



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Adrielle Carvalho Assis de Moraes

**Fermentação e respiração celular em jogo:
o lúdico como estratégia motivadora na mediação de significados**

Rio de Janeiro

2019

Adrielle Carvalho Assis de Moraes

**Fermentação e respiração celular em jogo:
o lúdico como estratégia motivadora na mediação de significados**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, em Rede Nacional, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof^a Dra Carolina Tavares Schumann

Rio de Janeiro

2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

M827 Morais, Adrielle Carvalho Assis de.
Fermentação e respiração celular em jogo: o lúdico como estratégia
motivadora na mediação de significados / Adrielle Carvalho Assis de Morais.
- 2019.
102 f.

Orientadora: Prof^a Dra Carolina Tavares Schumann
Mestrado (Dissertação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Pós-graduação em Ensino
de Biologia.

1. Fermentação – Teses. 2. Práticas pedagógicas - Teses. 3. Jogos
educativos. 4. Materiais de ensino. 5. Aprendizagem (Ensino médio). 6.
Biologia (Ensino médio) - Estudo e ensino – Teses. 7. Práticas pedagógicas
- Teses. I. Schumann, Carolina Tavares. II. Universidade do Estado do Rio
de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 577.152.3

Bibliotecária: Thais Ferreira Vieira _ CRB7/5302

Autorizo apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Adrielle Carvalho Assis de Morais

**Fermentação e respiração celular em jogo:
o lúdico como estratégia motivadora na mediação de significados**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, em Rede Nacional, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 30 de julho de 2019.

Banca examinadora:

Prof.^a Dra. Carolina Tavares Schumann (Orientadora)
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira - UERJ

Prof.^a Dra. Letícia Loss de Oliveira
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira - UERJ

Prof.^a Dra. Gabriela Dias Bevilacqua
Colégio Pedro II

Prof.^a Dra. Juliana Macedo Lacerda Nascimento
Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2019

AGRADECIMENTO

À Deus, essa força superior, que renova minha energia e me encoraja a aproveitar novas oportunidades, concretizar novos objetivos.

Ao meu esposo, pelos cuidados dedicados a mim e incentivo que me deu desde o início, pela compreensão das noites mal dormidas, dos diversos fins de semana que deixamos de aproveitar.

À minha mãe, pelo apoio, pelas visitas, por entender que minha ausência em algumas confraternizações de família não era em vão.

Aos demais membros da minha família, que contribuíram direta ou indiretamente para essa conquista.

À minha orientadora, pela calma e otimismo associada ao profissionalismo, conseguindo tornar essa empreitada mais proveitosa.

Aos colegas de turma, pela companhia, amizade e apoio até mesmo nos momentos de dificuldade, serviram sempre de inspiração.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Biologia, pelos conhecimentos e experiências compartilhados.

E à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) por ter financiado o Programa de Pós-graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, oportunizando novas vivências de ensino aprendizagem para tantos professores, que como eu, puderam repensar novos caminhos para ensinar.

Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si,
mediatizados pelo mundo.

Paulo Freire

RESUMO

MORAIS, Adrielle Carvalho Assis de. *Fermentação e respiração celular em jogo: o lúdico como estratégia motivadora na mediação de significados*, 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

A aprendizagem dos temas fermentação e respiração celular são fundamentais para a compreensão do organismo vivo como um todo, entretanto o estudo dos processos bioquímicos tem despertado pouco interesse dos estudantes, sendo por vezes encarados como conceitos difíceis. Essas dificuldades no ensino atual revelam novas exigências da sociedade contemporânea e a necessidade de revisão das práticas pedagógicas aplicadas. Por outro lado, pesquisas têm revelado que a introdução de ferramentas lúdicas na educação favorece maior engajamento do aluno no processo ensino - aprendizagem. Em vista disso, a presente pesquisa teve como foco principal investigar o papel didático do jogo, a fim de identificar como ele insere o aluno de forma proativa no processo educacional, a partir da abordagem dos temas fermentação e respiração celular. Para tanto, o material desenvolvido, um jogo de tabuleiro intitulado “Vamos correr?” constituído por ilustrações e perguntas, buscando fazer uma abordagem contextualizada e sistêmica dos citados conceitos, foi aplicado em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio. Os resultados foram obtidos por meio da observação direta e das respostas dadas pelos alunos aos questionários. A análise dos dados revelou que o jogo criou um ambiente favorável à participação ativa, pois atraiu a atenção e interesse do aprendiz, encorajando-o a refletir sobre as questões e problemas que surgiam, motivando - o a empregar esforços para alcançar os objetivos propostos; fomentou a troca de saberes entre os discentes por meio das interações que foram estabelecidas o tempo todo; e, segundo os alunos, facilitou a aproximação entre eles e os assuntos abordados, fato que evidenciou a importância do papel mediador do professor.

Palavras chave: Jogo didático. Respiração celular. Fermentação. Teoria da aprendizagem significativa. Teoria sociointeracionista.

ABSTRACT

MORAIS, Adrielle Carvalho Assis de. *Fermentation and cellular respiration in the game: the playful as a motivating strategy in the mediation of meanings*, 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

The learning of fermentation and cellular respiration themes are fundamental for the understanding of the living organism as a whole, however the study of biochemical processes has aroused little interest from the students, being sometimes considered as difficult concepts. These difficulties in current education reveal new demands of contemporary society and the need to review applied pedagogical practices. On the other hand, research has revealed that the introduction of playful tools in education favors greater student engagement in the teaching-learning process. In view of this, the present research had as main focus to investigate the didactic role of the game, in order to identify how it proactively inserts the student in the educational process, from the approach of the subjects fermentation and cellular respiration. To this end, the developed material, a board game entitled “Let's Run?” Consisting of illustrations and questions, seeking to take a contextualized and systemic approach to the above concepts, was applied in a first year high school class. The results were obtained through direct observation and the answers given by the students to the questionnaires. Data analysis revealed that the game created an environment conducive to active participation, as it attracted the learner's attention and interest, encouraging him to reflect on the issues and problems that arose, motivating him to make efforts to achieve the proposed objectives; fostered the exchange of knowledge among students through interactions that were established all the time; and, according to the students, facilitated the rapprochement between them and the subjects addressed, a fact that evidenced the importance of the teacher's mediating role.

Keywords: Didactic game. Cellular respiration. Fermentation. Meaningful learning theory. Socio-interactionist theory

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Princípios da metodologia ativa.....	20
Figura 2 - Tabuleiro do jogo “Vamos correr?”.....	39
Figura 3 – Primeiro trecho da narrativa introdutória do jogo.....	40
Figura 4 – Segundo trecho da narrativa introdutória do jogo.....	41
Figura 5 - Terceiro trecho da narrativa introdutória do jogo.....	41
Figura 6 – Exemplos de cartas-pergunta, frente e verso (continua).....	43
Figura 7 – Exemplos de cartas-pergunta, frente e verso (continuação).....	44
Figura 8 – Fichas do jogo, frente e verso.....	45
Figura 9 - Blocos e dado do jogo “Vamos correr?”.....	46
Figura 10 - Modelos de carta “Destino do piruvato”.....	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Nível de concordância para a categoria <i>motivacional</i>	58
Gráfico 2 – Nível de concordância para a categoria <i>interação</i>	60
Gráfico 3 – Nível de concordância com as questões sobre divertimento	62
Gráfico 4 - Nível de concordância para a categoria <i>conhecimento</i>	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Dado dos livros	34
Quadro 2 - Avisos correspondentes a cada etapa do jogo	49
Quadro 3– Questionário semiestruturado, para avaliar a percepção do aluno sobre o jogo	56

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	10
	INTRODUÇÃO	12
1.	REFERENCIAL TEÓRICO	15
	O ensino de biologia: bioquímica no ensino médio	15
1.2	Metodologias de ensino	18
1.3	O jogo e sua inserção no ensino	21
1.3.1	Jogo no ensino de biologia	23
1.4	Condições para aprendizagem significativa	24
1.5	O papel das interações sociais	27
1.6	O papel do professor	29
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
2.1	Caracterização da pesquisa	31
2.2	Local e sujeitos da pesquisa	32
2.3	Etapas da pesquisa	33
2.3.1	<u>Elaboração do jogo</u>	33
2.3.2	<u>Observação direta - conhecimentos prévios e utilização do jogo</u>	34
2.3.3	<u>Aplicação de questionário</u>	36
2.4	Análise dos dados	37
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.1	Elaboração do jogo	38
3.1.1	<u>Características do jogo</u>	39
3.1.2	<u>Início do jogo e narrativa introdutória</u>	40
3.1.3	<u>Elaboração das cartas e fichas</u>	42
3.1.4	<u>Regras do jogo</u>	45
3.2	Observações da pesquisadora	50
3.2.1	<u>Observação da aplicação do jogo</u>	51

Percepção dos alunos sobre o uso do jogo a partir do questionário.....	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS.	65
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICE A - Termo de autorização institucional.....	72
APÊNDICE B – TCLE para estudantes maiores de idade.....	74
APÊNDICE C – TCLE para estudantes menores de idade.....	76
APÊNDICE D - Questionário semiestruturado respondido pelos alunos.....	78
APÊNDICE E – Manual do jogo.....	79
APÊNDICE F – Narrativa introdutória do jogo.....	80
APÊNDICE G – Tabuleiro do jogo.....	81
APÊNDICE H – Cartas do jogo.....	82
ANEXO A - Representação esquemática dos conjuntos de transportadores de cadeia respiratória e da sintase de ATP.....	101
ANEXO B - Representação esquemática das etapas do metabolismo aeróbico da glicose com produção de ATP.....	102

APRESENTAÇÃO

Iniciei minha carreira no magistério ainda jovem. Cursei formação de professores no Ensino Médio, nos anos finais conciliava meus horários fazendo estágio e estudo para concurso. Quando terminei a formação de professores em 2006, logo no início do ano seguinte assumi o cargo de professora na Secretaria Municipal de Educação de Nova Iguaçu, onde lecionei para os anos iniciais do Ensino Fundamental por três anos. Atuei também nos municípios do Rio de Janeiro e Duque de Caxias.

Como estudante oriunda de escola pública, mantive – me crédula, por um bom tempo, sobre o potencial que esse espaço tinha em oferecer condições de igualdades para qualquer indivíduo que a valorizasse. No entanto, enquanto professora me dei conta de modo mais profundo das carências de recursos materiais, físicos e humanos que as escolas públicas ainda sofrem. Nos municípios pelos quais passei, pude perceber que a educação escolar é relegada a segundo plano e carece, muito, dos investimentos dos órgãos públicos para que realmente seja de qualidade e possa de fato funcionar como instrumento de igualdade.

Assim, percebo que se as escolas públicas ainda funcionam é graças aos funcionários que nelas estão e, em especial, aos professores. Somos nós que lidamos diretamente com as dificuldades trazidas pelos nossos alunos, estudamos alternativas de superá-las e vibramos a cada nova conquista. Nos anos iniciais, a percepção sobre as dificuldades versus conquistas apresentadas pelos alunos ocorre de forma mais direta, mas nos demais anos de escolaridade esse processo se dá de modo igualmente interessante.

Mesmo me envolvendo cada vez mais com a alfabetização, sempre mantive meu interesse em cursar Biologia. Esse interesse se explica pelo meu contínuo contato com a natureza nas terras onde passei boa parte da minha infância, no Município de Magé, onde explorar a vegetação, cachoeira e contato com alguns animais eram práticas mais corriqueiras. Além disso, sempre foi a minha disciplina favorita na escola, devido às possibilidades que eu notava de relacionar os assuntos abordados e as minhas experiências do dia a dia. Assim, prestei vestibular em 2007.

Ingressei na Faculdade de Licenciatura em Ciências Biológicas na UFRJ, em 2009, após ter cursado um ano na UERJ-FFP no ano anterior, pelo deslocamento trabalho-faculdade- casa tornar-se menos longínquo. O curso na UFRJ forneceu-me uma boa formação

sobre os assuntos específicos pertinentes à área. Entretanto, reconhecia a necessidade de buscar nas eletivas da área da educação conhecimentos subsidiassem minha formação em licenciatura. Mas ainda assim, ao término da faculdade, sentia que carecia de ferramentas, informações didático-pedagógicas sobre como tornar os assuntos que eram tão interessantes abordados em Biologia, algo mais acessível para os alunos.

Lecionei Biologia em um pré- vestibular comunitário, por pouco tempo. Iniciei efetivamente meu trabalho como professora de Biologia no Colégio Estadual Santo Antônio, localizado em Xerém no Município de Duque de Caxias pertencente à SEEDUC- RJ (Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro) onde atuo até hoje. No convívio com os alunos do Ensino Médio, pude perceber que o comportamento passivo e pouco curioso era uma constância diante a maior parte dos assuntos abordados.

Além disso, surpreendeu-me a forma como alguns conteúdos que servem como base para compreensão de outros, ainda são mal interpretados ou pouco compreendidos pelos próprios discentes.

Os alunos dos anos iniciais trazem consigo uma predisposição interna, interesse em aprender e mostrar conhecimentos que naturalmente forçam o educador a buscar estratégias para fazê-los “por a mão na massa”. Por outro lado, a crença na maturidade e autonomia dos educandos do Ensino Médio levava-me a crer que a exposição do conteúdo, diálogos e avaliações bastariam para promover a aprendizagem dos mesmos, uma vez que o aprender era algo que dependia, em suma, do próprio interesse que eles tinham. No entanto, percebi que só isso não bastava, dei-me conta que ensinar e aprender nos anos finais da Educação básica, ainda que exija mais do aluno, requer que o professor utilize estratégias que o instigue a engajar-se na própria aprendizagem.

De fato, notei pontos positivos com o emprego de estratégias como: trabalhos em grupo, desafios de perguntas e respostas e construção de modelos simples. Neste contexto, a realização do Mestrado para o Ensino de Biologia (Profbio), veio como uma boa oportunidade de reflexão sobre as dificuldades de ensino junto a outros colegas da área, em busca do desenvolvimento de novas estratégias que pudessem viabilizar resultados mais próximos aos objetivos propostos.

INTRODUÇÃO

No passado, o professor tinha o dever de transmitir os conhecimentos e a exploração de materiais diferentes dos habituais era considerada perturbadora do silêncio, causadora de indisciplina da turma (SOUZA, 2007). No entanto isso mudou, cada vez mais as práticas pautadas exclusivamente em aulas expositivas vêm perdendo espaço, pois lida com um público dinâmico que está em contato com informações de forma rápida.

Na metodologia de concepções pedagógicas tradicionais, os conceitos complexos são trabalhados de forma descontextualizada, fragmentada e simplificadora, conduzindo a um entendimento reducionista das manifestações da natureza, desconsiderando as inter-relações existentes entre os diversos fenômenos (MEDEIROS et al., 2010). Isso tende a agravar ainda mais as deficiências de aprendizagem, pois contribui para a formação de ideias limitadas, levando o aluno a memorizar dados e definições, porém sem ter capacidade de empregar esses conhecimentos fora da situação formal de ensino (PIRES, 2011).

Como professora de Biologia, passei a reconhecer a necessidade de desenvolver estratégias que pudessem promover uma postura mais ativa por parte do aprendiz e facilitar a relação entre ele e o conteúdo abordado. Essa necessidade era ainda mais evidente frente às dificuldades que os alunos costumavam apresentar na aprendizagem de assuntos mais abstratos, como é o caso dos temas fermentação e respiração celular.

A fermentação e respiração celular são processos químicos que ocorrem no interior dos organismos vivos e produzem o trifosfato de adenosina (ATP), molécula utilizada para suprir todas as necessidades energéticas. Esses processos metabólicos correlacionam conhecimentos de Biologia, Química e outras áreas, estudando as transformações de micro e macromoléculas fundamentais para a manutenção da vida. Apesar de serem uns dos conceitos chaves nos estudos sobre os seres vivos, eles tendem a ser encarados como temas de difícil ensino e aprendizagem pelos alunos (FIALHO, 2013; PETROVICH, 2014).

O conceito de respiração celular precisa ser compreendido a partir de dimensões macro e microscópicas, a fim de possibilitar a construção de conceitos abstratos (CARNEIRO-LEÃO; SÁ; JOFILI, 2010). Os Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias para o Ensino Médio (PCN+) defendem que o ensino em Biologia deve ocorrer de forma contextualizada, “a partir das experiências significativas vividas anteriormente por eles [os educandos], na escola ou fora dela, pois elas

os levam a construir, mais facilmente, ideias a respeito dos fenômenos[...]” (BRASIL, 2002, p.52).

Devem ser propiciadas condições para que os alunos integrem as informações das diferentes áreas, para que entendam a vida como resultado de sistemas organizados e integrados que se mantêm em constante relação como meio físico e químico (BRASIL, 2006). Além disso, as Orientações Curriculares Nacionais: Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (2006) propõem que sejam criadas situações instigantes, que exijam do aluno investimento pessoal, cognitivo e perseverança, de modo a promover o interesse e a motivação.

Torna-se imprescindível, portanto, uma mudança de paradigmas no ensino de conteúdos: fazer uma relação de sistemicidade em detrimento de uma abordagem fragmentada; partir da realidade do aluno ao invés de situações de descontextualização (MEDEIROS et al., 2010). Com isso, observamos diversas estratégias que podem ser empregadas pelo professor a fim de facilitar a aprendizagem em Biologia, entretanto é notório um ponto comum em todas elas: gerar no educando uma postura mais ativa.

As práticas de ensino pautada em metodologias ativas têm como perspectiva que:

[...] a sociedade do conhecimento é baseada em competências cognitivas, pessoais e sociais, que não se adquirem da forma convencional e que exigem proatividade, colaboração, personalização e visão empreendedora.(MORÁN, 2017, p.16)

Constatamos que diversas pesquisas (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003; CANTOS; ZACARIAS, 2009; CANDEIAS; HIROKI; CAMPOS, 2007; JANN; DE FÁTIMA LEITE, 2010; OLIVEIRA, 2012; DA ROCHA, 2017) têm apontado que o jogo insere o aluno como participante ativo do processo educacional, revelando resultados bastantes positivos no desenvolvimento do aprendiz.

Diante do problema no processo ensino - aprendizagem dos alunos e os resultados positivos que as pesquisas têm apontado sobre o uso de jogo, nasceu a questão que norteou o desenvolvimento da pesquisa: **“Como o jogo didático pode promover a participação ativa do aluno no processo de ensino - aprendizagem dos conceitos de fermentação e respiração celular?”**

A partir desta pergunta, estabelecemos o seguinte **objetivo geral**:

Identificar o papel didático do jogo construído na abordagem dos temas fermentação e respiração celular.

Para isso, traçamos como **objetivos específicos**:

- a) Desenvolver um jogo didático potencialmente significativo, para facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de fermentação e respiração celular;
- b) Investigar a participação e interesse dos alunos pela aprendizagem do tema, a partir da aplicação do jogo;
- c) Avaliar a funcionalidade do jogo, entendendo que este deve ser: dinâmico e atrativo para os estudantes.

A presente dissertação foi organizada em quatro capítulos, assim distribuídos:

No capítulo 1, apresentamos o referencial teórico, no qual discutimos sobre o ensino de Biologia, em especial de Bioquímica; analisamos sobre algumas mudanças de concepções de ensino frente às exigências da sociedade contemporânea. Posteriormente, apresentamos considerações sobre jogo, sua inserção no ensino formal e contribuições no ensino de Biologia, a partir de uma breve revisão de algumas pesquisas na área. E, por fim, analisamos a interferência de diversos aspectos inerentes do processo educacional, em especial: a relação entre o aprendiz e o material de instrução, as interações sociais e o papel do professor com base nas teorias de David Ausubel (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2013) e Lev Vygotsky (VYGOTSKY, 1991 e MOREIRA, 2008).

No capítulo 2, são feitas a caracterização da natureza da metodologia empregada e ainda a explanação sobre como foi desenvolvida cada uma das etapas de levantamento de dados. Apresentamos os sujeitos participantes e o local onde a pesquisa foi desenvolvida, como foi realizada a fase de observação e apresentamos a composição do questionário semiestruturado, bem como os procedimentos utilizados na análise dos resultados.

O capítulo 3 traz concomitantemente os resultados e as discussões. Assim, são apresentados o jogo e suas características, as análises sobre as observações feitas pela pesquisadora no encontro antes e durante a aplicação do jogo e a discussão das respostas dadas pelos alunos aos questionários.

Por fim, são feitas as considerações finais sobre o papel do jogo no ensino com base nos resultados obtidos, as limitações que a pesquisa apresentou e recomendações para futuras pesquisas na área.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. O ensino de biologia: bioquímica no ensino médio

A Biologia integra junto com Física e Química a área das Ciências da Natureza, dispostos nas diretrizes e parâmetros para o Ensino Médio. Juntas buscam desenvolver a compreensão sobre o ambiente natural, compartilhar linguagens para representar e sistematizar os fenômenos que nele ocorrem (BRASIL, 2002).

Essa disciplina ao ocupar-se do estudo da vida em suas mais variadas formas e níveis, subdivide-se em diversas áreas, a saber: Citologia, Bioquímica, Genética, Botânica, Ecologia. Essas, entretanto, podem ser trabalhadas agrupadas em temas estruturadores, a fim de evidenciar os aspectos fundamentais sobre os seres vivos, relacionando os conceitos científicos e a vida prática, assim como foi proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006).

Não se trata simplesmente de mudar o planejamento para que a ação pedagógica se enquadre nos temas estruturadores, e sim de utilizar esses temas biológicos como instrumentos para que a aprendizagem tenha significado, de forma que o aluno seja capaz de relacionar o que é apresentado na escola com a sua vida, a sua realidade e o seu cotidiano (BRASIL, 2006, p.21).

Encontramos no tema “Identidade dos seres vivos” a Bioquímica, área que estuda a estrutura, organização e transformação das moléculas, relacionada a citologia e genética, por exemplo. Com o intuito de promover a compreensão sobre as características básicas dos sistemas vivos, desde a organização celular, a estrutura e manipulação do DNA e as funções vitais (BRASIL, 2002; BRASIL, 2006). Assim, esses documentos propõem que o ensino em Biologia ocorra de forma articulada a outros temas afins, fazendo com que o discente perceba a relação entre os diversos assuntos abordados em Biologia.

Pires (2011) reconhece isso e acrescenta que:

Deveríamos tratar a bioquímica como uma ciência de inter-relações, inter-relações essas que permitem o fluxo de massa e energia entre os seres vivos e entre os seres vivos e o meio ambiente num processo capaz de gerar e sustentar a vida. (PIRES, 2011, p.9)

A Bioquímica estuda os processos metabólicos, como a fermentação e a respiração celular. Na fermentação, o piruvato ou outro fragmento resultante da oxidação da glicose é utilizado como acceptor final do hidrogênio, o produto dependerá do aparato enzimático próprio da célula, assim podem ser formados: etanol, ácido acético ou ácido lático, neste caso como é produzido nos lactobacilos e nas células musculares, por exemplo. Já na respiração celular aeróbica, as moléculas orgânicas são oxidadas a gás carbônico (CO_2) e água (H_2O) com a participação do oxigênio (O_2) (SMITH; MARKS; LIEBERMAN, 2007). O saldo total de ATP na fermentação é de duas moléculas, enquanto que na respiração celular é de aproximadamente 30 a 32 em eucariotos e próximos a 38 ATP em procariotos (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2017).

