



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO NO ENSINO DO METABOLISMO DE  
GLICOGÊNIO PARA ESTUDANTES DAS DISCIPLINAS DE BIOQUÍMICA  
GERAL II E BIOQUÍMICA PARA ÁREAS AGRARIAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Elaborado por

LUANA DA SILVA NASCIMENTO

Orientador

EMERSON GUEDES PONTES

SEROPÉDICA – 2017

LUANA DA SILVA NASCIMENTO

EMERSON GUEDES PONTES

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO NO ENSINO DO METABOLISMO DE  
GLICOGÊNIO PARA ESTUDANTES DAS DISCIPLINAS DE BIOQUÍMICA  
GERAL II E BIOQUÍMICA PARA ÁREAS AGRARIAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Monografia apresentada como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
licenciado em Ciências Biológicas do  
Instituto de Ciências Biológicas e da  
Saúde da Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro.

JULHO – 2017

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO NO ENSINO DO METABOLISMO DE  
GLICOGÊNIO PARA ESTUDANTES DAS DISCIPLINAS DE BIOQUÍMICA  
GERAL II E BIOQUÍMICA PARA ÁREAS AGRARIAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

LUANA DA SILVA NASCIMENTO

MONOGRAFIA APRESENTADA EM: \_\_/\_\_/\_\_

BANCA EXAMINADORA:

PRESIDENTE/ORIENTADOR:



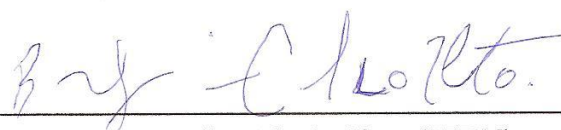
(Emerson Guedes Pontes, UFRRJ)

MEMBRO TITULAR:



(Cristiano Jorge Riger, UFRRJ)

MEMBRO TITULAR:



(Benjamin Carvalho Teixeira Pinto, UFRRJ)

MEMBRO SUPLENTE:

(Diego de Mello Conde de Brito, UFRRJ)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por ter me dado condições de começar e terminar mais essa etapa na minha vida. Que mesmo eu não sendo merecedora ele nunca me desampara. “Confie no Senhor de todo o seu coração e não se apoie em seu próprio entendimento; reconheça o Senhor em todos os seus caminhos, ele endireitará as suas veredas.” (Provérbios 3:5-6).

Agradeço também aos meus pais, Pedro Bento do Nascimento e Sandra Maria da Silva, por sempre cuidarem de mim e, terem me dado todo apoio para que eu pudesse seguir meus sonhos e por me amarem incondicionalmente. Aos meus irmãos amados Pedro Paulo da Silva Nascimento e José Roberto da Silva Nascimento por fazerem da minha vida uma eterna infância quando estou ao lado de vocês.

Agradeço ao meu esposo Allam Bruno Hastenreiter do Nascimento, pessoa na qual embolsei o sobrenome. Alguém que Deus enviou especialmente para colocar na minha vida, um exemplo de companheirismo, amizade, amor e cumplicidade. Será meu amado por 2 eternidades, obrigada por me aguentar sem nunca deixar de demonstrar seu amor por mim.

Agradeço também a meu orientador Emerson Pontes que nunca desiste de nós, sempre com muita paciência, aconselhando e dizendo estar preocupado.

Outros agradecimentos vão para os amigos e colegas.

E agradecer também a galera do lab. Obrigada, Luan Valim minha dupla sertaneja nos trabalhos, Juliana Kirk minha companheira de muitas travessuras, Marcelinha minha colega de cama de Arthromint, Elaine Miranda, Sabrina Rezende, Danielle Fidelis, Regina Formágio, Natasha Formágio, Sayonara, enfim a todos.

Muito obrigada!

## RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de contextualização no ensino de Bioquímica, utilizando como recurso didático um jogo que aborda o conteúdo de metabolismo de glicogênio.

Sabemos, que a disciplina de Bioquímica é apresentada pelos alunos como sendo abstrata e complexa, dificultando deste modo na compreensão, na interação e na construção do conhecimento científico. Com isso, o uso dos jogos surge para contribuir com o ensino e com o professor, pois permite aos alunos desenvolverem o raciocínio para formular as respostas, estimulando-os na construção do conhecimento e também auxilia nas interações aluno-professor e aluno-aluno, colaborando para a formação social do aluno.

O objetivo desse trabalho investigar e analisar o ensino-aprendizagem através da aplicação de um jogo sobre metabolismo do glicogênio. Visando que essa atividade auxilie aos educandos a relacionarem, a entenderem e a associarem os conteúdos do metabolismo do glicogênio com o funcionamento do seu próprio corpo.

Os resultados mostraram que, após o uso do “Jogo do Metabolismo do Glicogênio”, o número de alunos que acertou grande parte ou todas as questões propostas no questionário foi consideravelmente maior.

**Palavras-chave:** Jogo; recurso pedagógico; material complementar; glicogênio; bioquímica

## **ABSTRACT**

The present work presents a proposal of contextualization in the teaching of Biochemistry, using as a didactic resource a game that approaches the content of Glycogen Metabolism.

We know that the discipline of Biochemistry is presented by students as being abstract and complex, thus making it difficult to understand, interact and construct scientific knowledge. With this, the use of games arises to contribute with teaching and with the teacher, because it allows the students to develop the reasoning to formulate the answers, stimulating them in the construction of knowledge and also helps in the interactions student-teacher and student-student, collaborating for the social formation of the student.

The objective of this work is to investigate and analyze teaching-learning through the application of a game about glycogen metabolism. Aiming that this activity assists learners to relate, understand and associate the contents of glycogen metabolism with the functioning of their own body.

The results showed that after the use of the glycogen metabolism kit, the number of students who scored most or all of the questions proposed in the questionnaire was considerably higher.

Keywords: game; pedagogical resource; complementary material; Glycogen; biochemistry

**SUMÁRIO**

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
SUMÁRIO.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
1.INTRODUÇÃO.....	11
<b>1.1 Ensino de bioquímica.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 O uso de jogos como recursos pedagógicos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Atuação dos professores perante aos desafios de ensinar.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 O uso de jogos no ensino de Bioquímica.....</b>	<b>16</b>
<b>1.5 Metabolismo do glicogênio.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5.1 Degradação do glicogênio.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.2 Síntese de glicogênio.....</b>	<b>19</b>
<b>1.5.3 Regulação do metabolismo do glicogênio.....</b>	<b>20</b>
<b>1.5.4 Glicogenólise.....</b>	<b>21</b>
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	24
<b>2.1 Idealização da atividade.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3 Questionário.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4 O jogo.....</b>	<b>25</b>
<b>2.5 Aplicação do Jogo.....</b>	<b>26</b>
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
<b>3.1Aplicação do jogo.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Análise das respostas do questionário.....</b>	<b>29</b>
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47

ANEXO .....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59



**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Glicogenólise e Glicogênese.....	22
Figura 3: Fotografias da composição do jogo.....	27
Figura 4:Fotos durante o desenvolvimento do jogo.....	28
Figura 5: Gráfico da questão 1 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias .....	30
Figura 6: Gráfico da questão 1 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II.....	30
Figura 7: Gráfico da questão 2 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias .....	32
Figura 8: Gráfico da questão 2 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II.....	32
Figura 9: Gráfico da questão 3 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias .....	33
Figura 10: Gráfico da questão 3 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II.....	33
Figura 11: Gráfico da questão 4 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias .....	34
Figura 12: Gráfico da questão 4 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II.....	34
Figura 13: Gráfico da questão 5 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias .....	36
Figura 14: Gráfico da questão 5 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II.....	36
Figura 15: Gráfico da questão 6 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias .....	37
Figura 16: Gráfico da questão 6 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II.....	37
Figura 17: Gráfico da questão 7 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias .....	38
Figura 18: Gráfico da questão 7 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II.....	38
Figura 19: Gráfico da questão 8 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias .....	40
Figura 20: Gráfico da questão 8 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica BásicaII.....	40
Figura 21: Gráfico da questão 9 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias .....	41

Figura 22: Gráfico da questão 9 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica BásicaII.....	41
Figura 23: Gráfico da questão 10 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias.....	43
Figura 24: Gráfico da questão 10 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II .....	43
Figura 25:Número de artigos sobre estratégias didáticas em Bioquímica do Ensino Superior, publicados durante os anos de 2004-2015.....	46

## 1.INTRODUÇÃO

A forma tradicional de ensino, por meio de aulas expositivas, ainda é a mais usada pelas Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil, apesar das críticas recebidas pelos educadores contemporâneos (GOUVEIA JUNIOR, 2015). Sabe-se que uma das finalidades do sistema educacional é proporcionar aos futuros cidadãos capacidades de aprender, para que sejam aprendizes mais flexíveis, eficazes e autônomos. Partindo desta premissa e, na expectativa de reverter os problemas que afligem a área de educação, acredita-se que a implementação de novas práticas educativas, dentre as quais se destaca o uso de estratégias de ensino diversificadas, possam auxiliar na superação dos obstáculos (PEDROSO, 2009). Dentre os problemas destaca-se a não preparação do professor para a realidade da sala de aula; investimentos públicos insuficientes para atender com qualidade as necessidades educacionais; o uso em excesso de métodos de ensino ultrapassados (questionários, cópias de lição no quadro, muitas aulas teóricas sem participação dos alunos, etc.); e a falta de conexão entre os níveis de ensino (infantil, fundamental, médio e superior).

