e ocorre em todos os organismos.
- c) A descrição refere-se ao ciclo do ácido tricarbóxico, também chamado de ciclo de Calvin, ou ciclo de Krebs e ocorre em todos os organismos exceto em plantas.
- d) Ao final do segundo ciclo obtém-se quatro moléculas de CO<sub>2</sub>, seis moléculas de NADH, duas moléculas de GTP e duas moléculas de 2FADH<sub>2</sub>.

3. A partir de uma molécula de glicose degradada obtém-se nesta etapa da respiração celular quatro moléculas de CO<sub>2</sub>, seis moléculas de NADH, duas moléculas de GTP e duas moléculas de 2FADH<sub>2</sub>. Com base em seus conhecimentos identifique a qual das etapas da respiração celular a afirmativa se refere:

- a) Cadeia transportadora de elétrons
- b) Ciclo do hidrogênio
- c) Ciclo do ácido tricarboxílico
- d) Glicólise
- e) Descarboxilação oxidativa

4. (UERJ/2016 - adaptada) O ciclo de Krebs é um conjunto de reações químicas aeróbias fundamental no processo de produção de energia para a célula eucarionte. Estas reações são dependentes de diversas moléculas orgânicas e inorgânicas, além de enzimas específicas. O local onde estes processos ocorrem é:

- a) Matriz mitocondrial
- b) Citoplasma
- c) Espaço intermembranoso
- d) Membrana interna
- e) Membrana externa

5. Diversas enzimas estão envolvidas no Ciclo de Krebs, um processo fundamental para as células eucariontes, uma vez que é componentes fundamental da respiração celular, a qual fornece energia para as atividades celulares. Na tentativa de tratar algumas doenças, o conhecimento a respeito deste ciclo pode ser fundamental, uma vez que a ausência de uma determinada enzima pode interromper o ciclo, levando a célula até mesmo à morte. Tendo isto em mente, um medicamento que se liga à uma enzima impedindo a formação da acetil-CoA, irá interferir de que forma no ciclo?

- a) Impedirá o início do ciclo
- b) Impedirá a formação de ácido pirúvico
- c) Diminuirá a concentração de glicose no sangue
- d) Aumentará a produção de ATP
- e) Irá interferir apenas na cadeia transportadora de elétrons.