O ATP produzido em ambos os processos funcionam como “combustível” para vários outras transformações, tais como transporte ativo moléculas pela membrana celular e divisão celular, que são imprescindíveis para a manutenção de todas as formas de vida conhecidas (SMITH; MARKS; LIEBERMAN, 2007). É importante salientar que a produção de energia nos organismos depende da integração das funções de diferentes sistemas tais como: sistema digestório, sistema circulatório, sistema respiratório, pois:

Os substratos energéticos são obtidos principalmente de carboidratos, gorduras e proteínas da dieta. Quando nos alimentamos, os alimentos são digeridos e absorvidos. Os produtos da digestão circulam no sangue, entram em vários tecidos e são eventualmente captados por células e oxidados para produzir energia. Para converter completamente os substratos energéticos a dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), é necessário oxigênio molecular (O_2) obtido a partir da respiração, a qual é responsável também por eliminar dióxido de carbono (CO_2), que é produzido pela oxidação dos alimentos. (SMITH; MARKS; LIEBERMAN, 2007, p.3).

Portanto, compreender os assuntos abordados em bioquímica é entender o metabolismo, ou seja, as reações que se dão a nível microscópico no interior das células, e como estes se refletem no funcionamento dos sistemas orgânicos, no organismo como um todo e ainda, nas relações entre eles e com o ambiente (JOFILI; SÁ; CARNEIRO – LEÃO, 2010).

No entanto, quando os alunos apontaram suas dificuldades de aprendizagem em Biologia na pesquisa de Fialho (2013) os conceitos referentes à Citologia e Bioquímica foram uns dos mais citados. Os alunos explicitaram algumas razões para isso: não tiveram uma boa formação no Ensino Fundamental; aulas pouco interessantes; conteúdo reuniam nomes difíceis de memorizar, o que os levaram a decorar; e falta de interesse na disciplina que eles assumiram ter.

Da mesma forma, professores afirmam que assuntos muito abstratos e complexos, como os abordados em citologia, bioquímica e genética, são mais difíceis de serem lecionados, pois envolvem conceitos microscópios (PETROVICH, 2014). E eles apontam ainda que, isso é agravado pela falta de conhecimentos básicos por parte dos alunos, às vezes pela falta de preparo dos próprios docentes; e escassez de materiais ou espaços alternativos. Essas problemáticas fazem com que o processo de ensino e aprendizagem se pautem na memorização de termos, de maneira descontextualizada e pouco motivadora (PETROVICH, 2014).

No currículo de Biologia esses conceitos de bioquímica são comumente vistos nas séries iniciais do Ensino Médio, porém os conceitos relacionados em Química só são estudados no terceiro ano do Ensino Médio (RIO DE JANEIRO, 2012) o que tende a dificultar ainda mais a compreensão dos processos bioquímicos, pois os alunos carecem de conhecimentos importantes que facilitariam o estudo e compreensão das mudanças que são vistas em Biologia. Além disso, o curto tempo de aula disponibilizado não é compatível com o extenso currículo da disciplina, dificultando uma abordagem mais detalhada sobre assuntos complexos com os aqui referidos.

O ensino de Bioquímica no Ensino Médio muitas vezes limita-se a abordagem de conceitos químicos. É uma área do conhecimento ampla e cotidiana, os processos por ela estudados ocorrem continuamente desde o momento que despertamos até o adormecer, viabilizando a vida (PIRES, 2011). Uma proposta que abordasse os processos metabólicos, a partir do ponto de vista do educando e ao mesmo tempo buscasse integrar esses conceitos com outras funções biológicas, refletiria de forma mais adequada a importância que esse conhecimento tem e facilitaria a aprendizagem (MEDEIROS, et al, 2010)

De acordo com Medeiros et al. (2010) a falta de contextualização e de articulação entre os diferentes fenômenos biológicos micro e macroscópicos, geram ideias reducionistas e favorecem a formação de concepções fragmentadas, aumentando o grau de dificuldade que alguns conteúdos de Biologia apresentam, o que inviabiliza a aprendizagem significativa.

O ensino da Biologia deve favorecer o domínio dos conhecimentos sobre a vida em diversidade e interações, bem como a forma como se relacionam com o meio ambiente, e extraem dele o meio para a sobrevivência. Assim, podem promover o conhecimento para compreensão científica e tecnológica, oferecendo ferramentas para que o sujeito entenda e participe dos debates contemporâneos (BRASIL, 2002).

Em complemento, as Orientações Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 2006), apontam que o ensino dessa disciplina deve ocorrer de forma contextualizada, a partir da

realidade do educando, fazendo-o desenvolver uma visão holística sobre os assuntos abordados, ao mesmo tempo promover a capacidade de interpretar, fatos e fenômenos, desenvolvendo o pensamento crítico. Percebendo que a ciência é produzida pela humanidade e está em constante transformação.

1.2. Metodologias de ensino

Os paradigmas tradicionais influenciaram as práticas das instituições de ensino formal desde a sua criação e continuam predominantes até hoje, apesar das diversas modificações que sofreram ao longo da história (LEÃO, 1999). Esse modelo tradicional se consolida durante a ascensão dos burgueses e a revolução industrial, fundamentando-se na transmissão de conhecimentos e nos valores individualistas, mas também na universalização do direito à educação (SAVIANI, 2005). No entanto, a democratização do acesso ao ensino em prol da igualdade não levava em consideração as desigualdades de condições de classes nem mesmo de aprendizagem (LEÃO, 1999).

O ensino tradicional desenvolveu-se pautado nos seguintes princípios:

[...] a inteligência é uma faculdade que torna o homem capaz de armazenar informações, das mais simples às mais complexas [...] o conhecimento humano possui um caráter cumulativo, que deve ser adquirido pelo indivíduo pela transmissão dos conhecimentos [...] o papel do indivíduo no processo de aprendizagem é basicamente de passividade [...] (LEÃO, 1999, p. 190).

A escola tradicional estruturou-se no método expositivo (LIBÂNEO, 2011), ou seja, exposição verbal do assunto e/ou demonstração feitas apenas pelo professor, com repetições, para gerar a memorização até que o aluno seja capaz de responder de maneira semelhante à orientação dada. Assim, segundo essa perspectiva, a escola tem preocupação estrita de fazer com que o aprendiz seja capaz de memorizar e reproduzir o que lhe foi ensinado.

A preocupação de universalizar a transmissão dos conhecimentos acumulados pela humanidade foi uma contribuição importante da escola tradicional (LEÃO, 1999). No entanto, resultados da educação atual revelam a necessidade de melhoria para atender as exigências da sociedade contemporânea (KONOPKA; ADAIME; MOSELE, 2015).

Um ensino preconizado na transmissão dos conteúdos adequava-se em uma época na qual era mais difícil o acesso à informação (MORÁN, 2015). Além disso, os estudos sobre a

cultura, cérebro e desenvolvimento geraram questionamento sobre as práticas pedagógicas adotadas e sua influência no processo de aprendizagem (LIMA, 2016).

As demandas atuais exigem uma revisão das práticas pedagógicas contemporâneas, repensar a organização dos conteúdos e as estratégias adotadas, pois o modelo tradicional baseado em processos de ensino e avaliação uniforme em busca de resultados previsíveis ignora que a construção do conhecimento baseia-se em competências não somente intelectuais, mas ainda pessoal e social e por isso exige daquele que aprende uma postura proativa (MORÁN, 2015).

Assim, a crítica à perspectiva tradicional busca superar a visão dicotômica sobre a capacidade de aprendizagem que ora era explicada como uma característica inata do indivíduo, ora como resultado direto das experiências escolares acumuladas por ele (LEÃO, 1999). A aprendizagem passa a ser entendida como o produto da interação do indivíduo sobre o mundo (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Há muito tempo linhas de pesquisas e teorias como as de Dewey (1950), Piaget (1980), Vygotsky (1934), Freire (2009) e Ausubel (2008) reafirmam a necessidade de pautar o processo de aprendizagem em estratégias que propiciem a motivação, o protagonismo do aluno, a interação e a problematização do tema, tendo como foco a aprendizagem (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017; MORÁN, 2015).

“As metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos” (MORÁN, 2015, p.17). Assim, segundo o referido autor, se queremos alunos mais criativos e participativos precisamos incluir atividades que os estimulem a tomar iniciativa, por meio de novas estratégias, metodologias ativas, ou seja, tarefas educacionais que promovam o engajamento do estudante, levando-o a construir habilidades, valores e atitudes (KONOPKA; ADAIME; MOSELE, 2015). Neste viés um processo educacional pautado em metodologias ativas encontra respaldo teórico para sua implementação.

A figura 1 resume os princípios da metodologia ativa como apresentado Diesel, Baldez e Martins (2017). Infere-se a partir disso, uma mudança de foco do uso de metodologia ativas em relação às tradicionais, pois enquanto estas têm como foco a transmissão de informações feita pelo professor perante a postura passiva do aprendiz. As metodologias ativas têm como objetivo estimular o engajamento do educando pelo próprio interesse a autoaprendizagem, tornando-o protagonista da própria aprendizagem (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017; MORÁN, 2015).

Figura 1 - Princípios da metodologia ativa



Fonte: Diesel, Baldez e Martins (2017).

Outrossim, empreende uma nova postura do docente, que enquanto facilitador deve promover condições favoráveis à aprendizagem propiciar momentos de escuta aos estudantes, valorizar as opiniões deles, responder às dúvidas e encorajá-los (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017). E ainda, promover a atuação deles de modo cooperativo e colaborativo na interação com os demais, estimular o desenvolvimento do raciocínio e aprendizagem vinculados a aspectos significativos da realidade, bem como a capacidade de atuação sobre ela (LIMA, 2016).

A aula expositiva pode ser uma boa estratégia para resumir e comunicar informações, principalmente quando se dispõe de pouco tempo de aula, no entanto evidências indicam que ela é pouco efetiva em estimular o raciocínio e a abstração ou promover aprendizagens mais profundas (KONOPKA; ADAIME; MOSELE, 2015). Mas ainda assim é um método muito usado nas escolas do mundo todo.

Bonwell e Eison (1991) apontam algumas alternativas da metodologia ativa que podem ser introduzidas para deixar as aulas expositivas mais interessantes, como: explicações com intervalos para anotações; iniciar questionando as ideias dos alunos, registrá-las no quadro e utilizá-las como guia para explicação ou para elaborar novos questionamentos para serem discutidos em grupo; usar demonstrações para inserir o estudante e gerar curiosidade, encorajando os estudantes a participarem. Entretanto, conciliar estratégias variadas ainda é mais efetivo na promoção da aprendizagem (KONOPKA; ADAIME; MOSELE, 2015).

Nesta pesquisa, consideraremos particularmente o jogo e sua inserção no ambiente escolar como recurso didático.

1.3. O jogo e sua inserção no ensino

O jogo pressupõe a sociedade humana, está presente antes mesmo da formação da cultura, acompanha-a e marca-a desde sua remota origem até as civilizações atuais, (HUIZINGA, 2000). Assim, os jogos sempre fizeram parte da vida das pessoas, está presente nas relações sociais, sendo muito apreciado na relação entre as crianças, muitas vezes de forma despreziosa com relação à aprendizagem, é utilizado como passatempo (DA CUNHA, 2012).

Os jogos manifestam-se de múltiplas maneiras - jogos infantis, jogos teatrais, recreação, competições, os de azar – por isso, há dificuldades em defini-lo, adotaremos aqui a definição dada por Huizinga (2000), pois ela pauta-se em características mais comuns dos jogos:

o jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da "vida quotidiana"(HUIZINGA, 2000, p.24).

As diversas manifestações de jogos, referida por Kishimoto (2017) como uma grande “família de jogos”, caracteriza-se por seu caráter voluntário; incorpora motivos e interesses; tem regras implícitas e explícitas; ocorre no limite de tempo e espaço; é não literal, pois não representa a realidade; e envolve incerteza de resultados, dependendo de fatores internos e externos, como a atuação dos outros participantes. A autora afirma que o jogo conta com a motivação interna, intrínseca do lúdico, e por isso, seu uso favorece exploração e a construção do conhecimento.

O jogo assumiu diferentes concepções em relação à educação ao longo do tempo: no passado, o jogo limitava-se à recreação, sendo considerado algo não sério e, por vezes, inútil; no tempo do romantismo (século XVII a XIX) discussões começam a apontar sobre sua importância na educação das crianças; e posteriormente, novos estudos como os de Vygotsky apresentam novos fundamentos teóricos sobre o papel dos jogos na educação, entendendo-o

como uma forma de conduta que altera a forma de pensar do ser humano (KISHIMOTO, 2017)

Com o surgimento das inovações pedagógicas, os jogos tem conquistado um espaço no meio educacional (DA CUNHA, 2012), pois as novas concepções de ensino trouxeram a valorização da aprendizagem, o incentivo ao uso de diferentes recursos que pudessem ajudar a promovê-la de modo mais ativo e prazeroso. Para Da Cunha (2012), o jogo relaciona o caráter lúdico e educativo orientados por regras claras e explícitas.

A função lúdica e educativa do jogo é contemplada quando propicia prazer e motivação, ao mesmo tempo em que ensina qualquer conhecimento que complete o saber do indivíduo e sua apreensão do mundo (KISHIMOTO, 2017). Assim, são considerados jogos educativos quando são dinâmicos e ativos e envolvem diversas ações no âmbito corporal, social, afetivo e cognitivo do aprendiz orientado pelo professor; quando concomitantemente, tem propósito de ensinar termos e conceitos, com regras estabelecidas e atividades programadas é identificado como jogo didático (DA CUNHA, 2012).

O jogo didático, além de promover a aprendizagem de determinado saber sobre alguma área em especial, assume ainda qualidade de um jogo educativo. Por isso, todo jogo didático é também um jogo educativo, auxiliando no desenvolvimento de diversas habilidades. Da Cunha (2012), salienta que é fundamental que os objetivos quanto ao uso desse recurso estejam claros, não devendo ser usado apenas para ocupar tempo. O professor deve previamente testar o jogo, certificando se as regras, as dificuldades e conteúdos estão coerentes ao público a que se destina e durante a aplicação deve conduzir e orientar as atividades. Assim, o jogo didático poderá ser utilizado com diferentes finalidades:

- a) apresentar um conteúdo programado;
- b) ilustrar aspectos relevantes de conteúdo;
- c) avaliar conteúdos já desenvolvidos;
- d) revisar e/ou sintetizar pontos ou conceitos importantes do conteúdo;
- e) destacar e organizar temas e assuntos relevantes do conteúdo químico;
- f) integrar assuntos e temas de forma interdisciplinar;
- g) contextualizar conhecimentos. (DA CUNHA, 2012, p.95).

Atualmente, atividades lúdicas, como a aplicação de jogos tem adquirido cada vez mais espaço como ferramenta de ensino e aprendizagem, sendo tema de variadas pesquisas que investigam novas estratégias pedagógicas.

1.3.1. Jogo no ensino de biologia

Diversas pesquisas sobre aplicação de jogos no campo de ensino têm demonstrado resultados positivos, inclusive no ensino de Biologia, envolvendo temas variados, como evolução e botânica (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003; CANTOS; ZACARIAS, 2009), até mesmo aqueles que envolvem assuntos mais abstratos como microbiologia, estrutura do DNA, metabolismo energético e síntese proteica (CANDEIAS; HIROKI; CAMPOS, 2007; JANN; DE FÁTIMA LEITE, 2010; OLIVEIRA, 2012; DA ROCHA, 2017).

Segundo eles, o uso do jogo favorece a participação do aprendiz de forma ativa durante o processo de ensino aprendizagem, sendo capaz de estimular o interesse pelo conhecimento, tornar a aula mais dinâmica e atraente. Assim, o uso dessa estratégia tem mostrado resultado como fator motivacional (JANN; DE FÁTIMA LEITE, 2010), pois torna o educando predisposto a vivenciar novas experiências de aprendizagem.

Campos, Bartoloto e Felício (2003) concluem que o material lúdico estimula o desenvolvimento cognitivo, pois estimulada a socialização dos conhecimentos prévios, o que facilita assimilação de novos significados. Ao mesmo tempo, apontam que são promovidas possibilidades de resolução de problemas e exercer responsabilidades que se assemelham àquelas da vida real, fazendo-os refletirem, ainda que de forma imaginária.

É perceptível que o trabalho em grupo é muito favorecido durante a utilização desses recursos, e isso possibilita a integração, a divisão e compartilhamento de tarefas, conscientizando-se de seu papel em relação à equipe, coordenando esforços, o que possibilita a troca intelectual (CANTO; ZACARIAS 2009; OLIVEIRA, 2012). Então, estimula o relacionamento social, afetividade e refletir sobre regras éticas que permeiam essas relações (CANDEIAS; HIROKI; CAMPOS, 2007). Isto propicia um melhor entrosamento entre os alunos e entre o aluno e o professor (DA ROCHA, 2017).

Adicionalmente, na abordagem de fenômenos abstratos ou estruturas diminutas, os materiais lúdicos são apontados como facilitadores, pois geram uma aproximação com o conhecimento científico, melhorando a atuação dos alunos na compreensão desses assuntos muitas vezes considerados complexos e difíceis (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003; CANTO; ZACARIAS 2009; JANN; MARIA DE FATIMA LEITE, 2010).

Por fim, o uso de jogo didático como recurso de ensino tem sido muito bem aceito pelos alunos (OLIVEIRA, 2012) quando proporciona prazer e desafios adequados às habilidades que o educando possui ou tem a possibilidade de desenvolver.

1.4. Condições para aprendizagem significativa

Para aprender o aluno precisa estar predisposto e o material de aprendizagem ser potencialmente significativo, esse é o caminho para aprendizagem significativa, segundo a teoria de David Ausubel (MOREIRA, 2013). O aprendiz não deve apenas tentar apropriar-se do saber literalmente, pois gerará a memorização do novo conteúdo, sendo então aprendizagem mecânica, sem significado.

Os alunos tendem a lidar com os conhecimentos de forma memorizada por diversas razões: ansiedade e perda da confiança devido a acúmulos de fracassos na vida acadêmica, invalidez das respostas corretas, quando não literais àquelas apresentadas no material de apoio, possibilidade de ocultar dificuldades diante a falsa impressão de compreensão por meio da decoreba (MOREIRA, 2013). A aprendizagem significativa exige uma mudança de postura do aprendiz, pois para Ausubel (2003) uma das condições é que o educando esteja disposto a criar interações entre o material a ser aprendido e seus conhecimentos prévios, de forma significativa, reelaborando-os e enriquecendo-os.

É importante salientar que a aprendizagem mecânica faz parte do processo de construção da aprendizagem significativa, pois quando não há conhecimentos prévios para ancorar as novas informações as informações são armazenadas de forma literal (MOREIRA, 2013). Porém, caso continuem sendo relacionados às novas informações, esses conhecimentos mecanicamente aprendidos serão reorganizados na estrutura cognitiva do aprendiz (LEMOS, 2011).

A segunda condição é que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo, ou seja, relacione-se de maneira não-aleatória e não-literal aos conhecimentos prévios do aluno (AUSUBEL, 2003). Portanto, um material potencialmente significativo deve considerar a relação entre o conhecimento lógico, específico de cada assunto, e os conhecimentos psicológicos, os que os indivíduos carregam consigo (LEMOS, 2011). Assim, o novo material de instrução terá mais chance de encontrar uma base adequada e relevante para se ancorar na estrutura cognitiva do aprendiz e maior possibilidade de relacionar-se a símbolos e ideias que eles já dominem (AUSUBEL, 2003).

Note que, o material de aprendizagem “só pode ser potencialmente significativo” (MOREIRA, 2013, p.12), pois a construção de significados é uma ação pessoal, ativa, dinâmica e intencional (LEMOS, 2011), ou seja, depende dos conhecimentos que o próprio aprendiz dispõe em sua estrutura cognitiva e sua disposição em acioná-los e confrontá-los

com o novo objeto de conhecimento. Ser significativo não é sinônimo de ser correto ou adequado aos conhecimentos cientificamente construídos, pois é o sujeito que atribui valor, importância ou utilidade dependendo da interação que estabelece com novos saberes (LEMOS, 2011).

Segundo a teoria da aprendizagem significativa, a organização do material potencialmente significativo, deve considerar previamente a estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2013). A estrutura cognitiva é composta pelos conhecimentos prévios relevantes, também conhecidos como subsunçores, formando conjuntos hierárquicos que se relacionam dinamicamente por diferenciação progressiva ou reconciliação integradora. Dessa forma, entende-se que o indivíduo progressivamente diferencia conceitos mais gerais e, ao mesmo tempo, reconcilia integrativamente os conceitos mais específicos (MOREIRA, 2013).

Em Moreira (2013) são apresentadas algumas estratégias facilitadoras para promover a relação com o material de instrução, tais como: *a diferenciação progressiva, a reconciliação progressiva e os organizadores prévios* (MOREIRA, 2013).

A organização hierárquica e dinâmica da estrutura cognitiva revela uma estratégia que pode ser utilizada na apresentação dos conteúdos programáticos, tal como proposto por Ausubel (2003):

Quando se programa a matéria de acordo com o princípio de diferenciação progressiva, apresentam-se, em primeiro lugar, as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina e, depois, estas são progressivamente diferenciadas em termos de pormenor e de especificidade (AUSUBEL, 2003, p.166).

Assim, o ensino de uma disciplina utilizaria como ponto de partida os assuntos mais gerais e inclusivos, que teriam mais chances de encontrar um ponto de ancoragem, partindo para conceitos mais específicos, e voltando a aqueles no decorrer de todo o processo. O ensino poderia, portanto, favorecer a diferenciação progressiva de assuntos mais gerais, destacando algumas especificidades por meio de exemplos e, simultaneamente, gerar a integralização desses conceitos pormenorizados.

Além disso, para facilitar a relacionabilidade ou discriminabilidade entre os novos conhecimentos e os subsunçores, Moreira (2013) indica o uso de organizadores prévios, antes mesmo da apresentação do novo material de aprendizagem.

“Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem [...] Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas.”(MOREIRA, 2013, p.14).

Vale destacar que o uso de organizadores prévios defendido por Moreira (2013) são aqueles usados para explicitar a relação entre o novo conhecimento e os conhecimentos que o indivíduo já possui e não para construir subsunçores. Segundo ele pesquisas anteriores já demonstraram sua baixa eficiência neste sentido, uma vez que a aprendizagem significativa é fortemente dependente da disponibilidade de conhecimentos prévios relevantes, assim seria difícil um recurso educativo que pudesse substituí-lo, quando ele não se encontra disponível.