Uma ferramenta ainda pouco utilizada como material de apoio para a aprendizagem no ensino médio e raramente no Ensino Superior é o uso de jogos como material didático para a fixação de assuntos abordados em sala de aula (TOPANOTTI & LIMA, 2011). Profissionais da área educacional, comprometidos com a qualidade da sua prática pedagógica, reconhecem a importância do jogo como um veículo para o desenvolvimento social, emocional e intelectual dos alunos (TEZANI, 2006).

O jogo não é simplesmente um “passatempo” para distrair os alunos, ao contrário, corresponde a uma profunda exigência do organismo e ocupa lugar de extraordinária importância na educação escolar. Estimula o crescimento e o desenvolvimento, as faculdades intelectuais, a iniciativa individual, favorecendo o advento e o progresso da palavra. Estimula o indivíduo a observar e conhecer as pessoas e as coisas do ambiente em que vive (TEZANI, 2006).

Os jogos têm grande relevância porque auxiliam o professor a introduzir e aperfeiçoar os conteúdos, a fim de que os alunos trabalhem com descontração e domínio dos assuntos abordados. Em qualquer modalidade educacional e, não diferente na modalidade de Ensino Superior, os jogos são capazes de proporcionar momentos de descontração, sem deixar com que o objetivo maior, que é a aprendizagem, se perca (CORDEIRO & BARCELLOS, 2015).

Qualquer jogo ou brinquedo é uma fonte natural de atração para a maioria dos adultos, observa-se facilmente o encantamento que determinados jogos ou brinquedos despertam nos adultos, tais como eletrônicos, de controle remoto, coleções de miniaturas, histórias em quadrinhos entre outros (MIRANDA, 2015).

Dessa forma, os jogos didáticos, quando elaborados e repassados corretamente, auxiliam no entendimento das disciplinas (TOPANOTTI& LIMA, 2011). O presente trabalho teve por objetivo desenvolver um novo material didático, jogo, para facilitar o processo de ensino-aprendizagem do metabolismo de glicogênio. Analisando a eficiência do jogo como uma possível estratégia didática, nas aulas de Bioquímica.

Durante a elaboração deste trabalho foram levantadas as seguintes perguntas:

O uso de jogos didáticos no ensino de Bioquímica irá estimular a aprendizagem dos alunos?

O jogo didático pode ser utilizado no Ensino Superior?

O professor pode utilizar o jogo como um suporte a sua estratégia de ensino?

### **1.1 Ensino de bioquímica**

A aprendizagem da Bioquímica tem sido um problema para muitos alunos de cursos de graduação, mesmo que o docente utilize de diversos recursos em sua aula (SCATIGNO et al., 2016). Os estudantes de Bioquímica costumam definir esta disciplina como uma coleção de estruturas químicas e reações, de difícil assimilação e desintegrada de sua prática profissional (BUFREM & SAKAKIMA, 2003).

Sendo a Bioquímica uma disciplina inserida em praticamente todos os cursos das áreas de saúde e biológicas, os profissionais destas áreas desempenham funções nas quais o domínio sobre as reações orgânicas é fundamental para a execução de procedimentos em diversas situações (GRAZINOLI GARRIDO et al., 2010). Contudo, observa-se que os estudantes apresentam dificuldades sobre os temas trabalhados na disciplina de Bioquímica desde os primeiros contatos com temas relacionados ainda no ensino médio (SCHIMIDT et al., 2014).

É comum encontrar situações em que os estudantes sentem-se desinteressados, por não conseguirem perceber a relação entre os conteúdos que estão estudando durante a disciplina. Além disso, o conteúdo curricular de Bioquímica é particularmente difícil para o aluno, principalmente por dois motivos: pelo fato de necessitar de conhecimentos científicos prévios sobre propriedades das moléculas presentes nos organismos; e, de concordar que determinadas reações ocorrem, mesmo sem a visualização das interações entre as moléculas e transformações sofridas pelas mesmas, trazendo assim uma

dificuldade de compreensão desses conteúdos trabalhados pelos docentes (SCHIMIDT et al., 2014).

Isso não difere dos alunos de Bioquímica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), pesquisa feita com estudantes de Biologia por SANTOS (2017), ainda aponta o sistema de ensino que está sendo praticado na UFRRJ é um possível contribuinte para o desinteresse dos alunos. Os alunos da Biologia entrevistados na pesquisa têm intuitivamente a noção de que a Bioquímica é importante para o seu curso e para a sua formação, independente do período de curso em que estejam, assim como também veem a bioquímica como disciplina com pré-requisito importante em outras disciplinas da graduação. Em parte essas dificuldades encontradas quanto ao ensino da Bioquímica se deve ao grande volume de informações frente a reduzida carga horária, refletida também nas ferramentas passíveis de serem utilizadas pelos docentes para abordar ou revisar o conteúdo abordado ao longo da disciplina. Por outro lado, os estudantes têm apontado a Bioquímica como sendo uma disciplina de difícil assimilação e de nível complexo, principalmente quando ministrada nos semestres iniciais dos cursos.

Da mesma forma, muitos professores têm dificuldade na escolha de estratégias que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem (WOOD, 1990).

## **1.2 O uso de jogos como recursos pedagógicos**

Atualmente nossa sociedade vive inserida em um contexto de diversidade de formas e meios de comunicação, no qual é essencial ser competente na leitura e compreensão das diferentes linguagens (CARVALHO et al., 2005).

O jogo é concebido e utilizado no contexto educacional para o atendimento de diferentes metodologias e finalidades. O filósofo Platão defendia o jogo como um meio de aprendizagem mais prazeroso e significativo, de maneira que, inclusive, os conteúdos das disciplinas poderiam ser assimilados por meio de atividades lúdicas (LIMA, 2008). Para VIGOTSKY, (1989), o brincar é uma atividade humana criadora, na qual imaginação, fantasia e realidade interagem na fabricação de inovações na construção das relações sociais com outros sujeitos crianças e adultos.

O jogo pedagógico tem a intenção de provocar aprendizagem significativa, estimular a construção de novo conhecimento e principalmente despertar o desenvolvimento de uma habilidade operatória, ou seja, o desenvolvimento de uma aptidão ou capacidade cognitiva e apreciativa específica que possibilita a compreensão e

a intervenção do indivíduo nos fenômenos sociais e culturais e que ajude a construir conexões (TRISTÃO, 2010).

O jogo é um privilegiado recurso pedagógico, todavia, é necessário ter clareza sobre a natureza e as características dessa atividade, pois, se o educador não souber distinguir e compreender o que é o jogo e qual a sua importância no desenvolvimento do conhecimento, ele pode descaracterizar tanto o trabalho escolar quanto o jogo (LIMA, 2008). Esse domínio, entretanto, é primordial para a incorporação desta atividade no contexto educacional.

O professor deve adotar o jogo como “instrumento didático” transformando as atividades lúdicas em um recurso para sedução, atração e facilitação de aprendizagens de conteúdo das diversas áreas do conhecimento (LIMA, 2008). Assim, devido ao grande valor como recurso pedagógico, serve para enriquecer o processo ensino-aprendizagem.

A ideia de aplicar o jogo à educação propagou-se especialmente a partir do movimento da escola nova e do reconhecimento dos chamados “métodos ativos”. No entanto, esta ideia não é tão nova. Já no século XVII, Rousseau e Pestalozzi já difundiam a ideia de que a educação não deveria ser um processo artificial e repressivo (DA SILVA, 2007). O alemão Frederico Fröebel (1782-1852), criador do Kindergarten (Jardim da Infância) e o primeiro pedagogo a sistematizar uma proposta pedagógica para a educação infantil, concebia o jogo e os brinquedos como elementos centrais da sua teoria educativa (LIMA, 2008). Fröebel também era partidário da ideia de Rousseau e Pestalozzi, uma vez que o mesmo defendia uma pedagogia baseada na ação e mais particularmente no jogo. Ele dizia que a criança, para se desenvolver não devia apenas olhar e escutar, mas agir e produzir. Brincando e jogando a criança aplica os seus esquemas mentais à realidade a cerca, aprendendo-a e assimilando-a (DA SILVA, 2007).

Os jogos com fins educativos são instrumentos eficientes se aliadas ao trabalho pessoal e criativo do educador, para transformar o espaço da escola em troca de ideias e vivências, de expressão lúdica de acordo com a realidade com a qual trabalha, segundo os interesses e expectativas dos educados, buscando criar condições de superar os limites, de compreender a complexidade da realidade, de aprimorar sua capacidade comunicativa e ampliar de forma significativa sua inserção no espaço em que vive (DA SILVA, 2007).