Outra variável importante na construção do conhecimento é a linguagem (MOREIRA, 2013). Ela está totalmente relacionada a toda a forma humana de lidar com a realidade, através dela se dá a negociação de significados por meio do diálogo entre os sujeitos. Por isso, o desenvolvimento de trabalhos colaborativos também pode ser considerada estratégia facilitadora da aprendizagem significativa, uma vez que favorecem o intercâmbio de significados e o professor assume o papel de mediador.

No entanto, estratégias ditas facilitadoras também podem gerar aprendizagem mecânica, se o foco for metodologias comportamentalistas, como sim, não, copiar e reproduzir (MOREIRA, 2013). Ou seja, apenas o uso de medidas facilitadoras não é suficiente para gerar a apropriação significativa, isso dependerá também de uma nova postura do aluno e do professor no decorrer processo do processo didático – pedagógico.

Nota-se, portanto, que tão importante quanto conhecer os mecanismos cognitivos envolvidos na aprendizagem, é fundamental, também, entender o valor das interações estabelecidas entre os sujeitos envolvidos na construção de novos significados. Discutiremos mais um pouco sobre isso e a importância da linguagem como um sistema fundamental para desenvolvimento humano, a partir da teoria de Vygotsky.

1.5. O papel das interações sociais

Para Vygotsky, os processos sociais têm grande relevância para o desenvolvimento e conduta humana (NUNES, 2007). Ele considera que o ser humano é dotado por dois tipos de funções psicológicas: as naturais e as superiores. As naturais já nascem com o próprio indivíduo, são biológicas e garantem a sobrevivência. Já as superiores são construídas na interação com o outro, como o uso da linguagem, a imaginação, atenção voluntária, ação intencional, ou seja, são os processos típicos dos humanos.

A formação das funções mentais superiores ocorre por meio das relações sociais, a partir da apropriação de novos signos e domínio sobre novos instrumentos. Assim, os significados além de serem apropriados, são modificados e alteram também as funções mentais do aprendiz (MOREIRA, 2008).

Na relação de troca mútua, os sujeitos compartilham conhecimentos já consolidados e alcançam novos níveis de desenvolvimento ao realizar, com os outros, novas operações, é criada a zona de desenvolvimento proximal, assim definida por Vygotsky (1991):

“É a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes [...] zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário.” (VYGOTSKY, 1991, p.58).

O nível de desenvolvimento potencial representa as atividades para a qual o sujeito não desenvolveu habilidades suficientes para resolver sozinho, porém com a orientação de outros é capaz de fazê-lo, enquanto que a zona de desenvolvimento real refere-se às habilidades e conhecimentos que o sujeito já desenvolveu. A zona desenvolvimento proximal, revela saberes que estão em formação, que mais tarde serão consolidados (VYGOTSKY, 1991). Esse conceito trazido por Vygotsky salienta a importância da interação social, por meio da qual, há troca de ideias, onde os indivíduos ao serem mediados podem internalizar saberes ainda não consolidados, tendo a possibilidade de ampliar sua atuação, consciência e funções mentais.

Em vista disso, o ensino, a partir do desenvolvimento real e potencial do educando, evoca novos avanços, pois elabora estratégias cognitivas que favorecem a internalização dos

saberes socialmente construídos (TEZANI, 2006). Como resultado, as relações interpessoais culminam em processos intrapessoais:

Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapicológica). Isso se aplica igualmente para a atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos. (VYGOTSKY, 1991, p.41).

O desenvolvimento das funções humanas depende das relações do sujeito com o mundo e com os outros, mediada por dois elementos básicos: os signos e os instrumentos (VYGOTSKY, 1991). Ambos têm função mediadora, entretanto, têm diferenças essenciais, enquanto o primeiro é uma atividade interna, o segundo regula as ações sobre o meio.

Os signos regulam atividades internas que controlam o psiquismo do indivíduo, exemplo: linguagem, escrita e sistema de números. A linguagem é um sistema de signos fundamental no desenvolvimento de funções psicológicas mais sofisticadas, pois unem pensamento e fala em pensamento verbal e a linguagem racional (TEZANI, 2006). Por meio da linguagem, a criança desenvolve a capacidade de abstração e generalização, construindo um discurso interior, que a auxiliará na organização do pensamento. Disso, resulta a capacidade de transitar entre o concreto e o abstrato no modo como interpreta o mundo.

Os instrumentos permitem a reorganização das informações externas para que possam ser acessadas sempre que necessário, como um bilhete, por exemplo (NUNES, 2007). Assim, podem ser citados como instrumentos psicológicos da educação: a régua, a borracha, o lápis e os diversos tipos de signos gráficos, fonéticos e gestuais, pois funcionam como elementos facilitadores da interiorização de conteúdos.

Os signos e instrumentos, ao possibilitarem a intermediação entre conhecimentos internos e externos ao sujeito, mudam a forma como ele se vê e atua no mundo. Deste modo, tem-se um processo de construção de consciência, a mudança da maneira como se interpreta algo e o aprendizado de novos saberes.

É na sociedade que os signos e os instrumentos são construídos e utilizados, e ao mesmo tempo alteram e interferem no desenvolvimento social e cultural (MOREIRA, 2008). Assim, conforme os indivíduos interagem mediados por esses elementos, reconstruem mais saberes, desenvolvendo novas operações e são criadas possibilidades de desenvolvimento das funções mentais superiores.

Diante do exposto, a linguagem e o instrumento atuam na zona de desenvolvimento proximal, mediando significados histórico-culturalmente construídos.

1.6. O papel do professor

Professor “é aquele cuja formação ou especialização acadêmica é ensinar [...] ministrar disciplinas, matérias numa escola ou universidade” (PROFESSOR, 2019). Mas, como devemos ensinar?

Para atender a seus objetivos de ensinar os professores tem assumido diferentes posturas. Tunes, Tacca e Junior (2005) destacam dois papéis que alguns professores tendem a assumir a partir de analogias com as funções do “jardineiro” e do “escultor”. Sendo “jardineiro” aquele professor que ao acreditar nas capacidades inatas do aprendiz, atua de forma permissiva, gerando poucas interferências. Por outro lado o “escultor”, que com autoritarismo, procura provocar mudanças esperadas com base em planejamentos rígidos.

Quem dera encontrássemos uma receita perfeita para responder essa pergunta. Contudo, Libâneo (2011) sugere como caminho que o professor assuma o papel de mediador do processo educacional.

No contexto educacional, entende-se a mediação como intervenção do professor para desencadear o processo de construção do conhecimento (aprendizagem) de forma intencional, sistemática e planejada, potencializando ao máximo as capacidades do aluno. A mediação possibilita a transmissão de valores, as motivações, os saberes culturais, os significados; ajuda a interpretar a vida. (BRASIL, 2002, p.54).

O papel mediador do professor se concretiza antes mesmo do seu trabalho em sala, mas inicia-se desde a organização dos conteúdos, o planejamento das estratégias de ensino de comunicações verbais e práticas que irão direcionar as relações entre aluno - professor e aluno – aluno em torno das ações sobre o material de aprendizagem (SFORNI, 2009). A autora considera que o professor é aquele que por dominar os conhecimentos cria formas de torná-los mais acessíveis aos estudantes, sua mediação é, portanto, mediada pelo conhecimento, concretizando –se na relação sujeito- conhecimento- sujeito.

Assim, o professor deve oferecer condições para que o estudante estabeleça relação cognitiva com os conhecimentos abordados, mobilize suas atividades mentais, desenvolva

autonomia para elaborar de forma independente seus conhecimentos ao lidar com as variadas situações do cotidiano (LIBÂNEO, 2011).

Entendendo que o sujeito constrói novos significados a partir das interações que estabelece com os outros, mediados por elementos físicos e simbólicos (VYGOTSKY, 1991). O ensino deve ser pautado no diálogo, construindo possibilidades de relações professor – aluno e aluno- aluno, pois entendendo que promover estratégias planejadas, críticas e reflexivas, gerar questionamentos e indagações são essenciais para aprendizagem (TUNES; TACCA; JUNIOR, 2005).

Diante disso, a mediação envolve a ligação cognitiva estabelecida entre o aprendiz e o conteúdo e também as condições didáticas elaboradas para que isso aconteça, portanto buscase um ajuste entre os objetivos, conteúdos e métodos utilizados pelo docente e o interesse do discente (LIBÂNEO, 2011). Segundo o autor, cada aula depende dos desafios, situações-problema, experimentações, simulações, estratégias variadas utilizadas pelo educador, levando em consideração as motivações dos alunos, ou seja, os valores sociais e culturais da sociedade onde ele está inserido, e que os levem a participar ativamente.

Entretanto, é importante reconhecer o caráter bilateral desse processo de ensino e aprendizagem, em que as relações estabelecidas entre os alunos e entre o professor e o aluno são fundamentais para que este seja dinâmico e efetivo (BRASIL, 2000)

Em vista do exposto, é possível afirmar que um processo de ensino - aprendizagem mais efetivo depende do movimento de ambos, aluno e professor, e seus respectivos compromissos de predispor-se a aprender significativamente e de utilizar materiais potencialmente significativos (LEMOS, 2011). Desta forma esse processo envolve responsabilidades distintas para educador e educando, como destacado por Lemos (2011):

O primeiro deve:

a) diagnosticar o que o aluno já sabe sobre o tema; b) selecionar, organizar e elaborar o material educativo; c) verificar se os significados compartilhados correspondem aos aceitos no contexto da disciplina e d) rerepresentar os significados de uma nova maneira, caso o aluno não tenha ainda captado aqueles desejados. O aluno, por sua vez, tem a responsabilidade de: a) captar e negociar os novos significados e b) aprender significativamente (LEMOS, 2011, p.29).]

Seria necessário considerar ainda a interferência que o contexto desempenha sobre o processo de ensino e aprendizagem, ainda que seja o professor o responsável direto pela organização do material de ensino. Pois, como apontado pelo autor acima os fatores macroestruturais (social, político, ambiental e social) podem interferir positiva ou negativamente nesse trabalho. Entretanto, aqui, não nos aprofundaremos nesta questão.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2. 1. Caracterização da pesquisa

Diante do questionamento que motivou o desenvolvimento da investigação “*Como pode o jogo didático promover a participação ativa do aluno na abordagem dos temas fermentação e respiração celular?*” identificamos na pesquisa de natureza qualitativa a abordagem mais adequada para desenvolvê-la. Segundo Godoy (1995) , Ludke e André (1986), existem alguns aspectos essenciais às pesquisas qualitativas: o pesquisador e o ambiente natural são usados como fontes diretas de dados; exige uma visão holística sobre todos os elementos envolvidos, pessoas, ambiente; e as interações, comportamentos durante o processo são mais importantes que o resultado.

O desenvolvimento pautou-se na elaboração e aplicação de um jogo didático no espaço formal de ensino, a fim de investigar as contribuições do uso desse material no processo de ensino e aprendizagem de Biologia, especificamente do tema fermentação e respiração celular. Os materiais obtidos nesse processo são essencialmente descritivos, pois procuramos descrever os participantes, o ambiente, as interações e transcrever comentários (LUDKE; ANDRÉ 1986)

A coleta de dados foi realizada por meio da observação direta e da aplicação de questionários do tipo semiestruturado. A observação é elemento fundamental de pesquisas, presente em todas as etapas de seu desenvolvimento, em especial na fase de coleta de dados (GIL, 2008). Esse procedimento científico facilita a verificação mais direta da ocorrência de determinados fenômenos, sem intermediários.

O uso de questionários semiestruturados constituído por perguntas fechadas e abertas, possibilita obter dados mais específicos sobre a opinião do entrevistado, pois conseguimos direcionar o tema. Para Gil (2008) esse tipo de levantamento de dados fornece informações sobre conhecimentos, valores, sentimentos e interesses dos participantes, ao mesmo tempo que garante o anonimato das pessoas.

A análise e interpretação dos dados baseou-se em um processo indutivo, feito por meio da organização dos dados em categorias pré e pós estabelecidas, a verificação com base nestas categorias e tratamentos das informações se deu com base no referencial teórico previamente apresentado.

Para poder iniciar a dada intervenção, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ pela Plataforma Brasil, após o consentimento da diretora da escola através da assinatura do TC (APÊNDICE A), e aprovado sob o número CAAE - 91986418.1.0000.5259. Os alunos maiores de idade assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido -TCLE (APÊNDICE B) e os menores de idade, o TCLE foi assinado pelos pais (APÊNDICE C).

2.2. Local e sujeitos da pesquisa

O local escolhido para a pesquisa foi uma escola pública Estadual localizada no 4º distrito do município de Duque de Caxias. A escola funciona em três turnos (matutino, vespertino e noturno) com turmas de 6º ano do fundamental ao 3º ano do Ensino Médio. É classificada, segundo resolução SEEDUC/RJ, como uma escola de difícil provimento, devido à escassez de transportes públicos que circulam próximo à unidade escolar, especialmente à noite.

O público alvo escolhido para esta investigação foi uma turma de primeiro ano do Ensino Médio regular noturno da referida escola. Essa turma no início do ano era composta por 40 alunos, porém alguns alunos pediram transferência, mudaram de turno e outros abandonaram a escola. Assim, na época da realização da pesquisa a turma era composta por 15 alunos regularmente matriculados, com idade entre 16 e 21 anos de idade, sendo três do sexo feminino e 12 do sexo masculino.

A pesquisa foi desenvolvida no ano de 2018, com a participação de todos os alunos da turma. Deste total, quatro deles exerciam atividades remuneradas durante o dia, por isso optaram pelo ensino noturno. Os demais alegavam ter dificuldade de encontrar vagas próximas de casa em outro horário. E uma parte deles, afirmava cursar à noite por acreditar ter menores cobranças por parte dos professores, diziam ser mais “fácil”.

O espaço físico da sala era grande em relação a quantidade de alunos e eles costumavam sentar-se organizando-se em pequenos grupos ou duplas, espalhados, inclusive no fundo da sala. Os discentes eram tranquilos, costumavam participar dos diálogos estabelecidos pela professora durante as explicações.

A escolha por esse público ocorreu devido ao fato de a autora dessa pesquisa atuar como professora de Biologia nesta escola há três anos e essa ser uma das turmas com a qual trabalhava. De acordo com Gil (2008):

É claro que a preocupação em buscar respostas para indagações não é imune às influências e contradições sociais. O pesquisador, desde a escolha do problema, recebe influência de seu meio cultural, social e econômico. A escolha do problema tem a ver com grupos, instituições, comunidades ou ideologias com que o pesquisador se relaciona (GIL, 2008, p.34)

Portanto, foi lecionando para o público dessa escola, que observei as dificuldades e o desinteresse dos alunos em alguns temas em Biologia, em especial fermentação e respiração celular, a escassez de material e a necessidade urgente de uma abordagem de ensino que propiciasse a compreensão desses processos a partir de uma visão holística sobre o funcionamento do organismo e que, ao mesmo tempo, fosse mais motivadora e desafiadora para os alunos.

No ano em que a investigação foi desenvolvida, o conteúdo programático de Biologia para o Ensino Médio foi organizado de modo a explorar os assuntos pertinentes à citologia no final do primeiro ano, essa foi outra razão para escolha do grupo.

Assim, fizemos a intervenção no quarto bimestre de 2018 a partir de uma abordagem qualitativa, tivemos como foco principal analisar a receptividade dos alunos frente a essa proposta de ensino, por meio da observação dos comportamentos apresentados, os diálogos travados e as opiniões expostas nos questionários a respeito do jogo. Com isso, procuramos identificar a influência do jogo na participação dos alunos e analisar, sob o ponto de vista do aluno, se o uso de instrumentos como estes podem ajudar a mediar a formação de novos significados no processo de aprendizagem.

2.3. Etapas da pesquisa

2.3.1. Elaboração do jogo

Esta etapa refere-se à confecção de cada elemento que constitui o jogo, como o tabuleiro, as cartas, os blocos e o manual. Para a confecção desse material procuramos nos basear em fontes que oferecessem fácil linguagem ao abordar o assunto, e conteúdos

comumente vistos no ano de escolaridade considerado, de modo que estivessem atualizados. Por isso, nos pautamos em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, de Ensino Superior e artigos explorados nas aulas das disciplinas do mestrado (QUADRO 1). Além disso, a discussão sobre os teóricos apresentados norteou a reflexão sobre os elementos do jogo.

Quadro 1- Dado dos livros

Coleção: Biologia em contexto (vol. 1) Autor: José M. Amabis e Gilberto R. Martho. Editora: Moderna- SP, 2013.
Coleção: Biologia Moderna (vol. 1) Autor: José M. Amabis e Gilberto R. Martho. Editora: Moderna- SP, 2016.
Coleção: Biologia Hoje. (vol.1) Autor: Sérgio Linhaes, Fernando Gewandszjadje e Helena Pacca Editora: Ática – SP, 2017
Coleção: “Bioquímica Médica de Marks” Autor: (SMITH; MARKS; LIEBERMAN, 2007) Editora: Artmed – RS, 2007
Título do artigo: “Os combustíveis do exercício físico” Autor: Paulo Cesar de Carvalho Alves Revista: Ciência Hoje, v. 42, n. 25, p. 20-27, agosto de 2008.
Título do artigo: “Mitocôndria: ATP, calor e morte celular. Revista Ciência” Autor: Anibal Eugênio Vercesi. Revista: Ciências Hoje, v. 34, n. 199, p. 16-23, 2003.

Fonte: A autora, 2019

2.3.2. Observação direta - conhecimentos prévios e utilização do jogo

A intervenção realizou-se em dois encontros. Num primeiro momento, os alunos foram previamente questionados pela pesquisadora com as perguntas: “Como o corpo gasta energia” e “Como o corpo produz energia”. Essa estratégia teve como objetivo investigar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do assunto que seria abordado. Em seguida, fizemos leitura do texto “Como é obtida a energia que faz nosso corpo funcionar?” (PORTILHO,

2008) que foi utilizado como apoio para nortear o diálogo durante a exposição do assunto. O artigo apresenta uma ilustração da mitocôndria e algumas moléculas que participam do processo de respiração celular e, a partir do questionamento do título, explica de forma breve como acontece a produção de energia, desde glicose obtida na digestão do consumo do pão até a produção de ATP na mitocôndria, exemplifica o gasto de energia explicando o funcionamento dos músculos.

Seguiu-se a leitura e discussão das ideias apresentadas no artigo, bem como esclarecimento de alguns pontos. No decorrer dessa etapa, buscou-se um diálogo a fim de averiguar as possíveis compreensões que os discentes desenvolviam a partir da leitura e explicações feitas. Finalizou-se esse encontro, solicitando aos alunos que relessem o texto em casa, buscando entender o processo de respiração a partir de novas fontes de pesquisa e foram informados que na próxima aula um jogo seria aplicado.

No segundo encontro, foram reiterados sobre o prosseguimento da pesquisa e a importância sobre seu desenvolvimento. Inicialmente, foi explicada a proposta da aula aos alunos, bem como foi feita a apresentação do jogo didático construído. Em seguida, foi solicitado que eles observassem as ilustrações do tabuleiro e procurassem estabelecer explicações sobre a relação entre as imagens, posteriormente os alunos foram convidados a jogar, organizando-se em grupos de cinco alunos. Então, foram formados três grupos.

Durante a aplicação, a professora-pesquisadora procurou acompanhar o comportamento de todos os grupos, esclarecendo possíveis dúvidas a respeito do funcionamento do jogo, instigando-os a buscarem informações no próprio tabuleiro para responder às perguntas. Manteve-se, ao mesmo tempo, observando a conversação e a interação entre os participantes, pois “aqui o pesquisador deve aprender a usar sua própria pessoa como instrumento mais confiável de observação, seleção, análise e interpretação dos dados coletados” (GODOY, 1995, p.62).

O jogo foi aplicado de modo a investigar a sua aplicabilidade em classe regular de ensino, dentro do tempo que costuma ser disponibilizado para as aulas de Biologia, dois tempos de aula (cerca de 90 min). Apesar de esse tempo já ser notavelmente curto, o grupo aqui considerado ainda apresenta uma questão complicadora a mais, o fato de as aulas do noturno serem desenvolvidas, algumas vezes, com tempo reduzido de aula. Isso acontece devido à escassez de transporte nesse horário.

Assim, o término do jogo dependeu da contribuição da professora do horário seguinte, que cedeu o seu tempo de aula a pedido dos alunos da turma, pois eles desejaram continuar o jogo. O último grupo, terminou o jogo aproximadamente 80 minutos após o início da aula.

2.3.3. Aplicação de questionário

Com esta etapa da pesquisa tivemos o objetivo de conhecer a percepção do aluno a respeito do material, se os aspectos lúdico, motivador e educativo haviam sido alcançados. Para isso, após o término do jogo foi solicitado aos alunos que respondessem ao questionário semiestruturado (APÊNDICE D) de forma anônima.

O questionário foi elaborado pela pesquisadora a partir da discussão do texto de Savi et al. (2010), que apresenta uma proposta de modelo para avaliar jogos educacionais. O questionário era constituído por doze afirmações, para as quais os participantes deveriam indicar em uma escala de três pontos, onde 1, 2 e 3 equivalem respectivamente a discordo, concordo parcialmente ou concordo totalmente. Segundo Rodriguez (2005) uma escala de três pontos é suficiente, diminuindo o tempo de coleta sem afetar significativamente na eficiência e se ajusta a pequenas amostras.

As 12 afirmações representavam três categorias diferentes propostos por Savi et al. (2010), assim distribuídas:

- a) motivacional: quatro afirmações para avaliar a reação dos alunos em relação ao jogo;
- b) interação: seis afirmações para avaliar a experiência de interação com o jogo, relacionada ao prazer, distração e desafios e as interações propiciada com os demais participantes;
- c) conhecimento: duas afirmações para que o aluno expusesse sua experiência quanto a aprendizagem.

Além das questões fechadas, o questionário disponibilizava um espaço para que os alunos acrescentassem comentários, caso fosse de seu interesse, expressando suas impressões sobre o jogo, características, elementos, regras ou a experiência vivenciada.

2.4. Análise dos dados

A análise ocorreu por meio da observação direta ou pelo uso do questionário semiestruturado.

Durante a análise e discussão, a identificação dos participantes foi feita por meio do uso de um código, no qual um número de 1 a 15 foi atribuído a cada um, associado a palavra aluno, a fim de manter o anonimato.

A categorização dos comentários ocorreu de forma similar à utilizada na elaboração das questões fechadas, formando assim três categorias de acordo com a percepção do aluno sobre as vivências proporcionadas pelo uso do jogo, relacionadas aos aspectos motivacionais, de interação e de conhecimento e a formação de outras categorias quando necessário. Desta maneira, os dados coletados foram selecionados, organizados de forma sistemática com base nas semelhanças e diferenças, verificamos os significados a partir de revisões e comparações entre dados desta e de outras pesquisas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Elaboração do jogo

O jogo foi construído no decorrer dos semestres iniciais do mestrado, em resposta às dificuldades de ensino e aprendizagem do tema: respiração celular e fermentação no Ensino Médio, observadas por mim no decorrer da experiência como professora.

A proposta foi construir um material educativo que tratasse os referidos processos metabólicos com base em uma visão holística sobre o funcionamento do corpo humano. De maneira que a discussão do assunto por meio do jogo permitisse extrapolar as compreensões sobre esses processos metabólicos, possibilitando também o entendimento da importância desses processos para manutenção de outros organismos vivos. De acordo com Jófili, Sá e Carneiro-Leão (2010), tradicionalmente, os conteúdos sobre metabolismo energético são trabalhados de forma compartimentalizada e fragmentada, favorecendo apenas a memorização.

Frente a esse objetivo, o jogo nasceu a partir da exploração de ilustrações e informações presentes nos livros didáticos e artigos já citados na metodologia.

O uso do dado acelerou a passagem pelas etapas que constituem o jogo. Os pontos de parada obrigatória foram inseridos como forma de fazer com que todos os participantes se dessem conta de que havia acontecimentos imprescindíveis para a ocorrência de cada etapa; os avisos no próprio tabuleiro fazem referência a algumas reações que permeiam esse processo mantendo o caráter lúdico, pois gera mais desafios para os participantes. Além desses elementos, foi desenvolvida uma narrativa introdutória ao jogo.

Essa narrativa foi criada a partir das considerações sobre a teoria de David Ausubel acerca da importância do uso dos organizadores prévios para facilitar a aprendizagem significativa. Segundo ele, esse tipo de estratégia deveria ser sempre empregada, pois possibilita que o educando estabeleça relação mais facilmente entre seus conhecimentos prévios e o novo material de instrução.

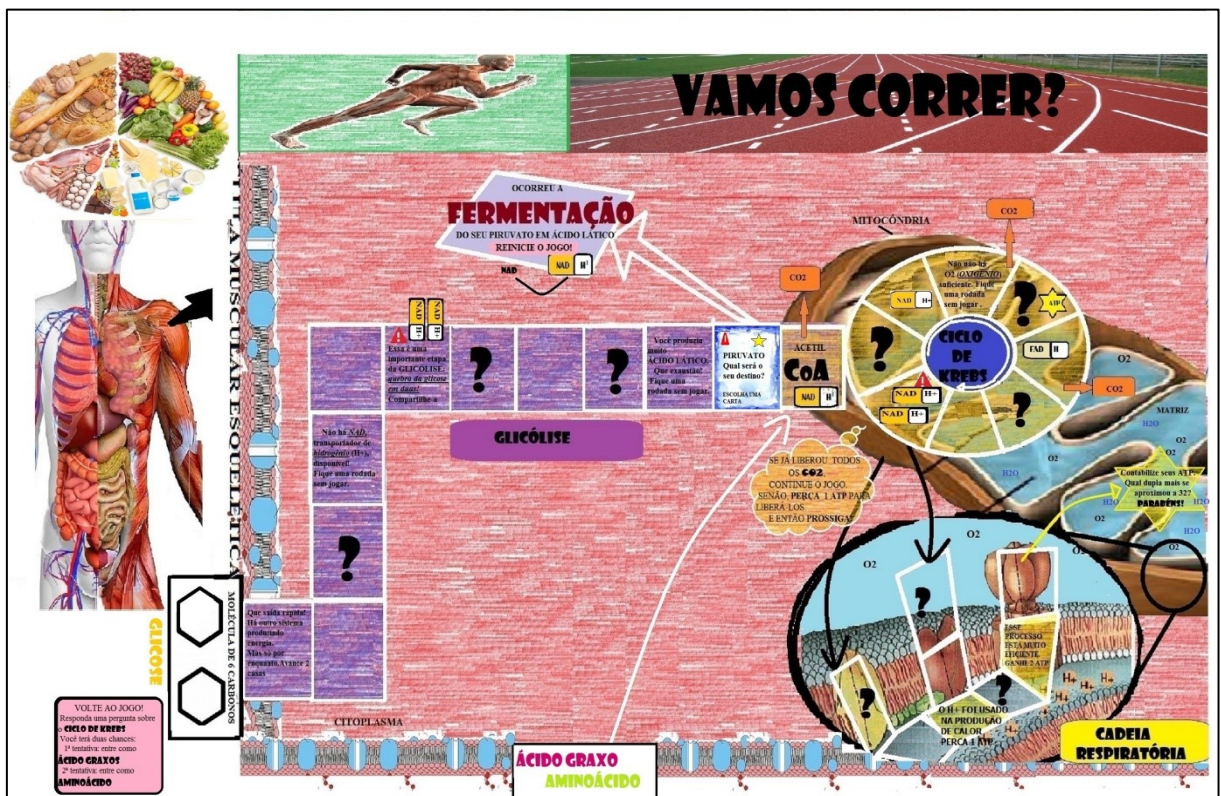
3.1.1. Características do jogo

O jogo didático produzido foi intitulado “Vamos correr?”, fazendo referência ao fato de o jogo se passar no interior de uma célula do tecido muscular esquelético humano. É um jogo de tabuleiro que desafia os jogadores a passarem pelas etapas da respiração celular (glicólise, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa), cumprindo algumas solicitações e demonstrando conhecimentos sobre metabolismo energético. Tendo como vencedor aquele que acumular 30 ou 32 ATP, ou uma quantidade mais próxima, ao final do jogo.

O jogo é composto por:

- tabuleiro com dimensões de 80 x 40 cm;
- dado (com numeração de 1 a 3);
- cartas com perguntas correspondentes às etapas do jogo;
- fichas que representam ATP, NADH e FADH₂;
- um bloco de pinos para cada dupla de jogador;
- Narrativa e manual do jogo.

Figura 2 - Tabuleiro do jogo “Vamos correr?”



O tabuleiro do jogo “Vamos correr” (Figura 2) nasceu a partir da releitura da representação esquemática dos conjuntos de transportadores de cadeia respiratória e da síntese de ATP (ANEXO A) e da representação esquemática das etapas do metabolismo aeróbico da glicose com produção de ATP (ANEXO B), presentes no livro “Biologia em contexto” (AMABIS; MARTHO, 2013). As imagens, então, foram adaptadas às características do jogo, a fim de: construir a trilha do jogo, destacar as etapas que correspondem às fases do processo da fermentação lática e respiração celular e incluir as informações necessárias, de modo a representar parte de uma célula e de uma mitocôndria pertencentes ao tecido muscular esquelético.

Além disso, a inclusão da ilustração com partes dos sistemas muscular, cardiovascular, digestório e respiratório em evidência facilita a integração das informações que são discutidas no decorrer do jogo. Da mesma forma que a presença da imagem de alimentos variados, faz referência as fontes de biomoléculas fundamentais à produção de ATP.

3.1.2. Início do jogo e narrativa introdutória

O jogo inicia-se com a organização de duas duplas e a definição sobre quem será o jogador-chefe, que ficará responsável por ler as instruções e organizar as fichas e cartas durante o jogo. Apresentaremos a narrativa introdutória, dividindo-a em três trechos.

Figura 3 – Primeiro trecho da narrativa introdutória do jogo

Você está prestes a iniciar uma corrida!

Durante a atividade física, o nosso coração bate mais rápido, a frequência de nossa respiração aumenta, os músculos doem sob o excessivo esforço físico, o suor começa a escorrer e, no fim, o aumento de apetite.

Você provavelmente já conhece todas essas reações que acontecem no seu corpo durante a prática de algum exercício físico, não é mesmo?

Fonte: A autora, 2018.

O primeiro trecho da narrativa introdutória do jogo (Figura 3), ao abordar sobre algumas mudanças funcionais que o corpo humano geralmente apresenta durante o exercício

físico, como a mudança na frequência respiratória e cardíaca, procurou criar uma relação com os possíveis conhecimentos prévios dos aprendizes com aqueles que serão abordados no decorrer do jogo.

Figura 4 – Segundo trecho da narrativa introdutória do jogo

Porém, nessa corrida você e sua dupla serão biomoléculas dentro de uma célula do tecido muscular no corpo de um atleta.

Dois atletas resolveram desafiar-se, um é velocista, e como tal acostumado a percorrer 200m rasos e o outro é fundista que costuma participar do atletismo de pista percorrendo 10.000 m. As diferenças físicas entre eles são nítidas, enquanto o velocista tem um porte mais robusto exigindo muito esforço de seu músculo em pouco tempo, o fundista é mais magricelo, exigindo muito fôlego e resistência de seu corpo. Mas ainda assim, resolveram competir em uma prova que, segundo eles, deixaria a disputa mais equilibrada: prova de meio fundo, onde eles terão que correr 1.500 m. E agora quem será o vencedor?

Fonte: A autora, 2018.

O segundo trecho da narrativa introdutória do jogo (Figura 4), faz uma breve exposição sobre as diferenças físicas que os atletas de performance diferentes tendem a apresentar, como é o caso do fundista e do velocista. Essas diferenças ocorrem porque o velocista realiza exercício de explosão, neste caso as reservas de glicose presentes nos músculos serão muito requisitadas em pouco tempo, a maior parte da energia é produzida por via anaeróbica. Enquanto, os fundistas realizam atividades de resistência, a contração muscular é lenta e depende de um alto aporte de oxigênio, a maior parte da energia é produzida por via aeróbica.

Assim, o texto busca utilizar a observação e discussão sobre as diferenças físicas e de performance dos atletas para acionar “pontos de ancoragem” a fim de facilitar a aprendizagem dos processos metabólicos anaeróbico (fermentação) e aeróbicos (respiração celular).

Figura 5 - Terceiro trecho da narrativa introdutória do jogo

Para começar joguem o dado e vejam se vocês serão biomoléculas no corpo do velocista ou no corpo do fundista.

Cada integrante joga o dado, a dupla que acumular mais pontos compõe o corpo do velocista e receberá 4 ATP, e a que acumular menos, estará no fundista e receberá 2 ATP.

Fonte: A autora, 2018.

Por fim, o terceiro trecho da narrativa introdutória do jogo (Figura 5) busca fazer uma ligação entre as ideias do texto e o contexto do jogo.

Note que os jogadores representarão biomoléculas no corpo do atleta e aquele referente ao velocista inicia com mais fichas que representam ATP do que o do fundista. Isso foi determinado levando em consideração a performance dos atletas, uma vez que as fibras musculares do velocista produzem ATP por via anaeróbica, por fermentação, mais comumente, que o corpo do fundista. Por isso, a dupla que representa o fundista inicia com menos fichas de ATP. Inclusive essas diferenças serão exploradas mais uma vez em outro momento do jogo.

3.1.3. Elaboração das cartas e fichas

As cartas que constituem o jogo apresentam perguntas sobre assuntos relacionados ao funcionamento integrado dos sistemas e ao processo de respiração celular e fermentação. Para elaboração das perguntas nos baseamos, principalmente, na leitura dos livros didáticos de autores mais escolhidos nas escolas em que trabalhei “Biologia em contexto” (AMABIS e MARTHO, 2013), “Biologia Moderna” (AMABIS e MARTHO, 2016) e “Biologia Hoje” (LINHARES, GEWANDSZNAJDER e PACCA, 2017).

O intuito das perguntas foi promover a organização das ideias dos estudantes, fazê-los refletir sobre como os diferentes sistemas que compõem o corpo trabalham em conjunto o tempo todo e estimulá-los a observar as informações no tabuleiro.

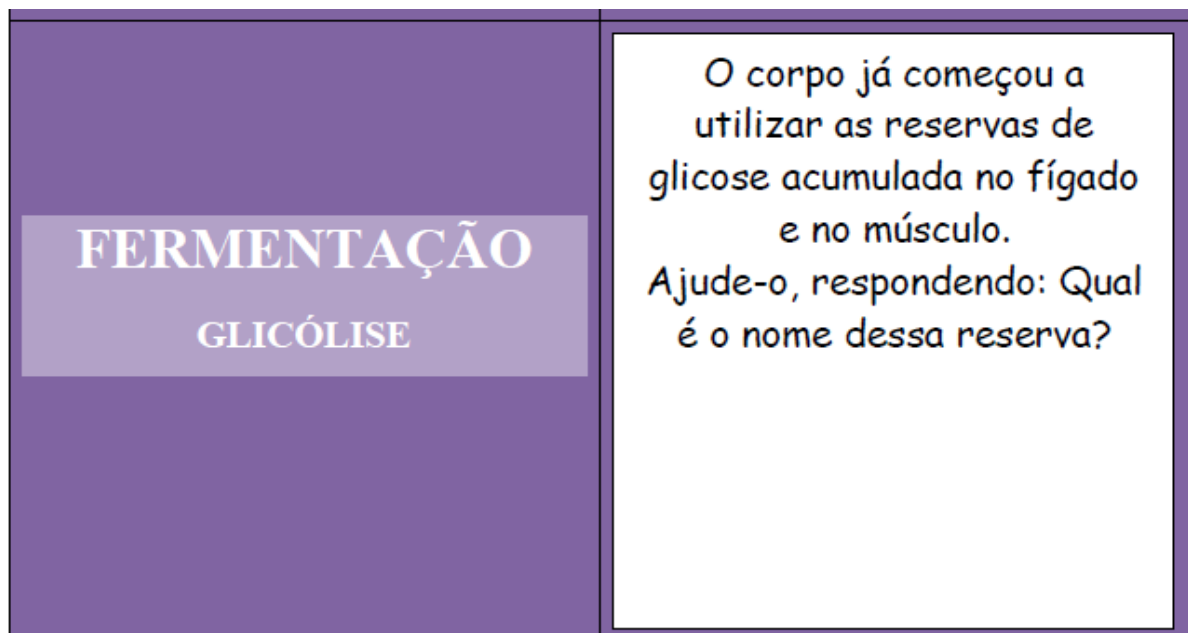
Esse processo de verificação e reformulação das questões foi desenvolvido, considerando-se os princípios da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2013) sobre organização do material educativo, segundo o qual deve-se levar em conta a organização hierárquica da estrutura cognitiva do aprendiz, de modo que os conceitos mais gerais e inclusivos sejam apresentados previamente aos assuntos mais específicos, mas isso não deve ser mantido de forma unidirecional. É importante que se promova a integração desses conhecimentos, indo de assuntos mais inclusivos para mais específico e voltando àqueles sempre que necessário.

Assim, elaboramos perguntas que partem da contextualização, de situações gerais voltados a experiências comuns, para fazê-los pensar sobre conceitos específicos subordinados. E ao mesmo tempo, perguntas que buscam relacionar conceitos de processos metabólicos específicos, a fim de provocá-los a refletir sobre como estes se integram e subordinam a conceitos mais gerais.

Ao mesmo tempo, as questões variam quanto aos níveis de dificuldades, de fácil a difícil, a fim de adequarem-se com as habilidades que os alunos apresentam e ao mesmo tempo gerar novos desafios.

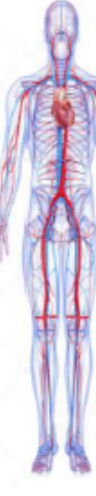
As cartas deverão ser embaralhadas e empilhadas em três fileiras sobre a mesa. Uma vez selecionadas, devem ser respondidas no decorrer de todo o jogo, porém cada etapa tem cartas identificadas por cores diferentes, como nos exemplos de cartas-perguntas (Figura 6): glicólise (fermentação ou respiração) em cor roxa (Figura 6 - A); ciclo de Krebs, cor azul (Figura 6 - B) e cadeia respiratória, amarela (Figura 6 - C).

Figura 6 – Exemplos de cartas-pergunta, frente e verso (continua)



A

Figura 7 – Exemplos de cartas-pergunta, frente e verso (continuação)

	<p>Durante a prática de exercício o batimento cardíaco _____ (DIMINUI OU AUMENTA?) Levando _____ (MAIS OU MENOS?) gases e nutrientes às células.</p>	<p>RESPIRAÇÃO CELULAR AERÓBICA CICLO DE KREBS</p>
--	--	--

B

<p>Em um ambiente que carece de O_2. Qual organismo se adapta melhor, um que faz fermentação ou um que faz respiração celular?</p>	<p>RESPIRAÇÃO CELULAR AERÓBICA CADEIA RESPIRATÓRIA</p>
---	---

C

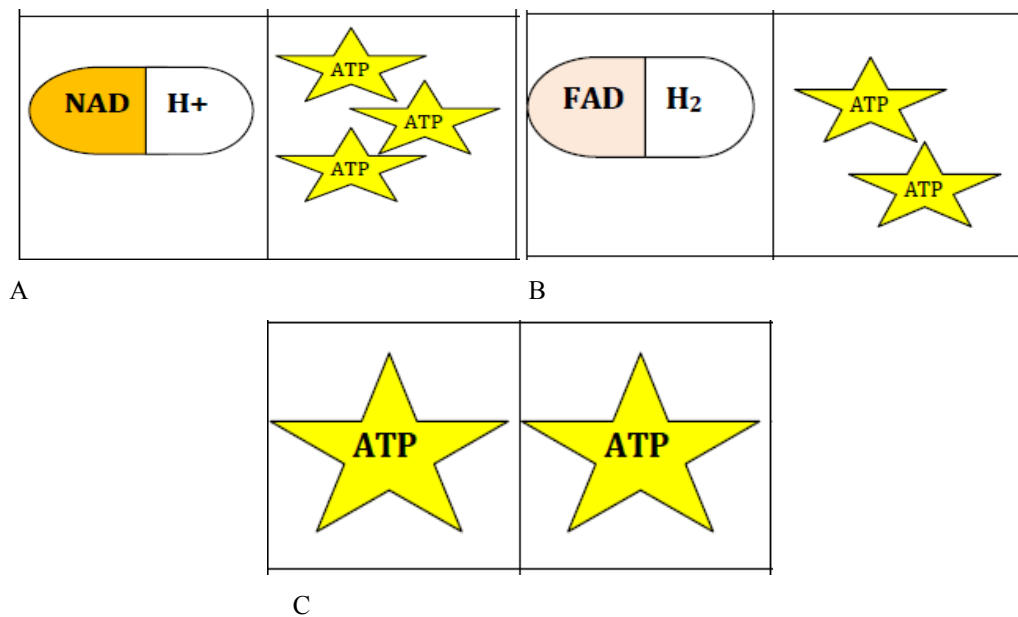
Legenda: A - carta correspondente à Glicólise, questão moderada, com foco em conceitos específicos; B - carta correspondente ao ciclo de Krebs, questão fácil, focando em conceitos gerais; C - carta correspondente à cadeia respiratória – questão difícil, relacionando conceitos específicos e gerais.

Fonte: A autora, 2018.

O jogador-chefe deverá avaliar as resposta, para isso cada carta foi elaborada de modo a apresentar a resposta na face interna. Quando a resposta for considerada correta a carta-pergunta é retirada do jogo; e quando errada pode ser mantida para uma próxima tentativa e quem a errou deverá voltar uma casa. As questões podem ser respondidas em dupla durante todo o jogo.

Além das cartas-pergunta, há as fichas do jogo (Figura 8) que equivalem à redução e formação das moléculas nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADH), dinucleótido de flavina e adenina (FADH₂) e ATP. Os ganhos destas fichas são indicados no próprio tabuleiro e cabe ao jogador-chefe entregá-las. Note que, as fichas de NADH e FADH₂, informam no verso a quantidade de ATP que o jogador contabilizará após a passagem dos H⁺ pela ATP sintase, aqui adotou-se que um NADH corresponderá a produção de 3 ATP e o FADH₂, 2 ATP.

Figura 8 – Fichas do jogo, frente e verso



Legenda: A – ficha correspondente a NADH e seus respectivos ganhos de ATP; B – ficha correspondente ao FADH₂ respectivos ganhos de ATP; C - ficha correspondente ao ATP.

Fonte: A autora, 2018.

3.1.4. Regras do jogo

Os componentes deslocam-se no tabuleiro, utilizando blocos que representam biomoléculas. Os blocos e dados do jogo “Vamos correr?” (Figura 9) são feito com *pinos mágicos*, cortados ao meio. As cores diferentes indicam as moléculas orgânicas que representam, sendo laranja o bloco que representa a glicose; rosa, o ácido graxo; e verde o aminoácido (Figura 9). Além disso, são usados pinos de cores diferentes como identificadores de cada dupla-amarelo ou azul.

Figura 9 - Blocos e dado do jogo “Vamos correr?”.



Fonte: A autora, 2018.

Cada dupla inicia com um bloco que representa a glicose, em laranja, o jogo inicia com entrada de duas “glicoses”, sendo um total de 5 jogadores por partida, ou seja, duas duplas e um jogador chefe.

O percurso será controlado ao longo de todo o jogo com o lançamento do dado, sobre o qual foram colados adesivos para manter a possibilidade de serem sorteados apenas os números de 1 a 3. Assim, cada participante deverá jogar o dado na sua vez e andar, com o seu bloco, o número de casas indicadas, até chegar ao final da terceira etapa (cadeia respiratória).


1ª Etapa (glicólise)

É representada no tabuleiro pelos primeiros 11 passos, nela há duas paradas obrigatórias, três avisos (Quadro 2) e três possibilidades de pergunta. A primeira parada obrigatória corresponde ao passo 6, na qual o bloco deverá ser dividido ao meio, ficando três pinos da molécula mais o pino identificador para cada, total de quatro, para cada integrante. Isto representa a quebra da glicose, o que permitirá a atuação do outro integrante da dupla até


o fim do jogo. Há também a indicação de liberação de íons H^+ , o que leva a formação de NADH, como representação disso o jogador pode pegar duas fichas NADH.

A segunda parada corresponde ao final da primeira etapa, onde há ganho de um ATP e é o momento de descobrir qual será o caminho que o piruvato irá seguir, então cada jogador deverá escolher uma das cartas intituladas “Destino do piruvato”. São disponibilizadas 4 cartas, três iguais ao modelo A (Figura 10 - A) e uma igual ao modelo B (Figura 10 - B).

Figura 10 - Modelos de carta “Destino do piruvato”

<p>FUNDISTA: produz energia de forma lenta= RESPIRAÇÃO CELULAR. Vá para casa da coenzima A “Co-A”!</p> <p>VELOCISTA: rápida produção de energia= FERMENTAÇÃO. Mas se você e sua dupla tiverem pelo menos 3 ATP, siga para RESPIRAÇÃO.</p>	 <p>DESTINO DO PIRUVATO</p>
---	--

A

<p>FUNDISTA: produz energia de forma lenta = RESPIRAÇÃO CELULAR, na Co-A. Mas se não tiver pelo menos 2 ATP deverá ir para a FERMENTAÇÃO.</p> <p>VELOCISTA: rápida produção de energia= FERMENTAÇÃO.</p>	 <p>DESTINO DO PIRUVATO</p>
--	---

B

Legenda: A e B – modelos de possíveis cartas a serem selecionadas ao chegar no fim da glicólise, na casa chamada “destino do piruvato”.

Fonte: A autora, 2018.

Note que as cartas fazem orientações aos jogadores que representam o fundista e os que representam o velocista, que ficou definido desde o início do jogo; os que se referem ao fundista são encaminhados com maior tendência para a respiração celular, enquanto que os do velocista são direcionados para a fermentação. Entretanto, a posse de ATP por parte da dupla, impede a ida deles para a fermentação na maioria dos casos, assim é provável que apenas um jogador siga a fermentação, aquele que ao representar a molécula do velocista pegue a única carta do modelo B. Isso foi uma estratégia de não deixar o jogo muito extenso, ao mesmo tempo possibilitar que alguns casos vivenciem a ida para fermentação.