Com esse posicionamento, torna-se evidente que o jogo, em seus vários aspectos, pode desempenhar uma função impulsionadora do processo de desenvolvimento e aprendizagem (ALVES& BIANCHIN, 2010).

### **1.3 Atuação dos professores perante aos desafios de ensinar**

Um bom professor tem um papel fundamental na vida do seu aluno. Com as mudanças constantes nas formas de aprender e ensinar, o professor tem que estar preparado para utilizar, no seu dia a dia, todas as ferramentas que possam oferecer uma aprendizagem diferenciada para os alunos (LOPES, 2015).

Em meio às aptidões a serem construídas e desenvolvidas por um professor encontra-se a capacidade de desenvolver uma relação professor-alunos propícia ao processo de ensino-aprendizagem. Este processo não é um processo industrial, de massa, baseia-se em grande parte em processos pessoais (KISHIMOTO, 2002). Em sala de aula, os docentes têm buscado melhorar a qualidade do ensino de diversas formas. No cenário pedagógico atual, as abordagens que se destacam trabalham com o aluno no centro da atividade de aprendizagem e buscam aproximar a teoria com a prática profissional. A justificativa é que o aluno, através da mediação do professor, constrói o seu aprendizado (SILVEIRA et al., 2016).

Considera-se como um bom aluno aquele que consegue reter o máximo de informações passadas pelo professor e o bom professor é o bom explicador, que consegue transmitir conteúdos difíceis de modo acessível aos alunos e dessa forma, conseguirá sua atenção (TAVARES& ALARCÃO, 2001). De acordo com MOURA & VALE (2002), a didática atualmente utilizada em sala de aula é majoritariamente “conteudista”, ou seja, a preocupação principal é quase sempre a transmissão de conteúdo. Essa didática, ainda para os autores, não considera a realidade do aluno e não se baseia nos conhecimentos que eles trazem para o local de estudo, muito menos reforça a necessidade de uma integração com esses conteúdos. O uso de novos métodos, muito mais interativos, é necessário para despertar o interesse em aprender por parte desses aprendizes (SCHIMIDT et al., 2014).

Estabelecer um sentido para o ensino além de repassar apenas o que propõe o currículo escolar é um desafio significativo para o educador. Quando se percebe a escola desmotivada para os alunos, por mais variados que sejam os motivos, a reflexão do educador de como ele pode contribuir para mudar essa realidade se faz presente. Nesse tocante, o professor se remete quase sempre a questionar seu principal objetivo de trabalho: o saber (PINTO , 2009).

#### 1.4 O uso de jogos no ensino de Bioquímica

O metabolismo trata-se de eventos sequenciais e, mesmo que o professor tenha a habilidade para apresentar esse conteúdo como algo a ser entendido e não simplesmente memorizado, a integração de todos os eventos pelo aluno é uma tarefa difícil (SILVEIRA COVIZZI et al., 2012).

O ensino do metabolismo usando a metodologia tradicional gera fragmentação do conhecimento e dificulta a integração das vias metabólicas, por induzir o aluno a memorizar as etapas metabólicas (SILVEIRA COVIZZI et al., 2012). Outro problema normalmente observado em relação ao estudo de Bioquímica é que, embora se possam estudar partes individuais do conteúdo curricular em qualquer sistema, deve-se considerar que essas partes não estão isoladas do todo. Segundo COX (2011), esse fato pode ser exemplificado com o conteúdo Metabolismo, no qual seus componentes são ensinados individualmente, mas necessitam ser integrados para o entendimento da complexidade das reações e transformações bioquímicas. Desta forma, sugere-se que a visão fragmentada utilizada normalmente nas salas de aula pode justificar a dificuldade de compreensão dos alunos e a consequente dificuldade na formulação de questões diante de problemas complexos.

Possibilidades para tornar alunos mais motivados e melhorar a aprendizagem de conceitos científicos são sempre apresentadas em literaturas de educação, por exemplo, em instrumentos para a avaliação dessa compreensão ou em aulas mais dinâmicas associadas às tradicionais aulas expositivas (ANDERSON & SCHONBORN, 2008).

Claramente, as atividades lúdicas, como as brincadeiras, os brinquedos e os jogos, são reconhecidos pela sociedade como meio de fornecer ao indivíduo um ambiente agradável, motivador, prazeroso, planejado e enriquecido, que possibilita a aprendizagem de várias habilidades (PEDROSO, 2009). Além disso, é importante que o jogo permita *“a construção de algumas abstrações que, muitas vezes, são apenas transmitidas pelo professor e memorizadas sem uma real compreensão pelo aluno prejudicando, assim, o aprendizado”* (LARA, 2003).

O uso de jogos no processo de ensino e aprendizagem vem sendo uma importante ferramenta para auxiliar no ensino de conceitos complexos. Jogando, o indivíduo se depara com o desejo de vencer que provoca uma sensação agradável, pois as competições e os desafios são situações que mechem com os impulsos humanos (FIALHO, 2008). Os jogos pedagógicos são utilizados como instrumentos de apoio, compondo o reforço de conteúdos já aprendidos anteriormente. Em contrapartida, essa



ferramenta de ensino deve ser instrutiva, transformada numa disputa divertida, e que consiga, de forma sutil, desenvolver um caminho correto ao aluno (FIALHO, 2008).

O uso de *mangás* (histórias em quadrinhos japonesas) com conteúdo de Bioquímica aumentou o interesse dos alunos pela disciplina, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem (NAGATA, 1999). AZEVEDO et al., (2004) mostraram que o aprendizado dos alunos que estudaram o Ciclo de Krebs por meio de um jogo em duas versões, uma no formato de tabuleiro convencional (versão em papel) e outra, virtual (software), foi semelhante. A diferença apontada pelos autores entre os grupos foi relacionada ao nível de satisfação dos alunos que, aparentemente, preferem o formato virtual do jogo. O jogo “Perfil – Biomoléculas” tem como objetivo inter-relacionar características estruturais, classificação e função de carboidratos, lipídios e proteínas, sendo que a elaboração do material envolveu os alunos, que se sentiram motivados. Os autores relataram que o jogo incentivou o raciocínio e a articulação dos conceitos químicos e biológicos (PERAZZO et al., 2014). A avaliação do jogo de tabuleiro Bioquim4x, que visa rever conceitos de Bioquímica por meio de diferentes dinâmicas, foi bastante positiva, já que os alunos consideram que o mesmo contribuiu para o aprendizado da disciplina e que, apesar de ter apresentado certa dificuldade, foi dinâmico (FARKUH et al., 2014).

Jogos educativos também contribuem para o aprendizado colaborativo, um estilo de ensino descrito como sendo importante para aumentar o interesse entre os participantes e promover mudanças de atitude como, por exemplo, o de incentivar o pensamento crítico (GOKHALE, 1995). O uso de jogos didáticos como estratégia de ensino permite, entre outras vantagens, uma maior integração entre os estudantes, estimulando sua autoestima e mostrando que o aluno é capaz de criar instrumentos para o seu próprio aprendizado (AMORIM, 2013). Através da atividade lúdica o educador também tem a oportunidade de conhecer melhor o grupo de estudantes com quem trabalha, o que pode ser fundamental para incentivar o aprendizado por parte dos alunos (MORATORI, 2003; SETUVAL & BEJARANO, 2009). O ponto de partida para a utilização e aplicação de um jogo didático deve ser a definição de seus objetivos de acordo com a intenção pedagógica do educador (PINTO, 2009).

### **1.5 Metabolismo do glicogênio**

A degradação do glicogênio em glicose-1P denomina-se glicogenólise e a glicogênese refere-se à síntese do glicogênio. Esses processos são de extrema importância no fígado e nos músculos.

O fígado é o principal órgão no estoque de glicogênio. Em humanos bem alimentados, o conteúdo de glicogênio no fígado pode contribuir para cerca de 6% a 10% do peso deste órgão. Os músculos estocam uma quantidade menor, em torno de 1 a 2% do seu peso seco. Entretanto, como a massa muscular é maior do que a massa hepática, na maioria das pessoas o teor de glicogênio muscular pode corresponder a cerca de duas a quatro vezes o teor de glicogênio hepático (Tabela 1).

**Tabela 1:** Armazenamento de carboidrato em homens adultos normais (70 kg) adaptado (MURRAY et al., 1998)

Glicogênio hepático	4,0%	72g <sup>1</sup>
Glicogênio muscular	0,7%	245g <sup>2</sup>
Glicogênio extracelular	0,1 %	10g <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Peso do fígado = 1800g

<sup>2</sup>Peso muscular = 35kg

<sup>3</sup>Volume total = 10l

Os estoques de glicogênio hepático e muscular apresentam papéis diferentes. No músculo, o glicogênio serve como combustível para a síntese de ATP, enquanto o glicogênio do fígado funciona como uma reserva de glicose para a manutenção dos níveis sanguíneos desta substância. Os níveis de glicogênio hepático variam com a ingestão de alimento, acumulando altos níveis logo após a alimentação. Após 12 a 18 horas de jejum, o fígado torna-se quase totalmente desprovido de glicogênio, já o glicogênio do músculo só diminui após exercício vigoroso prolongado. As reservas de glicogênio hepático são, portanto, úteis para o intervalo entre as refeições. Elas mantêm-se um pouco mais elevadas para atender o jejum noturno (DA POIAN, 2011).