O participante que seguir para respiração celular deverá deslocar-se para a casa “Co-A”, e o jogador que seguir para a fermentação perderá uma ficha NADH e terá que sair do jogo. No entanto, há também duas possibilidades de o jogador retornar ao jogo, utilizando outro composto orgânico: primeiro representando o ácido graxo, desde que acerte uma das questões sobre o ciclo de Krebs; e, caso erre, poderá retornar como aminoácido, isso dependerá da sorte, caso ele consiga somar 5 ou 6 pontos ao lançar o dado duas vezes, as tentativas poderão ser feitas até que os jogadores finalizem o ciclo de Krebs.

2ª Etapa (Ciclo de Krebs ou ciclo do ácido cítrico)

É representada por nove passos que formam o círculo no tabuleiro, constituído por uma parada obrigatória, um aviso (Quadro 2) e três possibilidades de pergunta. Seu início ocorre a partir da casa “CoA”, onde ocorre a perda de uma peça do pino, o que simboliza a saída de um CO_2 , e o jogador adquire outra peça de NADH e prosseguirá pelo círculo em sentido horário. Na parada obrigatória, presente no final desta etapa, o jogador adquire duas fichas NADH, e terá que verificar se já retirou todos os pinos que representam a molécula, caso contrário para liberá-las deverá perder um ATP, só então poderá prosseguir. Repare que ao longo dessa etapa há possibilidade de ganho de três fichas NADH, uma FADH_2 e um ATP (Figuras 8).

3ª Etapa (cadeia respiratória)

É representada pelos últimos seis passos, onde há dois avisos (Quadro 2) e três possibilidades de perguntas, sem parada obrigatória. Nesta etapa, os passos ocorrem num local correspondente ao espaço entre membranas da mitocôndria e o último passo corresponde à passagem pela bomba ATP sintase. Ao término do jogo para saber quem é o vencedor os participantes em duplas terão que contabilizar os ATP produzidos, para isso adotou-se a seguinte correspondência: NADH relacionado à produção de 3 ATP; e o FADH_2 , relacionado a produção de 2 ATP. No entanto, vale lembrar que a dupla vencedora não é quem acumula

mais ATP, e sim quem produz um valor de ATP mais próximo a 30 seja para mais ou para menos.

Como visto, no decorrer das etapas do jogo há alguns avisos que trazem orientações sobre avançar, ficar parado, perder ou ganhar ATP, como expostos no Quadro 2.

Quadro 2 - Avisos correspondentes a cada etapa do jogo

Etapas	Avisos
Glicólise	“Que saída rápida! Há outro sistema de energia trabalhando, mas só por enquanto. Acelere 2 casas.”
	“Não há transportadores (NAD) disponíveis para carregar os íons de hidrogênio (H ⁺), fique uma rodada sem jogar.”
	“Essa corrida está muito intensa. Você está produzindo muito ácido láctico. Fique uma rodada sem jogar”
Ciclo de Krebs	“Não há O ₂ suficiente disponível. Isso atrasará sua ida para a próxima etapa. Fique uma rodada sem jogar”
Cadeia respiratória (Fosforilação oxidativa)	“O íon H ⁺ voltou para matriz mitocondrial. Foi usado na produção de calor. Perde 1 ATP”
	“Essa cadeia de transportadores de elétron está muito eficiente. Ganhe 2 ATP”

Fonte: A autora, 2018.

Os avisos fazem referência à reações ou situações que podem ocorrer durante os processos energéticos metabólicos aqui considerados, como: a atuação do sistema creatina/fosfocreatina, como fonte imediata de energia; a produção de ácido láctico pelo músculo quando em atividades intensas; a variação da disponibilidade da molécula NAD, por

diferentes fatores, como a falta de oxigênio, afetando a glicólise e o ciclo de Krebs; a produção de calor, quando o fluxo de H^+ retorna a matriz mitocondrial sem passar pela bomba ATP sintase.

Como visto, o jogo proposto utiliza como base os processos metabólicos que ocorrem em células musculares. Por isso, a fermentação láctica é o principal metabolismo energético abordado, além da respiração celular. Os outros tipos de fermentação são tratados por meio de perguntas presentes em algumas cartas.

As cartas e fichas foram impressas em folha A4 180g/m² e recortadas. O modelo aqui escolhido para as cartas-pergunta traz as respostas no interior da dobradura, assim elas e as fichas foram impressas frente e verso, recortadas e dobradas.

O material didático proposto foi desenvolvido com materiais de baixo custo, sendo por isso passível de ser reproduzido por qualquer educador que tenha interesse em fazê-lo.

3.2. Observações da pesquisadora

Nesta etapa, buscamos apresentar as observações feitas pela pesquisadora durante a aplicação do jogo.

Iniciamos a aula a partir da questão “Como o corpo produz energia?” Como a turma geralmente participa ativamente desses momentos de diálogos, recorremos a essa estratégia a fim de acionar os conhecimentos prévios dos alunos. Diante desse questionamento todos os alunos que se propuseram a responder apontaram os alimentos como fonte principal de energia. A professora indagou-os novamente, buscando novas reflexões “O que acontece com esse alimento dentro do nosso corpo”, infelizmente ainda que a indagação tenha se repetido, não foi obtido resposta.

Então, a professora indagou-os com novas questões: “Como o corpo gasta energia?”, vários alunos citaram gastos relacionados a atividades intensas de energia: como andar, correr, malhar, entre outros. A fim de problematizar, procurou instigá-los a dizer outras atividades menos intensas que também consumam energia, assim foram citadas atividades mais simples, da própria rotina deles, como levantar, subir escada, limpar a casa, entre outros. Porém, não foram citados gastos relacionados a atividades fisiológicas, como respirar, pensar, piscar, etc.

Nesse ponto, a professora sugeriu que eles pensassem novamente na corrida e explicassem algumas reações que o corpo tem após esse tipo de exercício, vários alunos nesse momento indicaram o fato de ficar suado, cansado, ofegante, e a professora novamente os interrogou e as “batidas do coração como ficam?”, imediatamente responderam que ficam aceleradas.

Continuamos então com a questão “Por que respiramos mais rápido?” a princípio a resposta foi “para não morrer”, seguida de risadas. Após a reiteração da pergunta, um aluno respondeu “para entrar oxigênio”. Em seguida, foi solicitado que os alunos expusessem suas ideias para explicar a razão do batimento cardíaco acelerar, num primeiro momento ninguém respondeu, porém quando a professora iniciou sua explicação sobre vasos sanguíneos e sistema cardiovascular um aluno se colocou e explicou que “era para levar substâncias pelo corpo”.

Então, para não se distanciar da questão principal, a docente perguntou aos alunos como tudo isso (os alimentos, O₂, as batidas do coração) se relacionava ou favorecia a produção de energia. O estudo do trânsito das moléculas de alimento entre os diferentes tecidos através do sangue, suas transformações no interior da célula, e a regulação de tais processos para satisfazer as necessidades fisiológicas no corpo fundamenta o estudo do metabolismo (JÓFILI; SÁ; CARNEIRO-LEÃO, 2010).

Esse encontro prosseguiu com a leitura do texto “Como é obtida a energia que faz nosso corpo funcionar” (Revista Superinteressante, 2008) e as explicações sobre os processos de respiração e fermentação envolvidos foram feitas a partir da discussão sobre o texto.

As conversações dirigidas, os diálogos com os alunos, colocação de problemas e questionamento a partir de temas gerais constroem possibilidade de deduções de princípios gerais para a formação de conceitos particulares (LIBÂNEO, 2011). Modificar as explanações orais com emprego de estratégias como estas, que convidam o aluno a refletir, tornam-as mais efetiva em promover novos pensamentos e facilitar a compreensão (BONWELL E EISON, 1991)

3.2.1. Observação da aplicação do jogo

No segundo encontro foi realizada a aplicação do jogo. Inicialmente apresentamos o jogo “Vamos correr?” aos alunos, o que despertou muita curiosidade e gerou vários

questionamentos, a respeito da origem de sua produção e das regras. Assim, a maioria se demonstrou interessada em participar. Foram orientados a organizarem-se em grupos com cinco integrantes, definindo as duplas e o jogador-chefe, aquele que ficaria responsável pela entrega das fichas, leitura das perguntas e julgamento das respostas, quando necessário.

Em seguida, foi solicitado que os alunos observassem as etapas do jogo e as ilustrações que compunham o tabuleiro (APÊNDICE G), paralelamente foram orientados a estabelecer relações entre as imagens presentes no jogo.

Foi solicitado que fizéssemos a leitura da narrativa introdutória ao jogo coletivamente, uma vez que esta etapa é fundamental para compreender o jogo e os alunos, queriam iniciar o jogo antes mesmo de ler o manual. Feito isso, os grupos deram início à partida. Neste momento a professora-pesquisadora procurou transitar por todos os grupos, orientando-os quando necessário, instigando os alunos a buscar respostas para as perguntas no próprio tabuleiro e mediando as relações de forma harmoniosa.

Pois, professor deve mediar os conhecimentos acumulados pela sociedade, organizando um ambiente social favorável às interações sociais que irão promover a aprendizagem, cabe a ele estruturar intencionalmente os conhecimentos e as práticas específicas para propiciar o desenvolvimento do aprendiz (FARIAS; BORTOLANZA, 2013).

O início da partida se deu com várias dúvidas por parte dos alunos, mas ao mesmo tempo persistência, porque quando havia dúvidas todos procuravam continuar buscando informações, entre eles e com a professora, não houve desistência. Com o decorrer do tempo, desenvolveram maior segurança e compreensão sobre o jogo. Durante a partida, os alunos se mantiveram muito envolvidos, compartilhando risadas e informações. Apesar de envolver competição, o jogo exigia um trabalho cooperativo entre os componentes da dupla, deste modo puderam dividir responsabilidade, deixando-os menos pressionados em responder, mas ao mesmo tempo, comprometidos em acertar e ganhar o jogo.

Nesse movimento eles procuravam resolver um problema em conjunto (cumprir as etapas do jogo e vencer), se orientando mutuamente a partir de suas experiências e conhecimentos pessoais. O processo de construção de conhecimento é profundamente social, por isso o diálogo deve ser valorizado na mediação do desenvolvimento cognitivo (VYGOTSKY, 1991). Por meio dos diálogos, os educandos tiveram a possibilidade de trocar conhecimentos e valores socialmente construídos, com a ajuda do outro tiveram a oportunidade de desempenhar habilidades ainda não consolidadas.

Outro fato bastante interessante, foram os momentos em que os alunos se surpreendiam com as próprias respostas certas que davam. Como quando uma aluna ao

responder corretamente a pergunta “Qual sistema distribui os nutrientes e O₂ por todo o corpo, possibilitando a produção de ENERGIA (ATP)” e demonstrou-se surpresa com o próprio acerto, questionou-se por ter conseguido acertar a resposta (sistema cardiovascular), e disse não saber quando havia aprendido sobre aquilo.

Como considerado por Campos, Bortoloto e Felício (2003), o jogo criou possibilidades de acionar os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva da aluna, e ao mesmo tempo ela teve a oportunidade de externá-los. Esse processo pode facilitar a aprendizagem significativa porque evidencia os conteúdos relevantes prévios, favorece sua organização e estabelece relação com o novo material, a partir de uma visão mais geral.

Foi possível notar que o fato do jogo envolver questões com diferentes níveis de dificuldades repercutiu também na autoconfiança dos alunos diante as perguntas. Como ocorreu no momento em que o aluno teve que reiniciar o jogo. Pois a sua biomolécula havia fermentado, e para que ele voltasse usando outra biomolécula ele teria que responder uma das perguntas que ele selecionasse. Nessa situação, a primeira reação do aluno foi insegurança achando que sua dupla não conseguiria acertar, mas diante a pergunta “Durante a prática de exercício o batimento cardíaco _____ (diminui ou aumenta?) levando _____ (mais ou menos?) gases e nutrientes às células” o aluno não só acertou como retornou ao jogo demonstrando-se mais seguro.

Nesta relação de competição e colaboração estabelecida com o outro durante o momento de descontração que o jogo oferece, possibilita que o aprendiz tome consciência de seu aprendizado. Isso melhora sua autoconfiança e o encoraja a empregar novos esforços para aprendizagens subsequentes. “Ao mesmo tempo, motiva os indivíduos para uma maior utilização, ou seja, para praticarem, ensaiarem e desempenharem aquilo que já aprenderam” (AUSUBEL, 2003, p.211), o que constrói novas situações de aprendizagem pois ele se sentirá instigado a cumprir novos desafios que forem surgindo.

Houve também, um momento de conflito, por parte de uma aluna que demonstrou dificuldade em cumprir regras, o que gerou incomodo por parte dos colegas. Nesta situação a professora procurou intervir de modo a ajudá-la a compreender que as regras precisam ser respeitadas, explicou também que isso é importante inclusive para manter a boa convivência em diversos grupos sociais, então a aluna foi orientada a deixar a partida caso não estivesse disposta a respeitar as regras do jogo. A educanda então voltou a jogar e interagiu com os outros dentro das regras estabelecidas, sem gerar novos conflitos.

Considerando os curtos períodos de aula e encontros semanais e o conteúdo extenso que tem que ser cumprido, as discussões sobre questões éticas que permeiam as relações

sociais ficam, geralmente, em segundo plano. No entanto, como afirmado por Candeias; Hiroki; e Campos (2007) o jogo favorece essa reflexão, pois o aluno é provocado a agir contra um impulso imediato, o tempo todo ele se vê num conflito entre aquilo que gostaria de fazer e as regras que regem a partida, tendo que demonstrar autocontrole (VYGOTSKY, 1991). Por outro lado, o sentimento de descontração e fuga da realidade que o jogo proporciona facilita a receptividade das intervenções feitas pelo professor (CUNHA, 2012)

Mesmo após o término da aula e do tempo para poder concluir o jogo, os alunos insistiam em continuar e terminar a partida, mesmo não tendo recebido nenhuma atribuição de nota para isso. Este não é um comportamento comum dos alunos, uma vez que geralmente seu comprometimento em cumprir uma tarefa está atrelada a pontuação atribuída ao trabalho proposto.

De acordo com Moreira (2013), quando o aluno demonstra seu interesse em participar e interagir com os outros e com o novo material de instrução de forma não arbitrária e não literal, criam-se possibilidades para a aprendizagem significativa, pois é este um dos fatores fundamentais para que ela se dê. Entretanto, uma postura desinteressada, e mais focada em notas que no processo tendem a gerar aprendizagens apenas mecânicas.

Além disso, a aplicação do jogo demonstrou que são criadas oportunidades para que os alunos utilizassem de alguns termos científicos, de modo a conseguir empregá-los corretamente, como quando o aluno usou o termo “molécula” para referir-se ao bloco que representava glicose ou o termo “ATP”, para explicar que não tinha energia suficiente. Neste sentido, seriam importantes promover novas discussões, novas dinâmicas de aprendizagem que explorassem os assuntos presentes no jogo, a fim de estimular o aluno a empregar e a refletir sobre o uso desses termos científico.

Nota-se que, a interposição entre os indivíduos e conhecimentos de sua cultura, gera condições de internalização dos saberes e conseqüentemente possibilidades de mudança na forma como interpretam os assuntos abordados, pois a partir dessas interações os significados podem ser captados, testados e compartilhados (MOREIRA, 2008).

No final do jogo, um aluno questionou o porquê de recursos como estes não serem usados com mais frequência e contou que criaria o próprio jogo também. Portanto, o uso de instrumentos de aprendizagem como estes podem ser um propulsor de criatividade, fomentar no aprendiz o interesse em criar seus próprios jogos a partir dos conteúdos abordados, estimulá-los a compartilhá-los com os demais colegas de classe, também é uma maneira de criar novas oportunidades de aprendizagem.

Estratégias de aprendizagem ativa como estas podem ser ideais para complementar as explicações dadas pelo professor, ajudando o estudante a pensar crítica e criativamente, trocar saberes com os colegas, explorar valores pessoais e refletir sobre o processo de aprendizagem (KONOPKA; ADAIME; MOSELE, 2015). No entanto, é importante destacar que só a mudança de estratégias não é suficiente para promover transformações, é necessário que o professor provoque os alunos tendo em mente claramente quais são seus objetivos (DIESEL, BALDEZ; MARTINS, 2017).

3.3. Percepção dos alunos sobre o uso do jogo a partir do questionário

Esta etapa buscou fazer uma análise descritiva das respostas dadas pelos alunos aos questionários semiestruturados (Quadro 3) respondidos por todos os 15 participantes da investigação e, simultaneamente, dos comentários adicionais feitos por nove deles.

As 12 afirmativas que constituíam o questionário tiveram o intuito de investigar a percepção que o educando teve a respeito do jogo:

- a) se o material atraiu o interesse e os motivou;
- b) se provocou sensação de prazer, diversão e distração;
- c) se possibilitou aprendizagem.

E o espaço disponibilizado para comentários possibilitou que os alunos expusessem algumas críticas a respeito do jogo, de acordo com seus interesses.

Quadro 3– Questionário semiestruturado, para avaliar a percepção do aluno sobre o jogo
(continua)

O que você achou do jogo? Por favor, circule um número de acordo com o quanto você concorda com cada afirmação. Para isso considere: <u>1 se discorda, 2 se concorda parcialmente e 3 se concorda totalmente</u>	
Atenção O design da interface do jogo é atraente, e capturou minha atenção logo de início.	1 2 3
Relevância Era clara a relação entre o conteúdo do jogo e os assuntos que já vi, pensei e estudei.	1 2 3
Confiança Foi fácil entender o jogo.	1 2 3
Satisfação Completar alguns desafios do jogo me deixou bastante satisfeito(a).	1 2 3
Imersão Fui absorvido totalmente com o jogo, não percebi o tempo passar.	1 2 3
Desafios Os desafios que o jogo proporciona foram apropriados e motivadores.	1 2 3
Habilidades e competência Compreendi o jogo e cumpri os objetivos propostos.	1 2 3

Quadro 4– Questionário semiestruturado, para avaliar a percepção do aluno sobre o jogo (continuação)

Interação social A interação no jogo ajudou na compreensão e na aprendizagem.	1	2	3
Divertimento Achei o jogo divertido, e poderia jogá-lo outras vezes.	1	2	3
Esse tipo de recurso torna a aula mais interessante.	1	2	3
Conhecimento Depois do jogo consigo compreender melhor os temas explorados por ele.	1	2	3
Adquiri novos conhecimentos.	1	2	3

Fonte: A autora, 2017.

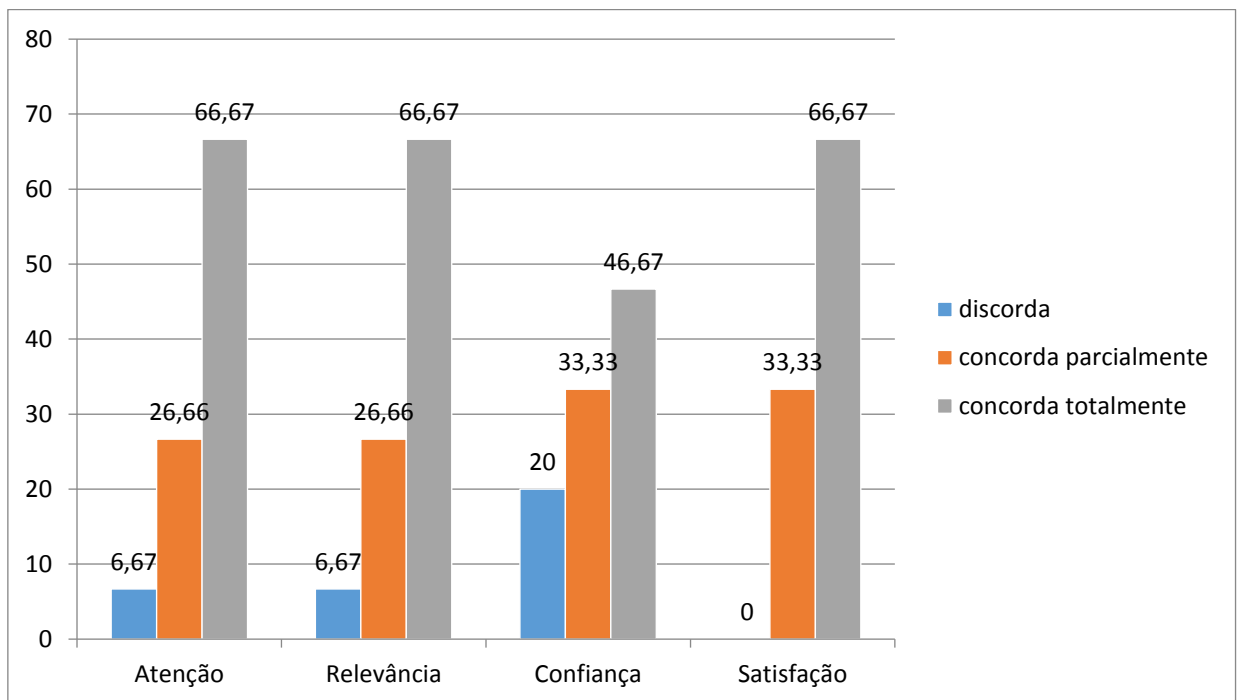
Os dados coletados foram analisados e agrupados nas três categorias, *motivacional, interação e conhecimento* (SAVI et.al, 2010). Só foram contabilizadas como opiniões favoráveis aquelas assinaladas como 3 (concordo totalmente), já aqueles que assinalaram como 1 e 2, respectivamente discordo e concordo parcialmente, foram entendidos como opiniões negativas às afirmações, e conseqüentemente às características do jogo. Os dados contabilizados foram apresentados por meio de gráficos, relacionando-os aos comentários feitos pelos alunos, bem como com o referencial teórico que norteou a pesquisa. Já os comentários pertinentes a cada nível de organização foram transcritos e identificados com numerais de 1 a 9, associado a palavra aluno.

As primeiras quatro afirmações correspondentes a *atenção, relevância, confiança e satisfação* tiveram a intenção de avaliar a percepção dos discentes em relação ao caráter *motivacional* do jogo. Segundo Savi et al. (2010) este é um elemento essencial para a aprendizagem, uma vez que vai interferir no esforço que o aluno estará predisposto a empregar para a realização da tarefa proposta.

Assim, referente à *atenção* o aluno julgou o quanto o design da interface, a aparência, e os elementos que constituem o jogo conseguiram atrair sua atenção de modo a despertar sua curiosidade e interesse. Na *relevância* avaliou se a proposta do jogo e a relação com os

assuntos já abordados era clara. Referente à *confiança*, apontou a sua compreensão a respeito das regras que regem o jogo. E quanto à *satisfação* destacou o seu prazer em participar e cumprir as tarefas propostas. Isso relaciona-se também a importância de manter o aprendiz positivamente envolvidos e perceber que os objetivos de seus esforços estão sendo alcançados.

Gráfico 1 – Nível de concordância para a categoria *motivacional*.



Legenda: níveis de concordância com as quatro afirmações do questionário sobre *atenção*, *relevância*, *confiança* e *satisfação*.

Fonte: A autora, 2019.

Os aspectos motivacionais avaliados no jogo expostos no Gráfico 1, demonstram que, segundo os alunos, o jogo apresentou-se atraente, relevante e prazeroso. No entanto, mais da metade dos alunos discordaram ou concordaram parcialmente com a afirmação “Foi fácil entender o jogo”, correspondente ao aspecto confiança, denotando que não acharam uma tarefa tão fácil entender o jogo. Fato que ficou evidenciado ainda nos comentários feitos por dois alunos:

“Eu gostei muito do jogo, porém é difícil, mas é muito criativo e nos ajuda adquirir entendimento.” (Aluno 1).

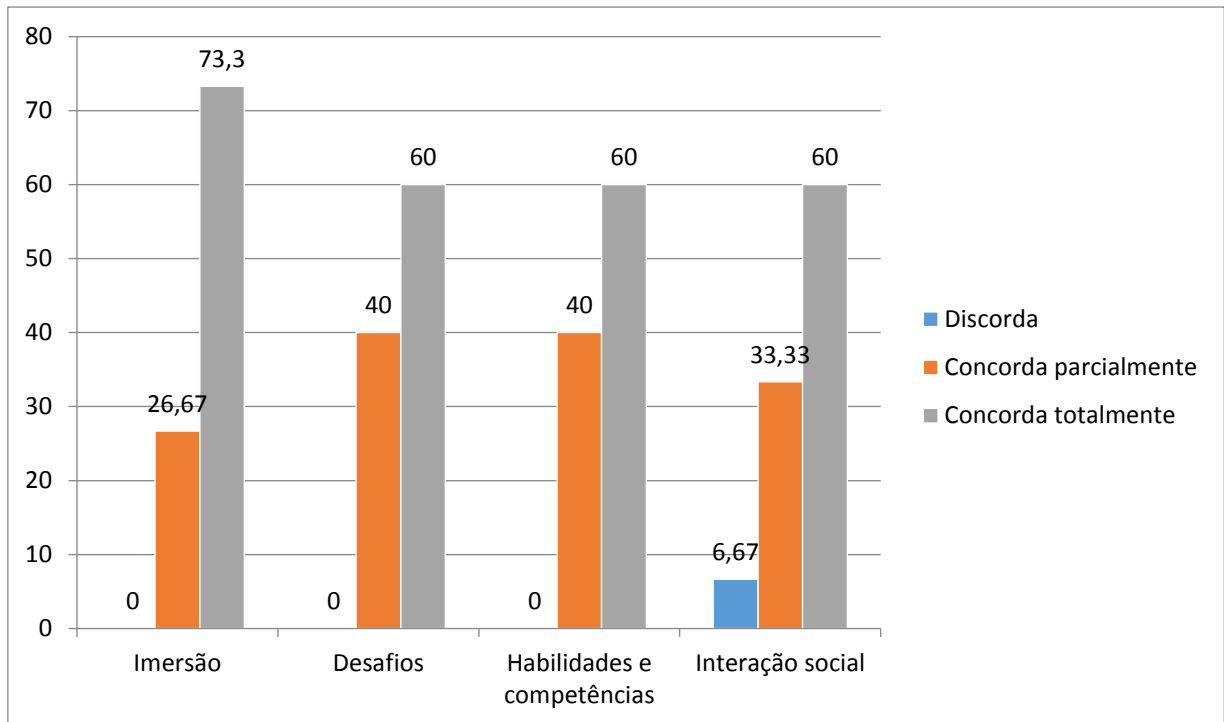
“Achei o jogo ótimo, porém meio difícil de aprender, muita informação [...]” (Aluno 2). (MORAIS, 2019).

Por outro lado, essa dificuldade não comprometeu o interesse em participar da tarefa, visto que não houve desistência e todos empenharam-se em concluir a jogada. Ao mesmo tempo, eles apontam ter achado o jogo ótimo ou ter gostado muito do jogo.

Com base em Kishimoto (2017), a motivação é um caráter intrínseco do lúdico. Ela facilita a aprendizagem significativa à medida que favorece “a intensificação, a concentração e a mobilização da atenção e do esforço; a tolerância de frustração aumentada e a capacidade de adiar a necessidade de uma gratificação imediata” (AUSUBEL, 2003, p. 198), estabeleceu-se uma relação recíproca entre aprendizagem e motivação. O autor aponta que a principal variável de facilitação se dá pelo aumento da atenção, porque estimula o estudante direcionar sua atenção para determinado assunto trabalhado, gerando disposição mental para lidar com o novo material de instrução.

Assim podemos considerar que a motivação provocada pelo interesse ao jogo, conseguiu provocar o desejo de superar as dificuldades, fazendo com que os alunos mantivessem-se atentos às tarefas do jogo. Isso demonstra que desafios novos podem ser propostos desde que os alunos mostrem-se suficientemente envolvidos e motivados a participar e que os novos desafios estejam adequados ao que o educando é capaz de realizar sozinho, ou na companhia de alguém mais experiente (NUNES, 2007)

As seis afirmações seguintes corresponderam a cinco aspectos: *imersão, desafio, habilidade e competências, interação social e divertimento*. Esses aspectos referem-se à categoria *interação* e tiveram como foco investigar a experiência emocional tida a partir da interação com o instrumento educativo e as interações sociais propiciadas por essa exploração. Portanto, buscou-se avaliar se o aprendiz se sentiu entretido, desafiado e capturado pelo jogo durante a partida. Os dados coletados para essa categoria foram organizados no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Nível de concordância para a categoria *interação*

Legenda: níveis de concordância com as seis afirmações do questionário, correspondentes a *imersão*, *desafio*, *habilidade e competências* e *interação social*.

Fonte: A autora, 2019.

Com a afirmação “Fui absorvido totalmente com o jogo, não percebi o tempo passar” correspondente ao aspecto “imersão” foi alto (Gráfico 2), o que indica que as características do jogo envolveram o jogador a tal ponto de proporcionar momentos de distração que o fizeram perder a noção do tempo. Isso ficou evidenciado, nos comentários dos alunos 3 e 4, respectivamente: “Poderia ter mais tempo porque é um jogo muito interessante e podemos aprender muito com ele” e “Poderia ter mais tempo de jogo”. Como é possível observar, ambos ficariam satisfeitos em ficar mais tempo participando do jogo. Infelizmente, essa não costuma ser uma postura comum entre os alunos diante das atividades, que geralmente demonstram-se preocupados com o horário de saída e o término das aulas.

Nota-se que, assim como afirmado por Vygotsky (1991), que a aprendizagem escolar requer um espaço potencial, que apresente informações com as quais o educando possa interagir e recriar, onde os demais colegas e o professor possam intermediar a relação como o conteúdo abordado. Como visto, esses espaços são desejados pelos alunos. Isso ocorre porque o uso do jogo vai ao encontro disso, sendo assim um recurso pedagógico favorável, “pois, no brincar, a criança articula teoria e prática, formula hipóteses e as experiências, tornando a aprendizagem atrativa e interessante”. (TEZANI, 2006, p.6)

O grau de concordância demonstrado em relação aos outros dois aspectos *desafios* e *habilidade e competências* (Gráfico 2) nos chamou atenção. Pois esses aspectos analisaram se o jogo ofereceu obstáculos que desafiam os participantes e se estes foram adequados aos níveis de habilidades do que eles conseguem cumprir. A maior parte dos alunos concordaram com os dois aspectos. Isso significa que, mesmo o jogo não tendo sido considerado fácil por mais da metade dos alunos (como apontado por eles, referente a questão sobre *confiança* (Gráfico 1), o jogo oferece obstáculos que são adequados ao nível de habilidade deles, as dificuldades iniciais além de não impossibilitar a partida instigou-os a continuar, o que explica também o nível 3 de concordância para o item *satisfação* (Gráfico 1).

O ritmo é um componente importante de desafio, pois a velocidade em que novos detalhes ou desafios são revelados ao jogador pode ser programada para manter um nível apropriado de tensão e desafio ao longo do jogo. Novos obstáculos, situações e variações de atividades devem ser planejadas ao longo do jogo para minimizar a fadiga do jogador e oferecer uma experiência que mantenha sua vontade de continuar jogando. (SAVI et.al. 2010, p.6)

Com a afirmação sobre *interação social*, o objetivo era que os alunos apontassem se as interações sociais promovidas pelo jogo, com e entre as duplas, ajudaram na compreensão e aprendizagem, mais de 60% concordaram (Gráfico 2). Quanto a esse aspecto, no comentário o aluno 5 afirmou que faria algumas mudanças (sem explicar o que), escreveu que manteria a concorrência. Isso revela que para ele, a disputa que existia entre as duplas foi uma característica positiva.

Assim, o jogo cria uma condição imprescindível para o desenvolvimento do pensamento e habilidades humanas: a zona de desenvolvimento proximal. Durante o jogo, os indivíduos aplicam seus conhecimentos (desenvolvimento real) e criam ambientes que desafiam o intelecto, por interferência, e com a assistência do outro realizam funções ainda não consolidadas (desenvolvimento potencial) Esse processo dinâmico e dialético favorece, por parte do sujeito, a reconstrução dos significados transmitidos na interação com o grupo social (VYGOTSKY,1991).

Dentro da categoria *interação*, há ainda o aspecto *divertimento*, para o qual quase todos os alunos apontaram concordar totalmente com as afirmações (Gráfico 3), indicando que jogo proporcionou sensação de prazer e diversão. Eles afirmaram ainda que este é um tipo de recurso educativo que pode tornar as aulas mais interessantes e, inclusive, recomendam o uso de recursos como este mais vezes:

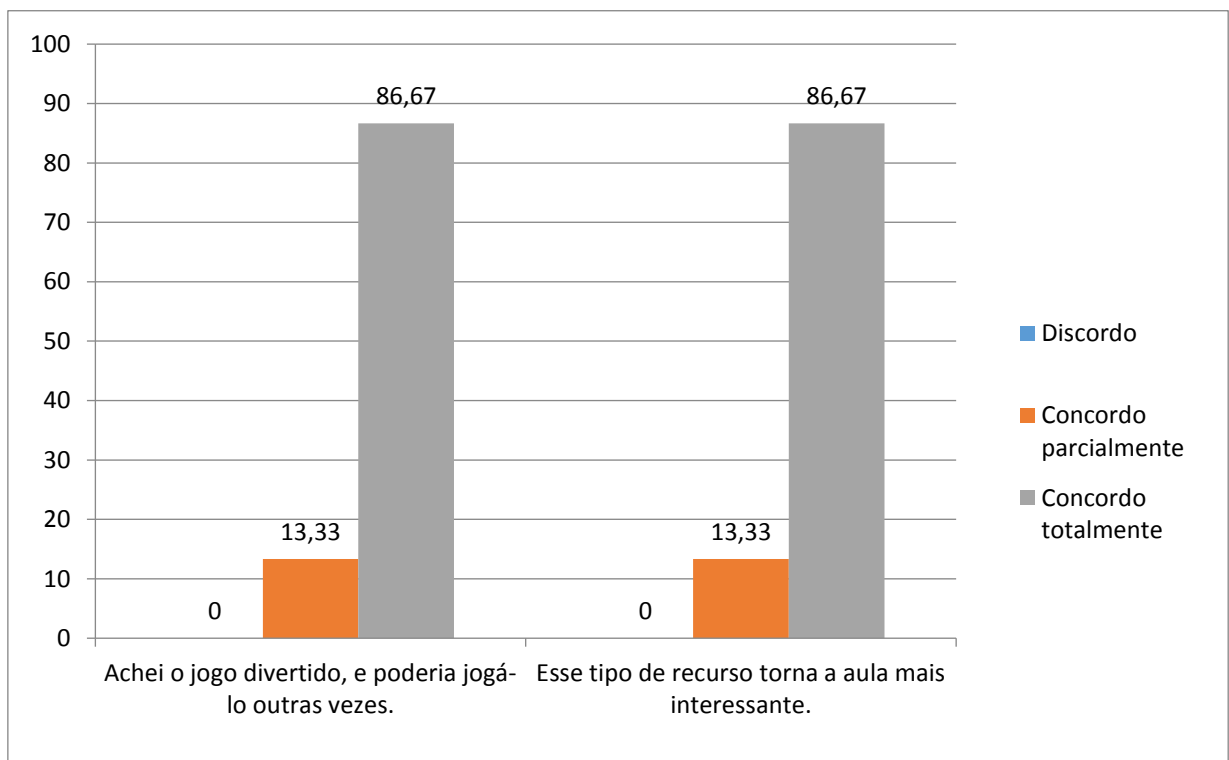
“[...]Seria bom mais jogos desses em sala de aula ajuda a expandir a mente e ajuda na aprendizagem”(Aluno 2)

“Gostei muito do jogo me diverti e aprendi mais sobre a matéria” (Aluno 6)

“Achei o jogo muito bacana, poderia ter mais jogos em sala “(Aluno 7)

“Foi difícil porque o dado não estava ajudando, mas o jogo é bom, podia passar mais vezes para os alunos “(Aluno 8) (MORAIS, 2019, grifos nossos)

Gráfico 3 – Nível de concordância com as questões sobre divertimento



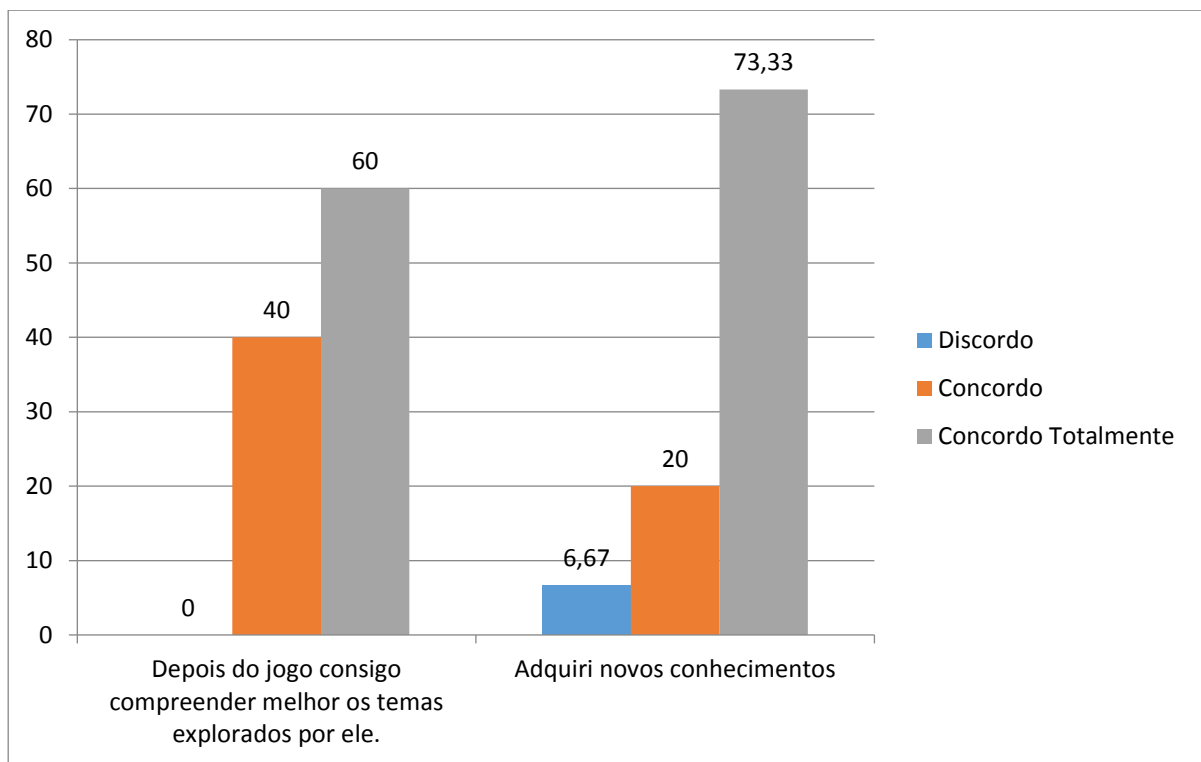
Legenda: Porcentagem de concordância com as duas afirmações do questionário, correspondentes ao aspecto *divertimento*, da categoria *interação*.

Fonte: A autora, 2019.

O jogo tem como essência a capacidade de divertir e excitar, porque gera fascínio, divertimento e tensão (HUIZINGA, 2000). Essa tensão é provocada pelo caráter imprevisibilidade do jogo, assim o indivíduo sente-se desafiado a realizá-lo. Nesta situação, quando o jogador se dá conta de uma tarefa bem sucedida são estimulados esforços para tarefas subsequentes, o que melhora sua autoconfiança e o encoraja a perseverar. Isso é similar ao que foi apontado por Ausubel (2003), como efeitos facilitadores da motivação na aprendizagem significativa.

A análise dos comentários dos alunos 1, 2, 3 e 6 anteriormente transcritos, demonstra também a percepção deles sobre a contribuição do jogo para aprendizagem: “nos ajuda a adquirir entendimento”; “ajuda a expandir a mente e ajuda na aprendizagem”; “podemos aprender muito com ele”; “aprendi mais sobre a matéria”, respectivamente; o que nos leva a considerar a terceira, e última categoria, que compôs o questionário semiestruturado: o *conhecimento*. Esta categoria foi constituída por duas afirmações que correspondem à compreensão sobre os conteúdos abordados no jogo, sua relação com os conceitos trabalhados em sala e ao mesmo tempo a assimilação de novas informações.

Gráfico 4 - Nível de concordância para a categoria *conhecimento*



Legenda: níveis de concordância com as duas afirmações do questionário correspondentes a categoria *conhecimento*.

Fonte: A autora, 2019.

Ambas as perguntas “Depois do jogo consigo compreender melhor os temas explorados por ele” e “Adquiri novos conhecimentos” obtiveram alta concordância (Gráfico 4), o que corroborou a observação feita a partir dos comentários de quatro alunos. Mas vale um destaque aqui para segunda afirmação, na qual 73,3% dos alunos concordaram totalmente.

Esse resultado sinaliza a contribuição que instrumentos educativos, como este, podem possibilitar na mediação de conhecimentos.

Os instrumentos ajudam os homens a se relacionarem com o ambiente de forma mais eficaz (VYGOTSKY, 1991). Dentro dessa perspectiva, o jogo didático pode ser entendido como um dos instrumentos que irá propiciar a mediação entre os sujeitos participantes e com o material de instrução. Kishimoto (2017) acrescenta que como o jogo possibilita a oportunidade de resolver problemas, a apreensão de novos conhecimentos tende a ser favorecida. Isso denota o potencial facilitado do jogo diante o tema abordado.

Além disso, o uso do jogo didático pode ser um aliado também no desenvolvimento da capacidade crítica do educando, uma vez que as insatisfações reveladas por ele a respeito das regras do jogo podem favorecer surgimento de diálogos capazes de gerar nova aprendizagem.

Consideremos, os comentários dos alunos 7 e 9, quando eles revelam suas insatisfações em relação a algumas regras do jogo: “que as moleculas [sic] poderia andar junto com o parceiro” e “a dupla teve que se separar é melhor elas jogarem juntas”, respectivamente. Essa reclamação refere-se a etapa do jogo, durante a glicólise, em que cada integrante da dupla é responsável pela própria peça e andam independente do outro, apesar de ainda poderem se ajudar a responder às perguntas. Essa crítica poderia favorecer um diálogo para fazê-los repensar sobre a relação entre as regras que constituem as etapas do jogo e a glicólise, processo metabólico associado a produção de energia.

Em vista do exposto, como também é afirmado pelo PCN+ (2002), foi possível notar que a utilização de jogos didáticos cria um ambiente lúdico e prazeroso, que incentiva o aluno a participar e a comunicar-se, propiciando condições de desenvolvimento das capacidades pessoais e profissionais, gera aproximação com o conteúdo escolar, facilitando a apropriação de conhecimento, tal como afirmado pelos estudantes participantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Tendo em vista nosso objetivo geral de identificar o papel didático do jogo na abordagem dos temas fermentação e respiração celular. Desenvolvemos um jogo de tabuleiro e, após sua aplicação em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, analisamos os dados coletados.

Percebemos, no decorrer da construção do jogo de tabuleiro desenvolvido, intitulado “Vamos correr?”, e reflexões sobre o tema a necessidade de superar visões fragmentadas a respeito dos conceitos de fermentação e respiração celular. Por isso, buscamos incluir elementos no jogo que pudessem desenvolver uma visão holística sobre o funcionamento dos organismos vivos, relacionando os processos metabólicos e os diferentes sistemas orgânicos, tendo como ponto de partida a contextualização.

Investigamos a atuação dos alunos durante a abordagem do tema com o uso do jogo, o que envolveu a participação de 15 alunos. A partir das observações, foi possível notar que todos se demonstraram interessados em participar e empenharam-se em cumprir os objetivos propostos; interagiram de forma harmônica, o raro momento de conflito, tornou-se uma oportunidade para gerar reflexões sobre regras éticas, por meio de uma breve intervenção. Foi possível notar que o jogo estimulou a troca de conhecimentos prévios, o desenvolvimento da autoconfiança, da criatividade e o uso de alguns termos científicos por maior parte dos alunos.

A funcionalidade do jogo foi avaliada a partir das opiniões manifestadas pelos alunos nas respostas aos questionários semiestruturados. Verificamos que a dinâmica do jogo foi bem recebida pelo grupo, apesar de não terem considerado o jogo fácil, a maioria considerou que os desafios propostos são adequados ao que eles têm habilidade de resolver, seja sozinho ou em grupo. Além disso, a maioria classificou o jogo como atraente, prazeroso e relevante, quanto às informações apresentadas; o potencial do jogo em entreter, gerar divertimento e favorecer a construção de novos conhecimentos foram os aspectos que acumularam maior índice de concordância.

O uso do jogo didático foi ao encontro das perspectivas da metodologia ativa, pois se mostrou um recurso que favoreceu o engajamento do estudante no processo de aprendizagem. Pois ele, como analisado, estimulou o interesse e esforço do aluno em participar e alcançar o objetivo proposto. Promoveu o trabalho em equipe, criando um clima favorável à interação entre os estudantes, fosse para compreender as regras ou para trocar as informações para responder os questionamentos e problemas que surgiam, levando-os a refletirem sobre as tarefas que eles estavam desenvolvendo. E, segundo afirmado pela maioria dos alunos,

favoreceu a construção de novos conhecimentos, denotando que facilitou a relação entre o conhecimento e o educando, fato que evidencia a importância do papel mediador do professor, que ao planejar e elaborar estratégias como esta, buscou organizar um ambiente social propício à aprendizagem.