Em diversos organismos o excesso de glicose é convertido em formas poliméricas para fins de estoque e em dissacarídeos para fins de transporte. A principal forma de estoque de glicose em vertebrados e em microorganismos é o glicogênio, enquanto em plantas é o amido (NELSON & COX, 2014). Em vertebrados, a própria glicose é transportada no sangue, em plantas a forma de transporte é a sacarose, já nos insetos é a trealose (DA POIAN, 2011).

### 1.5.1 Degradação do glicogênio

A degradação dos estoques de glicogênio (glicogenólise) ocorre através da ação da glicogênio fosforilase. A ação desta enzima é remover fosforoliticamente um resíduo de glicose a partir da quebra de uma ligação  $\alpha$ -(1,4) da molécula de glicogênio. O produto desta reação é a glicose-1-fosfato.

A glicose-1-fosfato produzida pela ação da fosforilase é convertida em glicose-6-fosfato pela fosfoglicomutase.

A conversão de glicose-6-fosfato em glicose, que ocorre no fígado, rim e intestinos, pela ação da glicose 6-fosfatase, não acontece no músculo esquelético devido à falta desta enzima, por isso a glicose-6-fosfato formada é utilizada pela própria célula muscular. No fígado, a ação desta enzima conduz a glicogenólise para geração de glicose livre e a manutenção da concentração desta no sangue (DA POIAN, 2011).

A fosforilase não remove resíduos de glicose a partir das ligações  $\alpha$ -(1,6) do glicogênio. A atividade da fosforilase cessa a quatro resíduos de glicose do ponto de ramificação. Para a remoção de glicose destes pontos é necessária a ação da enzima desramificadora (também conhecida por oligo ( $\alpha$ 1 $\rightarrow$ 6) a ( $\alpha$ 1 $\rightarrow$ 4) glican-transferase), que contém duas atividades: glicotransferase e glicosidase. A atividade de transferase remove um bloco de três grupamentos glicosil de uma ramificação para outra. A glicose em uma ligação  $\alpha$ -(1,6) da ramificação é removida pela ação da glicosidase (NELSON & COX, 2014).

### 1.5.2 Síntese de glicogênio

A síntese do glicogênio a partir da glicose é executada pela glicogênio sintase. Esta enzima utiliza como substratos: a UDP glicose e o estado final não reduzido do glicogênio com outro substrato.

A ativação de glicose, para ser usada pela síntese de glicogênio, é executada pela UDP glicose-pirofosforilase. Esta enzima troca o fosfato do carbono-1 da glicose-1-fosfato por UDP. A energia da ligação fosfoglicosil da UDP glicose é utilizada pela glicogênio-sintase para catalisar a incorporação de glicose em uma molécula preexistente do glicogênio. A molécula de UDP é subsequentemente liberada da enzima.

Os pontos de ramificação são introduzidos na estrutura do glicogênio pela atividade de uma enzima ramificadora: quando o comprimento de uma cadeia terminal é de aproximadamente 12 resíduos de glicose, essa enzima desprende uma cadeia de aproximadamente 4 resíduos de comprimento e fixa-a novamente a uma cadeia vizinha por meio de uma ligação  $\alpha$ -(1,6). As ramificações  $\alpha$ -(1,6) na glicose são formadas pela ação da amilo(1 $\rightarrow$ 4) a (1 $\rightarrow$ 6)transglicosilase, também designada por enzima de ramificação(MAUGHAN et al., 2000).

A glicogenina é uma proteína de 37 kDa que atua como um primer para a síntese do glicogênio (DA POIAN, 2011).

### 1.5.3 Regulação do metabolismo do glicogênio

Durante a degradação do glicogênio liberamos glicose-1-fosfato pela ação da glicogênio fosforilase; esta molécula é usada na síntese do glicogênio, pela ação da glicogênio sintase. Uma célula precisa, portanto, de sistemas de regulação muito aprimorados para impedir a realização de ciclos fúteis. Neste caso, a glicose 1-P gerada na degradação do glicogênio para atender a necessidade de aumento dos níveis de glicose sanguínea ou para alimentar a via glicolítica poderia ser imediatamente utilizada para repor as reservas de glicogênio. Para impedir tal ciclo fútil, nosso organismo desenvolveu mecanismos de controle simultâneos para cada uma destas duas enzimas.

A degradação do glicogênio muscular ocorre quando a situação energética da célula é baixa, ou seja, quando os níveis de ATP estão baixos e os níveis de AMP estão elevados. A enzima chave do processo de glicogenólise é a glicogênio fosforilase. Esta enzima é regulada por efetores alostéricos, por modulação covalente do tipo fosforilação e por regulação hormonal. O AMP é um efetor positivo (ativador) da glicogênio fosforilase; já a glicose e o ATP são efetores negativos.

A glicogênio fosforilase existe em duas conformações: uma inativa, desfosforilada, uma forma ativa, fosforilada. A enzima responsável por esta fosforilação é a glicogênio fosforilase quinase. A enzima glicogênio fosforilase quinase é ativada por uma cascata de reações disparada pelo aumento dos níveis de AMP cíclico dentro da célula (DA POIAN, 2011).

Os hormônios glucagon e adrenalina apresentam um mecanismo de ação mediado por AMP cíclico. São hormônios cuja ação final é acelerar o processo de glicogenólise. A insulina é um hormônio que ativa a fosfo-proteína fosfatase, a enzima que catalisa a reação de retirada de um fosfato da enzima glicogênio fosforilase, inativando-a. A insulina é, portanto, um hormônio que interrompe o processo de glicogenólise e ativa o processo de glicogênese. A enzima chave do processo de glicogênese é a glicogênio sintase, a qual é regulada também por fosforilação. No entanto, de maneira oposta à glicogênio fosforilase, a glicogênio sintase é inibida por fosforilação.

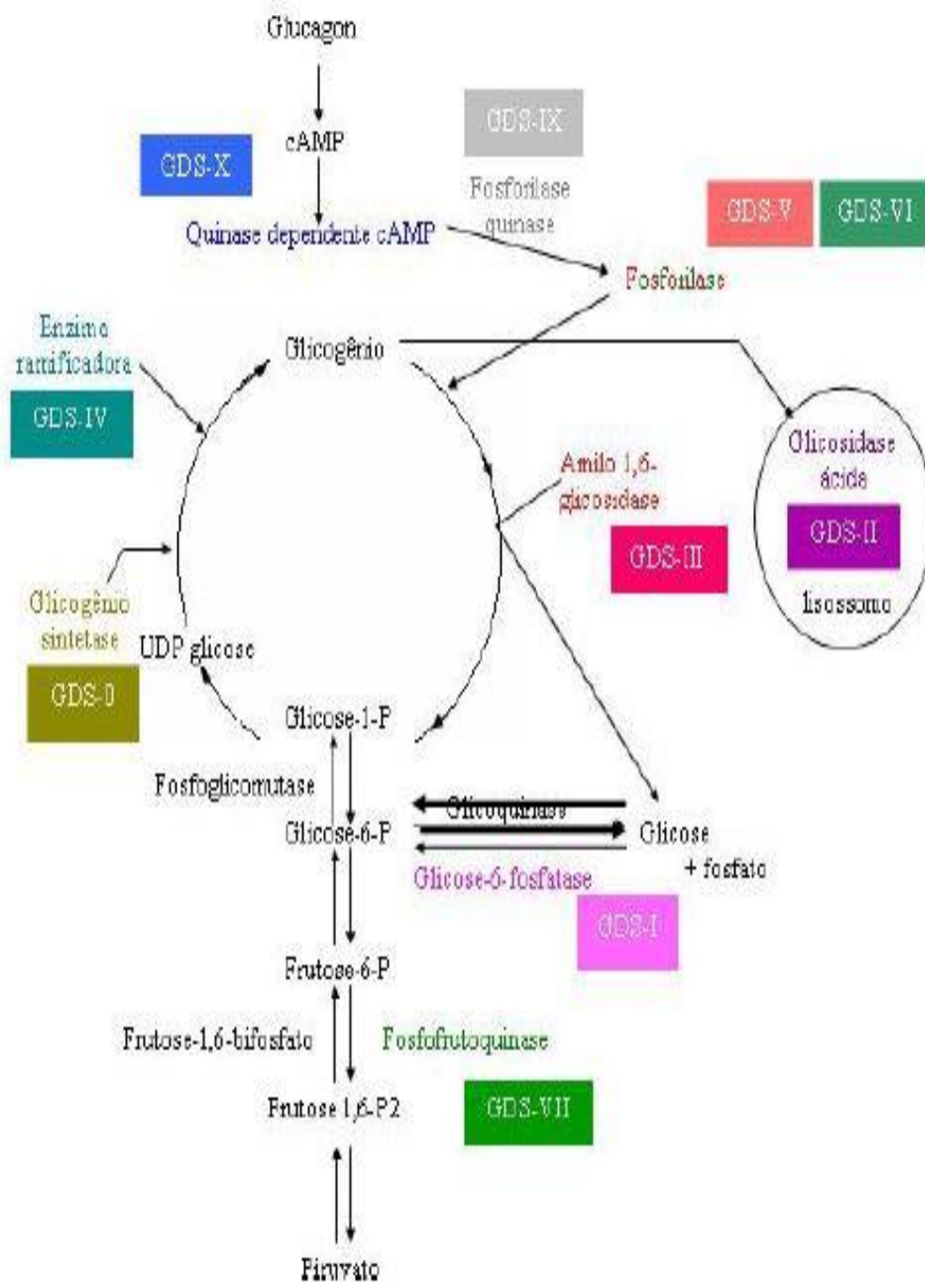
Ambas as enzimas estão presentes no citosol e necessitam da proteína quinase A para serem fosforiladas. Assim, o fato de a glicogênio fosforilase ser ativada por um mesmo processo que inativa a glicogênio sintase permitiu à célula coordenar processos de degradação e biossíntese do glicogênio, passando por intermediários comuns, dentro do mesmo compartimento celular (DA POIAN, 2011).