Assim, com base nas observações e respostas dadas pelos alunos, foi possível considerar o potencial do jogo como facilitador para a abordagem dos temas, na medida em que:

- a) motivou o aluno a interagir com o material de instrução;
- b) criou oportunidades de diálogos e trocas de conhecimentos já construídos;
- c) trouxe desafios adequados às capacidades que discentes têm de resolver sozinhos ou em grupo.

Diante da pesquisa desenvolvida, percebemos como limitação o espaço amostral adotado, que se deu devido limitação de tempo. Por isso, enxergamos a continuidade de novas aplicações do jogo não apenas em turmas de primeiro ano, mas também em turmas de segundo ano, visto que o jogo pode ser aplicado relacionado às aulas sobre biomoléculas e ainda de fisiologia humana, uma vez que aborda ambos os assuntos. Seria interessante pesquisar e comparar a receptividade e a facilidade em compreender o jogo e interpretar as perguntas que os alunos desses diferentes anos apresentaram, buscando investigar explicações para os resultados encontrados e ao mesmo tempo como esses dados contribuem para o desenvolvimento de novas estratégias na abordagem desse tema.

Pretendemos, em breve, empregar novamente o jogo, porém utilizando-o em encontros seguidos e não apenas em um; de forma a explorar alguns elementos do próprio jogo, a narrativa, por exemplo, como organizador prévio. Até mesmo o próprio tabuleiro, poderia ser usado como elemento problematizador, ao propor que o aluno construa relações entre as ilustrações presentes (nutrientes, sistemas humanos e etapas da respiração celular). A aplicação do jogo seria feita posteriormente a esses encontros, o que provavelmente tornaria a mais fácil compreensão sobre as regras.

Esperamos encorajar novos professores a empregar técnicas de metodologias ativas de ensino por meio de jogos e outras estratégias que incentivem o aprendiz a desenvolver uma postura mais proativa durante a aprendizagem, como debate em grupo e problematização. Isso poderá estimular, em longo prazo, uma postura de responsabilidade no educando de modo que facilite construção significativa de conhecimentos. Por outro lado, exigirá de nós, professores, uma postura mais reflexiva a respeito das práticas que empregamos, pensar nos objetivos, analisar as aplicações e discutir os resultados e suas consequências.

Incentivamos também o desenvolvimento de novas pesquisas na área, visto a necessidade de levantar novas discussões em torno desse tema (fermentação e respiração), devido à maneira limitada com a que ele tende a ser abordada no Ensino Médio. A fim de, apontar como as incompreensões que permeiam o estudo desses processos metabólicos, a nível micro, se refletem nas limitações em interpretar fenômenos a nível macro e entender as relações diretas (ou indiretas) entre estes e aqueles.

REFERÊNCIAS

- ALVES, PC de C. Os combustíveis do exercício físico. *Revista Ciência*, Rio de Janeiro, Hoje, v. 42, n. 251, p. 20-27, ago. 2008.
- AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. *Biologia em Contexto: do universo às células*. 1. ed . São Paulo: Moderna, 2013. p. 228- 243.
- AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. *Biologia Moderna*. 1. ed . São Paulo: Moderna, 2016. p. 150-162.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*, 1. ed. Lisboa: Plátano, 2003.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Washington
1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, , DC 20036-1183, 1991.
- BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+). Brasília: MEC/SEB, 2002. p. 7-57.
- _____. *Orientações Curriculares Nacionais: Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, 2006. 15-42 p.
- CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Cadernos dos Núcleos de Ensino*, v.47, p. 47–60, 2003.
- CANDEIAS, J. M. G.; HIROKI, K. A. N.; CAMPOS, L. M. L. A utilização do jogo didático no ensino de microbiologia no ensino fundamental e médio. Botucatu, 2007, p. 595-602.
- CANTO, A. R.; ZACARIAS, M. A. Utilização do jogo Super Trunfo Árvores Brasileiras como instrumento facilitador no ensino dos biomas brasileiros. *Ciências & Cognição*, v. 14, n. 1, p. 144-153, mar. 2009.
- CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; SÁ, R. B. G.; JÓFILI, Z. M. S. Formação do pensamento científico no ensino de ciências: a Biologia e suas interfaces como ponto de reflexão. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL , 5. 2010, Laranjeiras (RJ). *Educação e contemporaneidade* Anais eletrônicos. Laranjeiras: EDUCON, 2010. p. 1-15.
- DA CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: considerações teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 92–98, 2012.
- DA ROCHA, N. C. et al. Jogo didático “síntese protéica” para favorecer a aprendizagem de biologia celular. *Experiências em ensino de ciências*, Fortaleza-Ceará, v.12, n.2, p.129- 137, 2017.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S.N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, Pelotas, RS, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

FARIAS, S. A.; BORTOLANZA, A. M. E.. Concepção de mediação: o papel do professor e da linguagem. *Revista Profissão docente*, Uberaba, MG, v. 13, n. 29, p. 94 – 109, 2013.

FIALHO, W. C.G. As dificuldades de aprendizagem encontradas por alunos no ensino de biologia. *Praxia-Revista on line de Educação Física da UEG*, Góias, v. 1, n. 1, p. 53-70, 2013.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2008.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de administração de empresas*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

HUIZINGA, J. *Homo ludens*. Tradutor João Paulo Monteiro. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

JANN, P. N.; DE FÁTIMA LEITE, M. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 282-293, abr. 2010.

JÓFILI, Z. M. S.; SÁ, R.G.B.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. dos A. A via glicolítica: investigando a formação de conceitos abstratos no ensino de biologia. *Revista da SBENBIO*, UFRPE, v.3, p.435 - 445, out. 2010.

KISHIMOTO, T. M (Org). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez editora, 2017. E-book.

KONOPKA, C. L.; ADAIME, M. B.; M., P. H. Active teaching and learning methodologies: some considerations. *Creative Education*, Santa Maria, Brazil, v. 6, n. 14, p. 1536 – 1545, out. 2015.

LEÃO, D. M. M.I. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. *Cadernos de pesquisa*, UFC, Ceará, n.107, p. 187-206, jul. 1999.

LEMOS, E. S. et al. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Aprendizagem Significativa, Revista/Meaningful Learning*, Rio de Janeiro, v1, n.1, p. 25-35, 2011.

LIBÂNEO, J.C. Didática e trabalho docente: a mediação didática do professor nas aulas. In: *Concepções e práticas de ensino num mundo em mudança*. Diferentes olhares para a Didática, 2011, Goiânia: CEPED/PUC GO, 2011. p. 85-100 .

LIMA, V. V. *Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino e aprendizagem*. *Interface*, Botucatu, SP, v. 21, n.61, 421-434 p, jun. 2016.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. *Biologia Hoje: citologia, reprodução e desenvolvimento, histologia, origem da vida*. v.1, 3. ed. São Paulo: Ática, 2017. p.99-108

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. p. 25-44

MEDEIROS, E.P. et al. Usando mapas conceituais como estratégia didática para a apropriação de conceitos científicos abstratos. In: IV COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 2010, Sergipe. p. 1-13.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. *Coleção Mídias Contemporâneas: Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas*. Rio Grande do Sul: PUCPR, Instituto de Física, 2013. p. 87. Material de apoio para curso.

MOREIRA, M. A. Negociação de significados e aprendizagem significativa. *Ensino, saúde e ambiente*, Porto Alegre, v.1, n.2, p 2-13, dez. 2008.

NUNES, A. L. V.. Introdução à *Psicologia da Aprendizagem: A teoria da aprendizagem de Vygotsky*. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, p. 71-82, 2007.

Disponível em

<http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/16543316022012Introducao_a_Psicologia_da_Aprendizagem_Aula_7.pdf>. Acesso em 01 set 2017.

OLIVEIRA, B. M. et al. O jogo como ferramenta no ensino-aprendizagem de biologia no Ensino Médio. In: O ENCONTRO PIBID,1, 2012, Maringá, PR. *Licenciatura: desafios e perspectivas*. Maringá, 2012. p. 53- 59.

PETROVICH, A.C. et al. Temas de difícil ensino e aprendizagem em ciências e biologia: experiências de professores em formação durante o período de regência. *Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)*, Niterói, v.7, p.363-373, out. 2014.

PIRES, A. S. *Bioquímica no livro didático de ensino médio: Um distanciamento da realidade do aluno?*. 2011. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre – RS.

PORTILHO, A. Como é obtida a energia que faz nosso corpo funcionar?. *Revista super interessante*, jul. 2008. Disponível em <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-e-obtida-a-energia-que-faz-nosso-corpo-funcionar/>> Acesso em 25 out. 2018.

PROFESSOR. In: DICIONÁRIO online de Português, 2019. Disponível em <<https://www.dicio.com.br/professor/>>. Acesso em 01 ago. 2019.

RIO DE JANEIRO. *Currículo Mínimo*. Rio de Janeiro, Secretaria do Estado de Educação – SEEDUC, 2011.

RODRIGUEZ, M.C. Three options are optimal for multiple-choice items: a meta-analysis of 80 years of research. *Educational Measurement. Issues and Practice*. v. 24, n. 2, p. 3–13,

2005. Apud VIEIRA, K. M.; D. M.. Dilemas na construção de escalas tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados. *Encontro da ANPAD*, v. 33, p.1-16. 2008.

SAVI, Rafael et al. Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais. *Renote*, v. 8, n. 3, dez. 2010.

Saviani D. As concepções pedagógicas na história da educação brasileira. In: Lombardi JC, Saviani D, Nascimento MIM. Navegando pela História da Educação Brasileira. Campinas: UNICAMP/HISTEDBR; 2006. Disponível em: <http://www.histedbr.fae.unicamp.br/navegando/artigos_frames/artigo_036.html>. Acesso em set 2017.

SFORNI, MS de F. *Aprendizagem e desenvolvimento: o papel da mediação. Políticas públicas, práticas pedagógicas e ensino-aprendizagem: diferentes olhares sobre o processo educacional*. 1ª ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2008.

SMITH, C.; MARKS, A.; LIEBERMAN, M. *Bioquímica Médica Básica de Marks: Uma abordagem clínica*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SOUZA, S. E. DE. O Uso De Recursos Didaticos No Ensino Escolar. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 4, 2007, Maringá. *XIII Semana de Pedagogia da UEM: Infância e Práticas Educativas*. Maringá: UEM, 2007. p. 110–114.

TEZANI, T. C.R.. O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos. *Educação em revista*, Marília, São Paulo, v. 7, n. 1-2, p. 1-16, 2006.

TUNES, E.; TACCA, M. C.; JUNIOR, R. S. O professor e o ato de ensinar. *Cadernos de pesquisa*, v. 35, n. 126, p. 689-698, 2005.

VERCESI, A. E. Mitocôndria: ATP, calor e morte celular. *Revista Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 199, p. 16-23, nov. 2003.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 4 ed. Trad. José Cipolla Neto. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

APÊNDICE A - Termo de autorização institucional



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
PROFBIO – Mestrado Profissional no Ensino de Biologia
TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL



PESQUISA: “Jogando e aprendendo: construção e uso de jogo didático no ensino de fermentação e respiração celular”. Responsável: Adrielle Carvalho Assis de Moraes, aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientada pela profa. Dra Carolina Tavares Schumann.

Eu, _____ responsável
 pela _____ Instituição

declaro que fui informado dos objetivos da pesquisa acima, e concordo em autorizar a execução da mesma nesta instituição. Caso necessário, a qualquer momento como instituição co-participante desta pesquisa, podemos revogar esta autorização, se comprovadas atividades que causem algum prejuízo a esta instituição ou ao sigilo da participação dos integrantes desta instituição. Declaro, ainda, que não recebemos qualquer tipo de remuneração por esta autorização, bem como os participantes também não o receberão.

A pesquisa só terá início nesta instituição após apresentação do Parecer de Aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.

Rio de Janeiro, _____

Responsável pela Instituição

Agradecemos sua colaboração ao participar desta pesquisa. Se desejar qualquer informação adicional sobre este estudo, envie uma mensagem para:

Mestranda Adrielle Assis de Moraes (adrielleccassis@gmail.com) – Cel. (21) 975303792

Orientadoras: Dra. Carolina Tavares Schumann (cr_tavares@hotmail.com).

Após o início da pesquisa, caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador

responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: R. São Francisco Xavier, 524, sala 3020, bloco E, 3º andar- Maracanã – Rio de Janeiro/RJ, e-mail: etica@uerj.br – telefone: (021) 2334 2180.

APÊNDICE B – TCLE para estudantes maiores de idade



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
PROFBIO – Mestrado Profissional no Ensino de Biologia



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(modelo para estudantes maiores de idade)

Prezado participante,

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), do estudo/pesquisa **“Jogando e aprendendo: construção e uso de jogo didático no ensino de fermentação e respiração celular”**, desenvolvida por Adrielle Carvalho Assis de Moraes aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientada pela profa. Dra Carolina Tavares Schumann. Este estudo tem por objetivo analisar se o uso do jogo didático facilita a aprendizagem sobre fermentação e respiração celular, visto que os alunos tendem a apresentar dificuldades na compreensão de conteúdos referentes ao metabolismo celular.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos metodológicos: produção do jogo didático; testes a fim de realizar ajustes necessários; aplicação do jogo aos estudantes do ensino médio; e avaliação da utilização do jogo pelos estudantes. Sua participação é fundamental e consistirá em participar do jogo “ATP para vencer” e, posteriormente, responder ao questionário expondo sua percepção sobre o recurso utilizado e sua compreensão sobre o conteúdo abordado. Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo do participante. O pesquisador responsável se compromete a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos participantes.

Sua participação nesta pesquisa é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado de qualquer maneira caso decida não consentir sua participação. Sua participação não acarretará em qualquer recurso financeiro ou qualquer ônus, tendo a finalidade de colaborar com a pesquisa. O benefício (indireto) relacionado à sua participação é colaborar para a aplicação de um material didático que contribua para o

trabalho docente, dinamize as aulas e facilite a aprendizagem sobre fermentação e respiração celular.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável. Em caso de dúvida quanto à condução ética da pesquisa, entre em contato com a Comissão de Ética e Pesquisa da UERJ. A Comissão ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa, sua integridade e dignidade, além de contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos.

CONTATO DA COMISSÃO DE ÉTICA

Comissão de Ética e Pesquisa da UERJ.

Rua São Francisco Xavier 524, sala 3018, bloco E, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ – Brasil-
Cep:20550-900

Tel.: (21) 2334-2180

E-mail: etica@uerj.br

CONTATO DO PESQUISADOR

Adrielle Assis de Moraes (adrielleccassis@gmail.com) – Cel. (21) 975303792

Orientadora: Dra. Carolina Tavares Schumann (cr_tavares@hotmail.com)

Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ)

Rua Santa Alexandrina, 288, Rio Comprido, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 20261-232, telefone:
23338165

Eu, _____,

portador do RG nº _____ declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de participação na pesquisa, e que concordo participar do projeto de pesquisa acima descrito.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) participante

Assinatura da pesquisadora

APÊNDICE C – TCLE para estudantes menores de idade



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
PROFBIO – Mestrado Profissional no Ensino de Biologia



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(modelo para estudantes menores de idade)

O(a)menor _____, sob sua responsabilidade está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada “**Jogando e aprendendo: construção e uso de jogo didático no ensino de fermentação e respiração celular**”, desenvolvida por Adrielle Carvalho Assis de Moraes aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientada pela profa. Dra Carolina Tavares Schumann. Este estudo tem por objetivo analisar se o uso do jogo didático facilita a aprendizagem sobre fermentação e respiração celular, visto que os alunos tendem a apresentar dificuldades na compreensão de conteúdos referentes ao metabolismo celular.

Para esta pesquisa serão adotados os seguintes procedimentos metodológicos: produção do jogo didático; testes a fim de realizar ajustes necessários; aplicação do jogo aos estudantes do ensino médio; e avaliação da utilização do jogo pelos estudantes. A participação dele é fundamental e consistirá em participar do jogo “ATP para vencer” e, posteriormente, responder ao questionário expondo a percepção sobre o recurso utilizado e compreensão sobre o conteúdo abordado. Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo do participante. O pesquisador responsável se compromete a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos participantes.

A participação do (a) menor nesta pesquisa não acarretará em qualquer recurso financeiro ou qualquer ônus, tendo a finalidade de colaborar com a pesquisa. Deverá ocorrer de forma voluntária, isto é, não obrigatória, ele(a) será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou não. O(A) Sr. (a), como responsável pelo menor, poderá retirar seu consentimento a participação a qualquer momento, não será penalizado de qualquer maneira caso decida não consentir sua participação. O benefício (indireto)

relacionado à participação dele é colaborar para a aplicação de um recurso didático que contribua para o trabalho docente de forma a dinamizar as aulas e facilitar a aprendizagem.

Caso você concorde em autorizar a participação do(a) menor na pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável. Em caso de dúvida quanto à condução ética da pesquisa, entre em contato com a Comissão de Ética e Pesquisa da UERJ. A Comissão ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa, sua integridade e dignidade, além de contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos.

CONTATO DA COMISSÃO DE ÉTICA

Comissão de Ética e Pesquisa da UERJ.

Rua São Francisco Xavier 524, sala 3018, bloco E, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ – Brasil-
Cep:20550-900

Tel.: (21) 2334-2180

E-mail: etica@uerj.br

CONTATO DO PESQUISADOR

Adrielle Assis de Moraes (adriellecassis@gmail.com) – Cel. (21) 975303792

Orientadora: Dra. Carolina Tavares Schumann (cr_tavares@hotmail.com)

Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ)

Rua Santa Alexandrina, 288, Rio Comprido, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 20261-232, telefone:
23338165

Eu, _____,

portador do RG nº _____, responsável pelo(a) menor

declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de participação na pesquisa, e que autorizo a participação dele no projeto de pesquisa acima descrito.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) participante: _____

Assinatura do(a) responsável: _____

Assinatura da pesquisadora responsável: _____

APÊNDICE D - Questionário semiestruturado respondido pelos alunos

<p>O que você achou do jogo?</p> <p>Por favor, circule um número de acordo com o quanto você concorda com cada afirmação.</p> <p>Para isso considere: <u>1 se discorda, 2 se concorda parcialmente e 3 se concorda totalmente</u></p>			
Atenção O design da interface do jogo é atraente, e capturou minha atenção logo de início.	1	2	3
Relevância Era clara a relação entre o conteúdo do jogo e os assuntos que já vi, pensei e estudei.	1	2	3
Confiança Foi fácil entender o jogo.	1	2	3
Satisfação Completar alguns desafios do jogo me deixou bastante satisfeito(a).	1	2	3
Imersão Fui absorvido totalmente com o jogo, não percebi o tempo passar.	1	2	3
Desafios Os desafios que o jogo proporciona foram apropriados e motivadores.	1	2	3
Habilidades e competência Compreendi o jogo e cumpri os objetivos propostos.	1	2	3
Interação social A interação no jogo ajudou na compreensão e na aprendizagem.	1	2	3
Divertimento Achei o jogo divertido, e poderia jogá-lo outras vezes.	1	2	3
Esse tipo de recurso torna a aula mais interessante.	1	2	3
Conhecimento Depois do jogo consigo compreender melhor os temas explorados por ele.	1	2	3
Adquiri novos conhecimentos.	1	2	3

APÊNDICE E – Manual do jogo

VAMOS CORRER? Manual de instruções

COMPOSIÇÃO DO JOGO

-Tabuleiro;
-Cartas com questões: 12 GLICÓLISE, 12 CICLO DE KREBS, 12 CADEIA RESPIRATÓRIA.
-4 Cartas destino
-24 Cartas moeda energética de NADH
-4 FADH₂
-20 ATP
-10 perde ATP
-1 Dado com numeração até 3.
-- 3 blocos: um laranja (6 pinos), um rosa (3 pinos) e um verde (3 pinos)
Manual com as regras do jogo

OBJETIVOS: Produzir energia, passando pelas três etapas da respiração celular aeróbica: **GLICÓLISE, CICLO DE KREBS E**

CADEIA RESPIRATÓRIA, somando com a dupla ao final um total próximo a 32 ATP.

JOGADORES: 2 duplas e um jogador chefe, que irá distribuir as fichas quando necessário, organizar as cartas perguntas e verificar as respostas.

REGRAS DA CORRIDA




Um representante de cada dupla inicia o jogo com um bloco da glicose (cor laranja). Basta lançar o dado e deslocar o seu bloco o número de casas correspondentes.

E no decorrer do jogo fique sempre atento às informações do tabuleiro:

✓ Sempre leia tudo o que aparecer, são avisos importantes que, em algumas vezes, podem lhe favorecer.

✓ **?** Os PONTOS DE INTERROGAÇÃO: escolha sua carta e responda-a, procure acertar senão uma casa terá que voltar. Você pode pedir ajuda a seu par.

✓ **▲** PARADAS OBRIGATÓRIAS: você sempre deve parar e fazê-los, em seguida continue sua partida.

✓ O tabuleiro avisa sobre a formação de ATP  NADH  e FADH₂ 
Uma ficha dessa você acaba ganhar.

✓ **"Destino do piruvato"**- selecione uma das 4 cartas, ela indicará se você seguirá para a fermentação ou para a respiração celular.

✓ **"Fermentação"**- indica a fermentação da sua molécula, você perderá um NADH e deve sair do jogo. Calma, você pode retornar ao jogo! Mas como, se não há glicose o suficiente? Você tem duas outras chances de retornar ao jogo:
1º Chance: Como **ÁCIDO GRAXO** (pinos rosa), moléculas resultantes da quebra de LIPÍDIOS= basta selecionar e acertar uma pergunta sobre a CICLO DE KREBS
Caso você erre...

2º Chance: Como **AMINOÁCIDO** (pinos verde), moléculas resultantes da quebra de PROTEÍNAS= desde que você consiga obter somatório ≥ 5 (maior ou igual a cinco) ao lançar o dado duas vezes. Você poderá tentar até que o grupo conclua o ciclo de Krebs.

✓ Durante o CICLO DE KREBS, não esqueça! A saída de CO₂ é um aviso, retirar um pino é preciso.

✓ Quando a última etapa chegar, a bomba ATP sintetizará, então contabilize quantas moeda energética você acumulou. Considere, para isso, as informações da tabela:

Molécula	ATP
NADH	3 ATP
FADH ₂	2 ATP
ATP	1 ATP cada ficha

E agora, some-as com as de sua dupla. Quantos ATP vocês formaram? 30 ou 32, ou quem mais se aproximou?

Parabéns este é o Atleta vencedor!



APÊNDICE F – Narrativa introdutória do jogo

VAMOS CORRER?

PREPARAÇÃO PARA A CORRIDA

Durante a atividade física, o nosso coração bate mais rápido, a frequência de nossa respiração aumenta, os músculos doem sob o excessivo esforço físico, o suor começa a escorrer e, no fim, o aumento de apetite.

Você provavelmente já conhece todas essas reações que acontecem no seu corpo durante a prática de algum exercício físico, não é mesmo?

Porém, nessa corrida você e sua dupla serão biomoléculas dentro de uma célula do tecido muscular no corpo de um atleta.