#### **1.5.4 Glicogenólise**

As glicogenoses (GSD) são grupos de doenças metabólicas causadas por deficiências enzimáticas na síntese ou degradação do glicogênio (WOLFS DORF & WEINSTEIN, 2003).

O complexo enzimático responsável pelo metabolismo do glicogênio pode ser visto na figura 1 e a alteração de qualquer uma das enzimas presentes nesta rota metabólica levará a uma consequência clínica e a um tipo de GSD. Há aproximadamente doze tipos diferentes de GSD, que são classificados com base nas enzimas deficientes e/ou tecidos afetados. Subtipos vêm sendo descritos, devido a diferentes características clínicas, bioquímicas e genéticas (MOSES, 1990).

As formas mais comuns de GSD são os tipos I, II, III e IV, que são responsáveis por mais de 90% de todos os casos. Outras formas, como tipos VI e IX, são tão raras que estatisticamente nem estão disponíveis (SHIN, 2006). Na figura 2 pode-se observar o defeito enzimático envolvido e os órgãos mais afetados pela alteração.



**Figura 1: Glicogenólise e Glicogênese.** Adaptado:(BASSO et al., 2006).

TIPO	DENOMINAÇÃO	ENZIMA	TECIDOS
0	Glicogenose A	<i>glicogênio sintetase</i>	Fígado, músculo
Ia	D. de von Gierke	<i>Glicose-6-fosfatase</i>	Fígado, músculos e intestino
IaSP		Subunidade catalítica	Fígado, músculos e intestino
Ib		<i>Translocase 1</i>	Fígado, músculos e intestino
Ic		<i>Translocase 2</i>	Fígado, músculos e intestino
Id		<i>Translocase 3</i>	Fígado, músculos e intestino
II	D. de Pompe	<i>α-1,4-glicosidade glicosidase lisossômica</i>	Coração, músculos e intestino
III	D. de Cori	<i>Amilo-1,6-glicosidase</i>	Fígado, músculos e coração
IV	D. de Andersen	<i>Amilo-(1,4 - 1,6)-transglicosidase</i>	Fígado
V	D. de McArdle	<i>Fosforilase do glicogênio do músculo</i>	Músculos
VI	D. de Hers	<i>Fosforilase do glicogênio do fígado</i>	Fígado
VII		<i>Fosfofrutoquinase do músculo</i>	Músculos
VIII		<i>Fosforilase hepática inativada</i>	Fígado e cérebro
IX		<i>Fosforilase quinase</i>	Fígado e músculo
X		<i>Fosforilase quinase dependente de AMP- cíclico</i>	Fígado, músculos
XI		Desconhecida	Fígado e rins

**Quadro 1: Defeito enzimático e órgão afetado nas glicogenoses (DOS SANTOS, 2013).**

## **2.MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Idealização da atividade**

Desde o início da graduação me interessei por bioquímica, e estou no Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular para Artrópodes e quando fiz a disciplina tive algumas dificuldades, mesmo já estando na área e notei que colegas de turma também sentiram dificuldades devido ao modo que a disciplina nos é apresentada.

Em conversas com meu orientador Emerson Guedes Pontes, sobre como melhorar a assimilação e conseqüentemente a aprendizagem, nos propomos a aplicação de metodologias alternativas para o ensino de bioquímica. Nesse contexto surgiu a ideia de criar um material complementar (jogo) para as disciplinas de Bioquímica Básica II e Bioquímica para Áreas Agrárias da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Com este importante recurso didático é possível diversificar e tornar mais eficiente e compreensível o atual método de ensino, estabelecendo novos parâmetros, fazendo do ensino não uma simples transmissão de conteúdo, mas sim um espaço de aprendizagem real presente no cotidiano do aluno, onde o conhecimento perdure além das avaliações e haja a formação de um indivíduo crítico e participativo (FERREIRA et al, 2007).

### **2.2 Caracterização dos sujeitos**

As pesquisas foram realizadas durante os meses de junho de 2017 com a participação de cerca de 46 alunos e que estavam presentes na aula, quando aplicado o questionário e jogo, regularmente matriculados nas disciplinas de Bioquímica Básica II (IC-622) e Bioquímica para Áreas Agrárias (IC-383) do professor Emerson Guedes Pontes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Destes que responderam ao questionário (anexo 1), 22 eram discentes da disciplina de Bioquímica Básica II do curso de Medicina Veterinária e 24 eram discentes da disciplina de Bioquímica para Áreas Agrárias dos cursos de Biologia, Engenharia Florestal e Agronomia. Este perfil foi estabelecido a partir da premissa que esse agrupamento era composto por sujeitos que haviam tido aula sobre o metabolismo do glicogênio, ideal para avaliar a efeito do jogo criado.

### **2.3 Questionário**

A metodologia utilizada fez uso de um questionário (ANEXO 1) composto por perguntas fechadas (CHAER et al.,2012) com alternativas específicas para que o



informante escolha uma delas, garantindo o anonimato das respostas e obtenção de respostas mais rápidas. As questões do questionário foram baseadas nos assuntos tratados no jogo criado.

Antes da aplicação dos questionários foram expostos aos discentes: o objetivo do trabalho a ser realizado, o anonimato e solicitada a permissão para utilização das respostas. Os alunos responderam os questionários diretamente sem intermédio de segundos.

Ressaltando que o questionário foi aplicado antes da aplicação do jogo, mas após a aula do professor Emerson Guedes Pontes, e após a utilização do jogo. E ao fim foi pedido que respondessem a seguinte questão: Destaque os pontos positivos e negativos do jogo e se ele auxiliou na aula dada pelo professor?

A análise dos dados se deu por questão e de forma quantitativa (percentual) e a questão respondida após a aplicação do jogo foi analisada de forma qualitativa, na qual as respostas dos sujeitos da pesquisa foram analisadas de forma criteriosa, e em seguida transcritas algumas respostas mais relevantes à discussão.

**Tabela 2: Cronograma de realização metodológica.**

	<b>Mês/ Ano</b>
<b>Aula (dada pelo professor)</b>	Maior/ 2017
<b>Questionário (primeira aplicação)</b>	Junho/2017
<b>Jogo</b>	Julho/2017
<b>Questionário (segunda aplicação)</b>	Julho/2017 (logo após o jogo)

## **2.4 O jogo**

Nome do jogo: Jogo metabolismo do glicogênio

Objetivo do Jogo: Vence quem obtiver uma maior molécula de glicogênio, com o maior número de ramificações (a que contém maior número de moléculas de glicose), ao fim dos Cards.

Composição do jogo (figura 3):

- 1 Tabuleiro para cada aluno em formato de músculo ou fígado (anexo 2), feito com material impresso e EVA;
- Moléculas de glicose, feito com EVA;
- 31 Cards de situação-surpresa (anexo 3), feito com material impresso e cartolina;

- Um dado de 6 faces, sendo 3 faces glicogenina e 3 faces enzimas ramificadora, (para iniciar o jogo e adicionar ramificação após o 12º resíduo de glicose), feito com papel cartão;
- Um manual com as regras do jogo (anexo 4), feito com impresso e cartolina;
- Um glossário (anexo 5), feito com impresso e cartolina.

## **2.5 Aplicação do Jogo**

As turmas foram divididas em grupos de 4 pessoas, em seguida foi distribuído o material por grupo (cada aluno recebeu um tabuleiro em forma de músculo ou fígado e o grupo recebeu as outras partes do jogo), seguido foi feita a explicação do material e das regras do jogo.