Dois atletas resolveram desafiar-se, um é velocista, e como tal acostumado a percorrer 200m rasos e o outro é fundista que costuma participar do atletismo de pista percorrendo 10.000 m. As diferenças físicas entre eles são nítidas, enquanto o velocista tem um porte mais robusto exigindo muito esforço de seu músculo em pouco tempo, o fundista é mais magricelo, exigindo muito fôlego e resistência de seu corpo. Mas ainda assim, resolveram competir em uma prova que, segundo eles, deixaria a disputa mais equilibrada: prova de meio fundo, onde eles terão que correr 1.500 m. E agora quem será o vencedor?

Para começar joguem o dado e vejam se vocês serão biomoléculas no corpo do velocista ou no corpo do fundista.

Cada integrante joga o dado, a dupla que acumular mais pontos compõe o corpo do velocista e receberá 4 ATP, e a que acumular menos, estará no fundista e receberá 2 ATP. Peguem seus blocos de glicose e iniciem o jogo.

APÊNDICE H – Cartas do jogo

 <p>Usain bolt é um ex-velocista jamaicano, o que lhe exigia atividade muscular intensa. O que é produzido no músculo durante este tipo de atividade?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>FERMENTAÇÃO GLICÓLISE</p>	<p>A FERMENTAÇÃO é um processo importante para a indústria alimentícia. Possibilita, entre outros, a fabricação de queijo e iogurte, por meio da:</p> <p>a) fermentação láctica b) fermentação alcoólica c) fermentação cética</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>FERMENTAÇÃO GLICÓLISE</p>
<p>Durante a DIGESTÃO os alimentos são quebrados em moléculas menores, sendo obtidos os nutrientes. Assim eles podem entrar nas _____ a menor unidade morfofuncional dos seres vivos.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR GLICÓLISE</p>	<p>Você está com muita glicose no seu sangue! Será que está com diabete? Responda: qual o hormônio que promove a entrada de glicose na célula controlando sua concentração no sangue? Resolva esse problema!</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR GLICÓLISE</p>

<p>RESPOSTA: FERMENTAÇÃO LÁTICA- letra A Errou volte uma casa</p>	<p>RESPOSTA: ÁCIDO LÁTICO Errou volte uma casa</p>
<p>RESPOSTA:A INSULINA promove a entrada da glicose nas células</p>	<p>RESPOSTA: Os nutrientes provenientes dos alimentos entram nas CÉLULAS</p>

 <p>O sistema ----- ----- distribui os nutrientes e O_2 por todo o corpo, possibilitando a produção de ENERGIA (ATP).</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR GLICÓLISE</p>	<p>Além de carboidratos os atletas consomem muita proteína, elas são quebradas em AMINOÁCIDOS e compõem muitas estruturas do corpo, inclusive os músculos. Dê um exemplo de alimento rico em proteína.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR GLICÓLISE</p>
 <p>BOTOX é produzida pela bactéria <i>Clostridium botulinum</i> em condições adequadas à sua reprodução ($10^\circ C$, sem oxigênio e certo nível de acidez). Esta bactéria tem atividade ANAERÓBICA ou AERÓBICA?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>FERMENTAÇÃO GLICÓLISE</p>	<p>O IOGURTE é resultado da fermentação do açúcar do leite por bactérias, lactobacilos. A fermentação muscular se assemelha a essa, pois produz a mesma molécula. Qual?</p> 	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>FERMENTAÇÃO GLICÓLISE</p>

<p>RESPOSTA: Sistema CARDIOVASCULAR</p>	<p>RESPOSTA: alimentos como CARNE DE PORCO, FRANGO OU BOVINA, além de PEIXES .</p>
<p>RESPOSTA: não há necessidade da presença de O₂, por isso é ANAERÓBICA</p>	<p>RESPOSTA: ambas produzem ÁCIDO LÁTICO</p>

<p>O corpo já começou a utilizar as reservas de glicose acumulada no fígado e no músculo. Ajude-o, respondendo: Qual é o nome dessa reserva?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR GLICÓLISE</p>	<p>TÉTANO é uma doença causada pela bactéria <i>Clostridium tetani</i>. Ela tende a não resistir num fermento higienizado com água oxigenada, pois ela é ANAERÓBICA OBRIGATÓRIA. O que isso significa?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR GLICÓLISE</p>
<p>Hoje o atleta consumiu batata-doce, banana, cereais integrais... Uma dieta rica em carboidrato, que na digestão é quebrada em _____ a principal molécula utilizada na produção de ENERGIA.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR GLICÓLISE</p>	<p>Os LIPÍDIOS de origem animal, quando consumido em excesso, pode causar entupimento dos vasos sanguíneos, dificultando a circulação sanguínea! Evite esse problema, dê um exemplo de um alimento rico em lipídio.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>FERMENTAÇÃO GLICÓLISE</p>

<p>RESPOSTA: GLICOGÊNIO</p>	<p>RESPOSTA: organismos que são prejudicados com a presença de oxigênio.</p>
<p>RESPOSTA: GLICOSE</p>	<p>RESPOSTA: LIPÍDIO DE ORIGEM ANIMAL: MARGARINA, MANTEIGA, CARNES E LEITES LIPÍDIO DE ORIGEM VEGETAL: ÓLEOS VEGETAIS(SOJA, AZEITE, ETC), COCO, CASTANHAS, ABACATE</p>

Sobre **CICLO DE KREBS**
(ciclo do ácido cítrico):

- a) inicia-se com a participação da coenzima - A.
- b) ocorre no interior do complexo golgiense.
- c) Há consumo de CO_2 .

VAMOS CORRER?

**RESPIRAÇÃO
CELULAR**
CICLO DE KREBS

Repare que durante o ciclo de Krebs é liberado **GÁS CARBÔNICO** (CO_2).

Entendendo o funcionamento do organismo vivo como um todo. Qual será o **DESTINO** desse gás?

VAMOS CORRER?

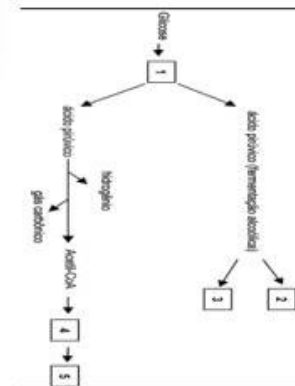
**RESPIRAÇÃO
CELULAR**
CICLO DE KREBS

Nos músculos esqueléticos de uma pessoa treinada, qual **ORGANELA**, relacionada à produção de energia tende a se apresentar mais numerosas nas células?

VAMOS CORRER?

**RESPIRAÇÃO
CELULAR**
CICLO DE KREBS


Observe o esquema qual número equivale ao ciclo de Krebs.




VAMOS CORRER?

**RESPIRAÇÃO
CELULAR**
CICLO DE KREBS

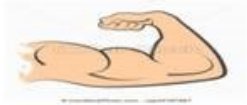
<p>RESPOSTA: o ciclo de Krebs inicia-se com a participação da coenzima -A</p>	<p>RESPOSTA: é transportados pelos vasos sanguíneos até os pulmões e então são liberado para atmosfera pela via respiratória.</p>
<p>RESPOSTA: as MITOCÔNDRIAS</p>	<p>RESPOSTA: número 4</p>

<p>A oxidação completa de uma molécula de acetil coa no ciclo de krebs, gera:</p> <p>a) 2 CO₂, 2 NADH e 1 FADHE 1 ATP</p> <p>b) 3 CO₂, 3 NADH e 2 FADHE 2 ATP</p> <p>c) 2 CO₂, 3 NADH e 1 FADHE 1 ATP</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>	<p>Onde ocorre o ciclo de krebs:</p> <p>a) No citoplasma</p> <p>b) Na matriz mitocondrial</p> <p>c) Na membrana interna da mitocôndria.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>
<p>A energia liberada da quebra de nutrientes é temporariamente armazenada numa molécula, que foi comparada a uma "MOEDA UNIVERSAL DE ENERGIA"</p> <p>Que molécula é essa?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>	<p>A frequência da RESPIRAÇÃO SISTÊMICA</p>  <p>aumenta durante a prática de exercício. Isso possibilita maior saída de</p> <p>(12) liberado durante a produção de energia.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>

<p>RESPOSTA: gera 2 CO₂, 3 NADH, 1 FADH E 1 ATP, letra C</p>	<p>RESPOSTA: Na matriz mitocondrial, letra B</p>
<p>RESPOSTA: ATP</p>	<p>RESPOSTA: GÁS CARBÔNICO (CO₂)</p>

<p>Durante está corrida as células do músculo do atleta podem produzir energia por dois processos metabólicos. Quais são esses processos?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>	<p>A queima da glicose para a produção de energia, inicia-se com sua quebra. Num processo chamado _____.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>
<p>O atleta está com dificuldade no transporte de O_2. Será que ele está com anemia? Qual a célula sanguínea responsável pelo transporte de O_2. Responda e resolva essa situação.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>	<p>Durante a prática de exercício o batimento cardíaco _____ (DIMINUI OU AUMENTA?) Levando _____ (MAIS OU MENOS?) gases e nutrientes às células.</p> 	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>

<p>RESPOSTA: FERMENTAÇÃO OU RESPIRAÇÃO CELULAR</p>	<p>RESPOSTA: GLICÓLISE</p>
<p>RESPOSTA: HEMÁCIAS, GLÓBULOS VERMELHOS OU ERITRÓCIOS células presentes no sangue responsáveis pelo transporte de oxigênio e gás carbônico</p>	<p>RESPOSTA: Durante a prática de exercício o batimento cardíaco AUMENTA, Levando MAIS gases e nutrientes às células.</p>



No músculo a energia pode ser produzida por meio da **fermentação** ou da **respiração celular**. Quais são as etapas da **RESPIRAÇÃO CELULAR**?

VAMOS CORRER?

RESPIRAÇÃO
CELULAR
CICLO DE KREBS

Como o **aumento** da **frequência respiratória** favorece a maior produção de energia?

VAMOS CORRER?

RESPIRAÇÃO
CELULAR
CICLO DE KREBS

É a etapa da respiração celular que ocorre no interior das mitocôndrias e os elétrons proveniente da degradação de moléculas orgânicas, são capturados por oxigênio produzindo ATP?

VAMOS CORRER?

RESPIRAÇÃO
CELULAR
CICLO DE KREBS




Vanderlei Lima é ex-maratonista. Durante uma maratona que tipo de **PROCESSO METABÓLICO** pode disponibilizar **mais energia** para o atleta?


VAMOS CORRER?

RESPIRAÇÃO
CELULAR
CICLO DE KREBS

<p>RESPOSTA: as etapas da respiração celular são três- GLICÓLISE, CICLO DE KREBS E CADEIA RESPIRATÓRIA</p>	<p>RESPOSTA: aumenta a frequência de troca gasosa, entrada de oxigênio e saída de gás carbônico, gases utilizados e liberados durante a produção de energia.</p> <p>Errou perde 1ATP</p>
<p>RESPOSTA: CADEIA RESPIRATÓRIA</p>	<p>RESPOSTA: RESPIRAÇÃO CELULAR, pois esse processo, utilizando uma molécula de glicose, gera mais ATP que a fermentação.</p>

 <p>Unicelular X pluricelular Considerando a quantidade de energia produzida, por que os seres pluricelulares são geralmente aeróbios e não anaeróbios?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>	<p>Os íons H^+ têm como aceptor final o OXIGÊNIO (O). Produzindo água (H_2O), ou seja dois átomos de hidrogênio H para um O. Se eu tiver 16 H^+ quantos átomos de O serão necessários?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>
 <p>MITOCÔNDRIAS são organelas presentes em células animais e vegetais. Por que elas são consideradas as "casas de força" das células?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>	<p>Para que produção de energia ocorra de modo aeróbico, são necessários a entrada de algumas moléculas na célula, a ___ ___ ___ que é usada logo na primeira etapa e o ___ ___ ___ ___ obtida pela respiração.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>

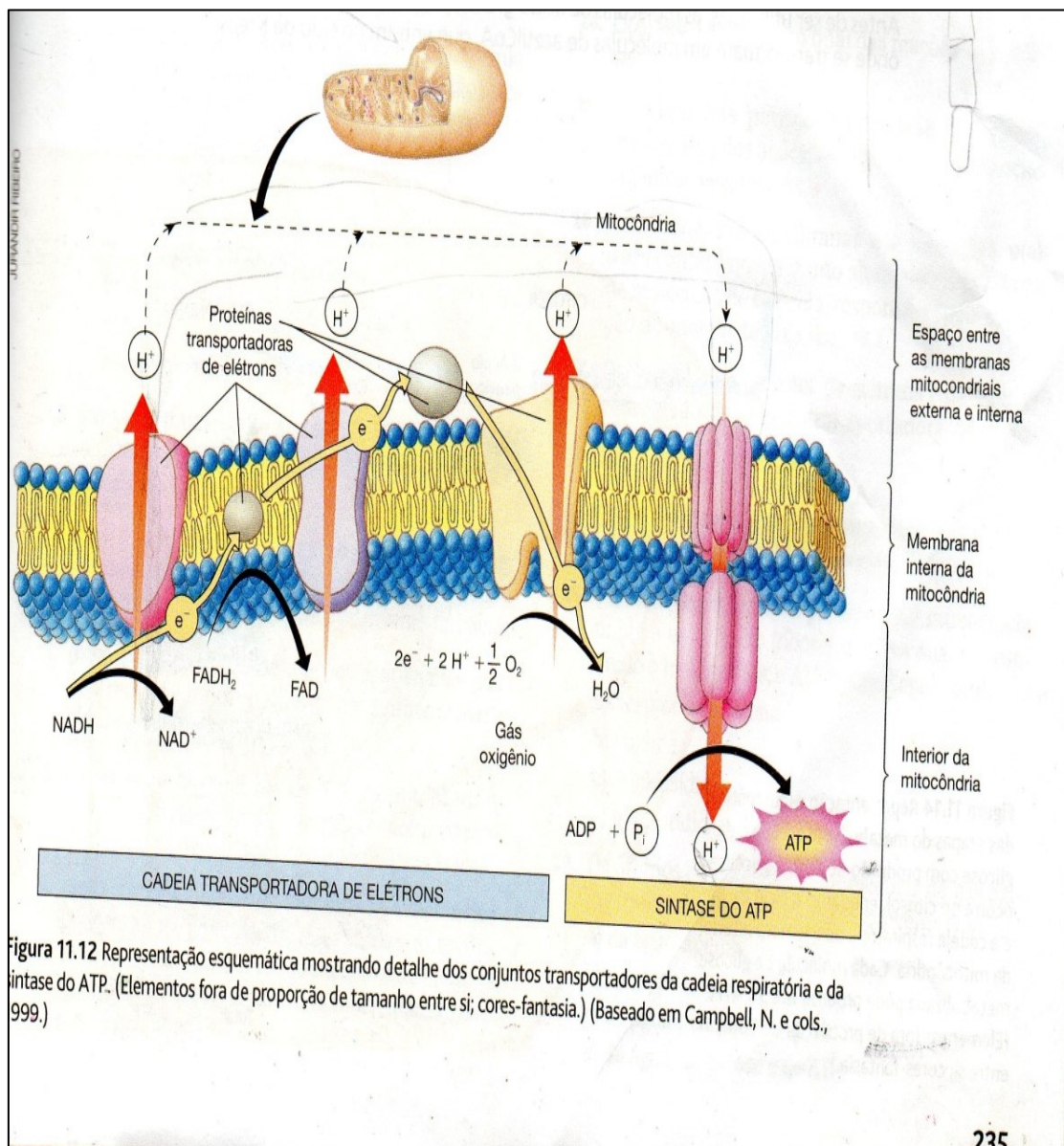
<p>RESPOSTA: porque a respiração anaeróbica gera pouca energia, o que inviabilizaria a manutenção dos organismos pluricelulares.</p> <p>Errou perde 1 ATP</p>	<p>RESPOSTA: OITO ATOMOS DE H+</p>
<p>RESPOSTA: Porque são nelas que ocorre a maior produção de energia, como numa casa de força.</p>	<p>RESPOSTA: são necessários a entrada de algumas moléculas na célula, a GLICOSE que é usada logo na primeira etapa e o OXIGÊNIO obtida pela respiração.</p> <p>Errou perde 1 ATP</p>

<p>Exercícios anaeróbicos (como musculação), são os de movimento rápido e alta intensidade. Produzem ATP por meio da</p> <hr/> <p>Um processo do metabólico que produz pouca energia de forma rápida sem a presença de O_2.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>	<p> A frequência da RESPIRAÇÃO SISTÊMICA</p> <p>Aumenta durante a prática de exercício para possibilitar maior entrada de _____ (8) utilizado na respiração celular.</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>
<p>Em um ambiente que carece de O_2. Qual organismo se adapta melhor, um que faz fermentação ou um que faz respiração celular?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>	<p>Pessoas com anemia, tendem a apresentar como sintoma fadiga, indisposição. Como isso se explica ?</p>	<p>VAMOS CORRER?</p> <p>RESPIRAÇÃO CELULAR CICLO DE KREBS</p>

<p>RESPOSTA: FERMENTAÇÃO</p> <p>Errou perde 1 ATP</p>	<p>RESPOSTA: OXIGÊNIO</p>
<p>RESPOSTA: FERMENTAÇÃO</p>	<p>RESPOSTA: há insuficiência no transporte de oxigênio, o que dificulta a produção de ATP, energia, gerando fadiga.</p> <p>Errou perde 1 ATP</p>

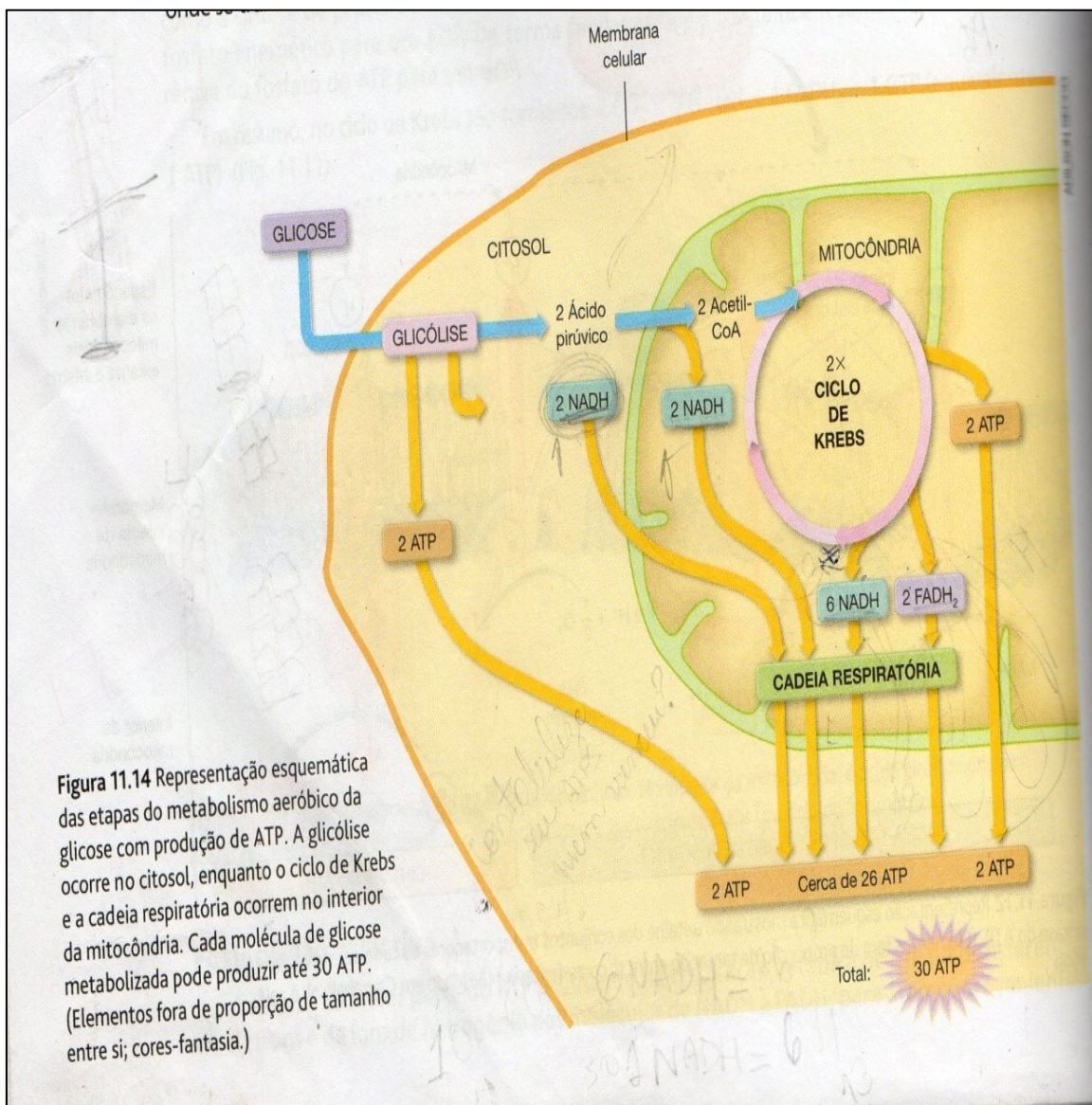
<p>FUNDISTA: produz energia de forma lenta= RESPIRAÇÃO CELULAR. Vá para casa da coenzima A "Co-A"!</p> <p>VELOCISTA: rápida produção de energia= FERMENTAÇÃO. Mas se você e sua dupla tiverem pelo menos 3 ATP, siga para RESPIRAÇÃO</p>	 <p>DESTINO DO PIRUVATO</p>	<p>FUNDISTA: produz energia de forma lenta= RESPIRAÇÃO CELULAR. Vá para casa da coenzima A "Co-A"!</p> <p>VELOCISTA: rápida produção de energia= FERMENTAÇÃO. Mas se você e sua dupla tiverem pelo menos 3 ATP, siga para RESPIRAÇÃO</p>	 <p>DESTINO DO PIRUVATO</p>
<p>FUNDISTA: produz energia de forma lenta= RESPIRAÇÃO CELULAR. Vá para casa da coenzima A "Co-A"!</p> <p>VELOCISTA: rápida produção de energia= FERMENTAÇÃO. Mas se você e sua dupla tiverem pelo menos 3 ATP, siga para RESPIRAÇÃO</p>	 <p>DESTINO DO PIRUVATO</p>	<p>FUNDISTA: produz energia de forma lenta = RESPIRAÇÃO CELULAR, na Co-A. Mas se não tiver pelo menos 2 ATP deverá ir para a FERMENTAÇÃO.</p> <p>VELOCISTA: rápida produção de energia= FERMENTAÇÃO.</p>	 <p>DESTINO DO PIRUVATO</p>

ANEXO A - Representação esquemática dos conjuntos de transportadores de cadeia respiratória e da síntese de ATP



Fonte: AMABIS e MARTHO, 2013.

ANEXO B - Representação esquemática das etapas do metabolismo aeróbico da glicose com produção de ATP.



Fonte: AMABIS e MARTHO, 2013.