Foi explicado que era um jogo feito através de rodadas, onde o aluno para dar início a cadeia de glicogênio (no seu tabuleiro), ganhava 7 resíduos de glicose e precisaria tirar ‘glicogenina’, no dado; após iniciado, na rodada seguinte o alunos ganhava ou perdia glicose através da retirada dos CARDS (um por rodada), por exemplo: Após duas horas de exercício prolongado, imediatamente você consumiu uma dieta rica em carboidratos. Suas taxas de síntese de glicogênio estão elevadas. GANHE 3 GLICOSES; quando atingissem 12 glicoses na cadeia principal, poderia ramificar, porém o feito só aconteceria, se jogasse o dado novamente e tirasse ‘enzima de ramificação’ (iniciando a ramificação com 4 glicoses da cadeia inicial); e assim seguia o jogo vencendo quem tivesse maior cadeia e maior número de ramificações ao final dos CARDS.

Após o encerramento do jogo foi distribuído o mesmo questionário aplicado anteriormente e pedido que respondessem a seguinte questão no fim do questionário: Destaque os pontos positivos e negativos do jogo e se ele auxiliou na aula dada pelo professor? Pergunta aberta para proporcionar liberdade ao discente expor suas ideias.



**Figura 4: Fotografias da composição do jogo.**

A imagem (A.) são os CARDS. A imagem (D.) são os dados. A imagem (C.) moléculas de glicose. A imagem (C.) são os manuais com as regras do jogo e o glossário. A imagem (E) são tabuleiro com formato de músculo e fígado

### 3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1Aplicação do jogo



**Figura 5: Fotos durante o desenvolvimento do jogo.**

Imagens fotografadas durante a aplicação do jogo. As quatro imagens superiores são da turma de Bioquímica Básica II(IC-622), imagens (A.), (B.), (C.) e (D.), as quatro imagens inferiores da turma de Bioquímica para Áreas Agrárias (IC-383), imagens (E.), (F), (G.) e (H.).

### 3.2 Análise das respostas do questionário

O primeiro questionário foi aplicado aos alunos frente a seguinte situação: os alunos haviam tido aulas sobre o metabolismo do glicogênio ministrada pelo professor Emerson Guedes Pontes. Nessa primeira avaliação (antes) foram feitas diversas perguntas, dentre elas “ o que é glicogênio? ”e “onde é armazenado o glicogênio?”. O mesmo questionário foi feito, aplicado após a aplicação do jogo (depois) acrescido de uma pergunta discursiva que visava avaliar os pontos positivos e negativos do jogo e se ele contribuiu de alguma forma para agregar conhecimento.

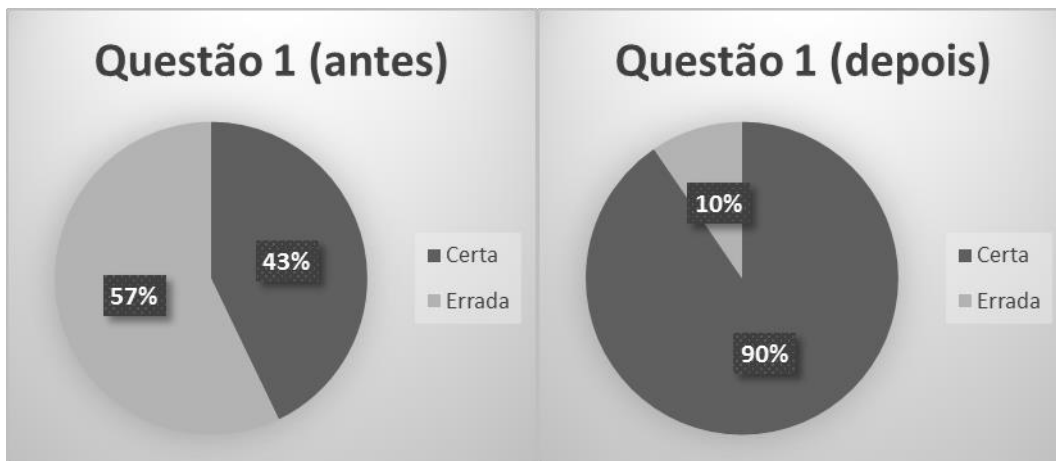
Na turma de Bioquímica para Áreas Agrárias 24 alunos responderam o questionário antes da aplicação do jogo, após a aplicação 21 alunos responderam. Na turma de Bioquímica Básica II foram 22 alunos que responderam antes da aplicação do jogo e depois da aplicação apenas 7 responderam, devido a falta dos discentes.

Para análise dos questionários foram consideradas todas as respostas fechadas, atribuindo certo, errado ou branco. Foi analisada também a questão discursiva aplicada no fim do questionário pós-jogo, sendo explorados trechos de respostas para exemplificarem as situações vivenciadas pelos estudantes.

#### **Questão 1: *O que é glicogênio?***

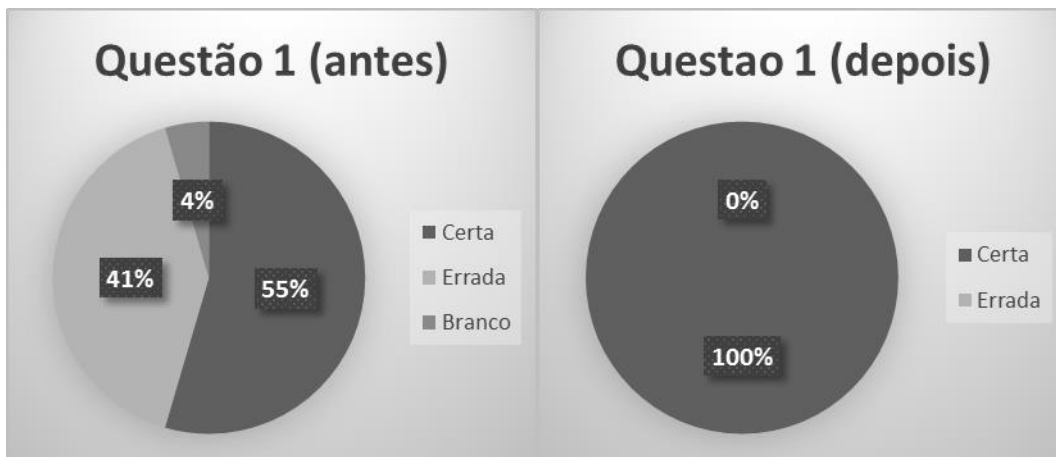
Na primeira questão, foi verificado se os alunos sabiam o que era glicogênio. A questão era fechada e foi dividida em 4 alternativas. A primeira dizia que são moléculas orgânicas formadas a partir de ácidos graxos e álcool que desempenham importantes funções no organismo dos seres vivos. A segunda diz é um carboidrato, formado por unidades do açúcar simples conhecido como glicose, que se mantém ligadas formando uma cadeia ramificada. A terceira diz que também chamados de glicídios e açúcares, são moléculas orgânicas constituídas por carbono, hidrogênio e oxigênio. A quarta que são formados por cadeias de átomos de carbono que se ligam a átomos de hidrogênio com um radical ácido em uma de suas extremidades.

Nessa questão nota-se que metade (57%) dos alunos da Bioquímica para Áreas Agrárias (Figura 6) erram antes da aplicação do jogo e após o jogo 90% deles acertam. Já em Bioquímica Básica II o número de acertos vai de 55% para 100% (figura 7). Dentre as respostas as mais citadas estão a primeira e a terceira. Sendo que a resposta correta era segunda.



**Figura 6: Gráfico da questão 1 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrárias**

Na Bioquímica para Áreas Agrárias, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 57% responderam errado (cinza claro) e 43% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 90% acertaram (cinza escuro) e 10% erraram.



**Figura 7: Gráfico da questão 1 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II.**

Na Bioquímica Básica II, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 41% responderam errado (cinza claro), 4% não responderam, ou seja, deixaram em branco (cinza médio) e 55% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 100% acertaram (cinza escuro).

### **Questão 2: Onde é armazenado o glicogênio?**

Esta questão também era fechada, com 4 alternativas. As alternativas sugeridas eram fígado, músculo, rins e pâncreas.

As respostas tiveram um índice de erro pequeno antes do jogo, sendo de 7% para Bioquímica para Áreas Agrárias (figura 8) e 14% em Bioquímica Básica II (figura 9). Após a aplicação do jogo ambos os cursos obtiveram 100% de acerto. O interessante foi que todos que erram responderam que é armazenado no fígado e rins.

### **Questão 3: Qual é a enzima responsável pela síntese de glicogênio?**

Na terceira questão foi explorada a questão enzimática do processo de síntese. Com quatro alternativas de enzimas envolvidas no metabolismo do glicogênio, buscando apenas uma, que é a responsável por iniciar a síntese. E as opções eram essas: Glicogênio sintase, UDP glicose, Fosfoglicomutase, Glicogênio fosforilase.

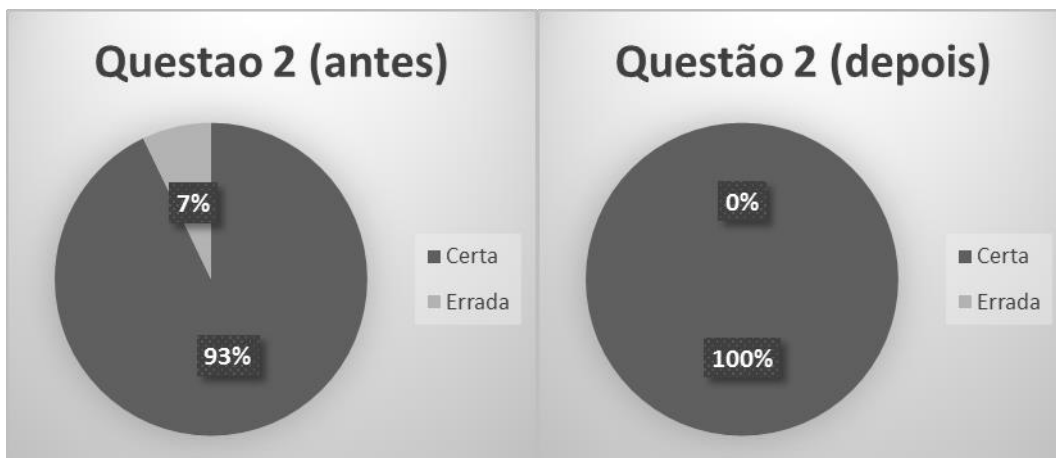
Segundo os dados 11% dos alunos de Bioquímica para Áreas Agrárias (figura 10) não sabiam a resposta antes do jogo e 5% após o jogo ainda desconheciam a resposta. Entretanto apenas 9% dos alunos de Bioquímica Básica II (figura 11), não sabiam a resposta antes do jogo e após obtivemos um índice de 100% de acertos. Dentre os erros foi confundido a glicogênio sintase com a glicogênio fosforilase.

### **Questão 4: Qual é a enzima responsável pela degradação de glicogênio?**

Esta quarta pergunta é bem parecida com a terceira, entretanto queremos saber qual a enzima que faz parte da degradação. Estando disponíveis como respostas as mesmas enzimas da pergunta anterior.

A maioria dos alunos tanto de Bioquímica para Áreas Agrárias (82%) (figura 12) quanto de Bioquímica Básica II (73%) (figura 13) acertaram essa questão antes da aplicação do jogo. Após houve pouca diferença se somarmos as respostas em branco (5%) e erradas (9%), da disciplina de Bioquímica para Áreas Agrárias II. Em Bioquímica Básica II houve 100% de acertos. Os alunos fizeram a mesma confusão entre as enzimas glicogênio sintase e glicogênio fosforilase.

Apesar do percentual das respostas erradas e do branco serem altos, o número real de erros foram dois (2) questionários, isto é, dois alunos, e o número de brancos foi um (1) questionário apenas. Em um total de 21 alunos, 18 obtiveram o acerto, ou seja, o percentual não é satisfatório, mas o número real, sim.



**Figura 8: Gráfico da questão 2 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrarias**

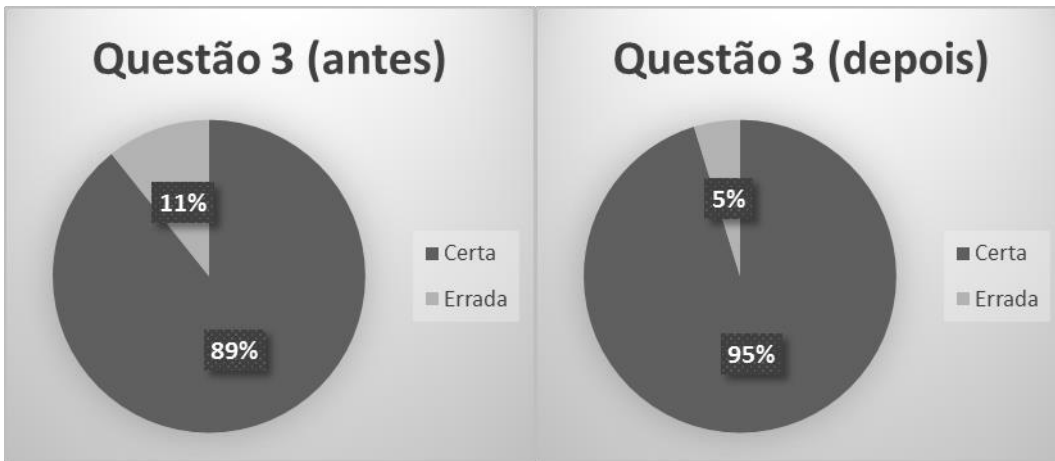
Na Bioquímica para Áreas Agrarias, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 7% responderam errado (cinza claro) e 93% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 100% acertaram (cinza escuro).



**Figura 9: Gráfico da questão 2 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II.**

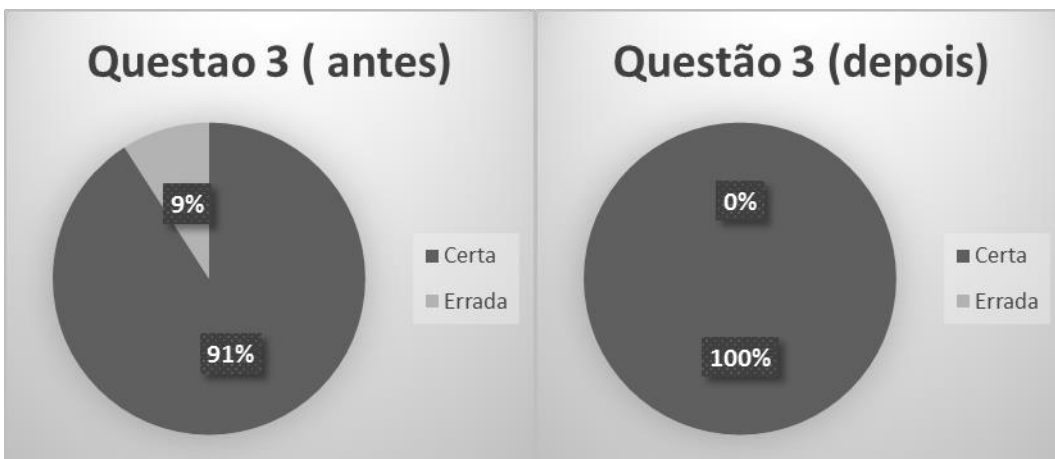
Na Bioquímica Básica II, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 14% responderam errado (cinza claro) e 86% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 100% acertaram (cinza escuro).





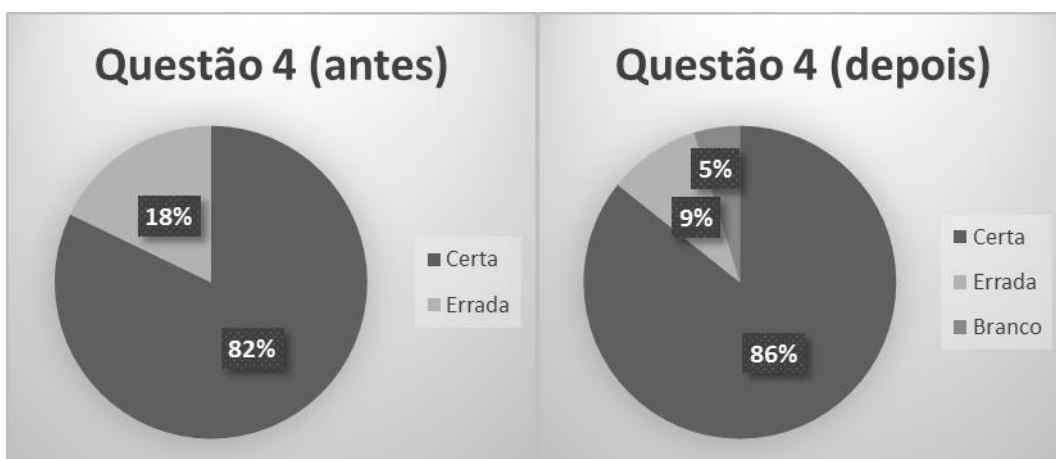
**Figura 10: Gráfico da questão 3 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrárias**

Na Bioquímica para Áreas Agrárias, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 11% responderam errado (cinza claro) e 89% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 95% acertaram (cinza escuro) e 5% erraram (cinza claro).



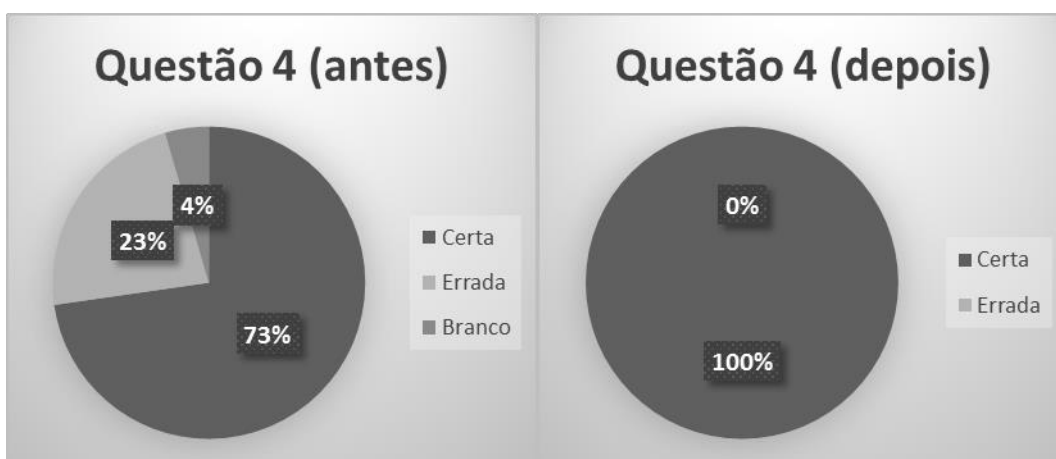
**Figura 11: Gráfico da questão 3 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II**

Na Bioquímica Básica II, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 9% responderam errado (cinza claro) e 91% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 100% acertaram (cinza escuro).



**Figura 12: Gráfico da questão 4 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrárias**

Na Bioquímica para Áreas Agrárias, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 18% responderam errado (cinza claro) e 82% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 86% acertaram (cinza escuro), 5% deixaram em branco (cinza médio) e 9% erraram.



**Figura 13: Gráfico da questão 4 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II**

Na Bioquímica Básica II, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 23% responderam errado (cinza claro), 4% deixaram em branco e 72% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 100% acertaram (cinza escuro).

**Questão 5: *Quais os hormônios responsáveis pela Regulação do metabolismo do glicogênio?***

Na quinta questão foi avaliada se os discentes sabiam quais os hormônios envolvidos na regulação. Com quatro alternativas, envolvendo adrenalina, glucagon, insulina e tirosina como resposta.

Obtivemos resultados bastante satisfatórios após o jogo com 90% de acertos na disciplina de Bioquímica para Áreas Agrárias (figura 14) e 100% na disciplina de Bioquímica Básica II (figura 15). O resultado pré-jogo foi de 50% de erros em Bioquímica para Áreas Agrárias e 23% em Bioquímica Básica II. A alternativa mais respondida entre as erradas foi insulina, adrenalina e tirosina.

Na turma de Bioquímica Básica II, o resultado não foi tão satisfatório, apesar de no próprio jogo ter CARDS explicitando o nome dos hormônios. Devido ao pequeno número de alunos que responderam o questionário pós-jogo não pudemos concluir o problema. Entretanto, pode-se estimar que no questionário as alternativas poderiam estar um pouco confusas, ou talvez a desatenção dos próprios alunos na hora de lerem o CARD.

**Questão 6: *A síntese do glicogênio:***

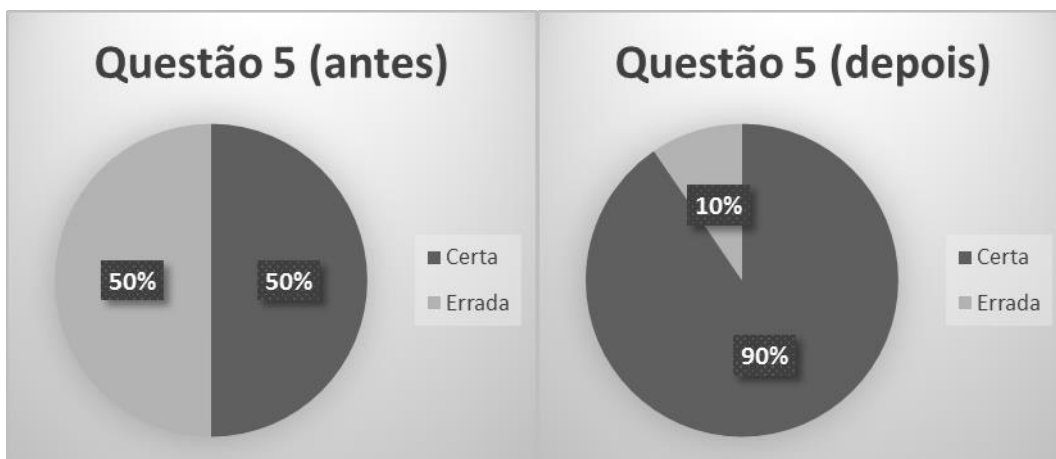
Nessa questão os alunos foram estimulados a responder a característica da ligação entre glicoses da síntese do glicogênio. Dentre as alternativas tinham: envolve a ligação de glicose através de ligações  $\alpha$  1-4; produz um longo polímero não ramificado de glicose; é estimulada pela ligação de epinefrina aos hepatócitos; só é importante no fígado.

Na turma de Bioquímica para Áreas Agrárias (figura 16) houve um resultado bem expressivo quando comparamos o antes (43% de erros e 4% não opinaram) e o depois (100% de acertos). Já na turma de Bioquímica Básica II (figura 17) 23% erraram antes do jogo e 14% ainda não sabiam responder após o jogo. Dentre as alternativas erradas a

que possui maior frequência foi: produz um longo polímero não ramificado de glicose. Isso era de se esperar devido a quantidade de erros na questão 1, onde os alunos ainda têm dificuldades de reconhecer uma molécula de glicogênio.

**Questão 7: Os estoques de glicogênio hepático e muscular apresentam papéis diferentes. Quais os destinos da glicose gerada nos dois tipos celulares?**

Na questão sete o objetivo é saber se os discentes conseguem distinguir os papéis dos dois tipos celulares. As alternativas eram as seguintes: no músculo, tem papel fundamental na formação no crescimento, regeneração e substituição de diferentes



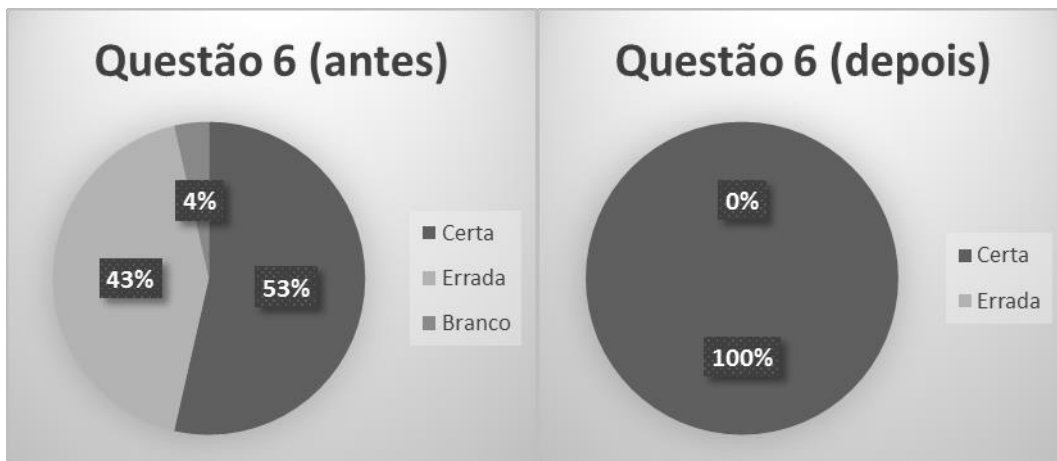
**Figura 14: Gráfico da questão 5 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrárias**

Na Bioquímica para Áreas Agrárias, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 50% responderam errado (cinza claro) e 50% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 90% acertaram (cinza escuro) e 10% erraram (cinza claro).



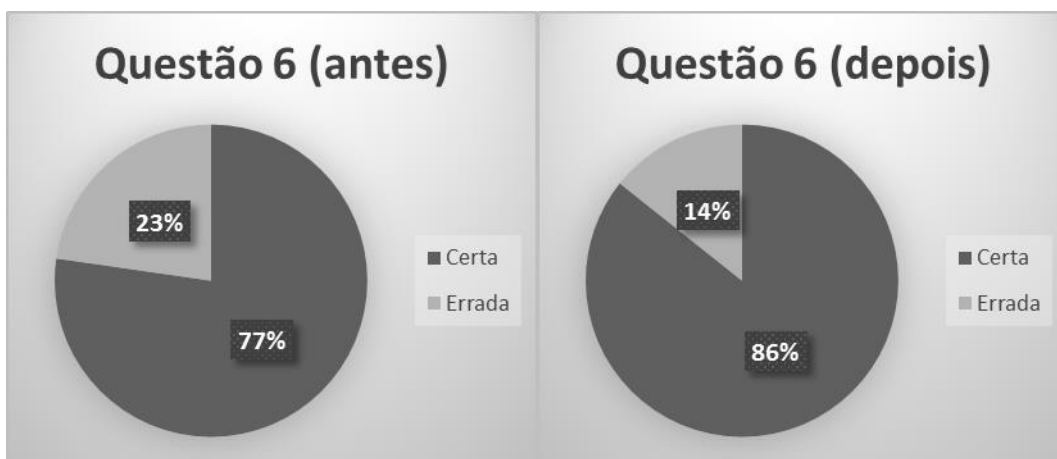
**Figura 15: Gráfico da questão 5 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II.**

Na Bioquímica Básica II, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 23% responderam errado (cinza claro) e 77% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 100% acertaram (cinza escuro).



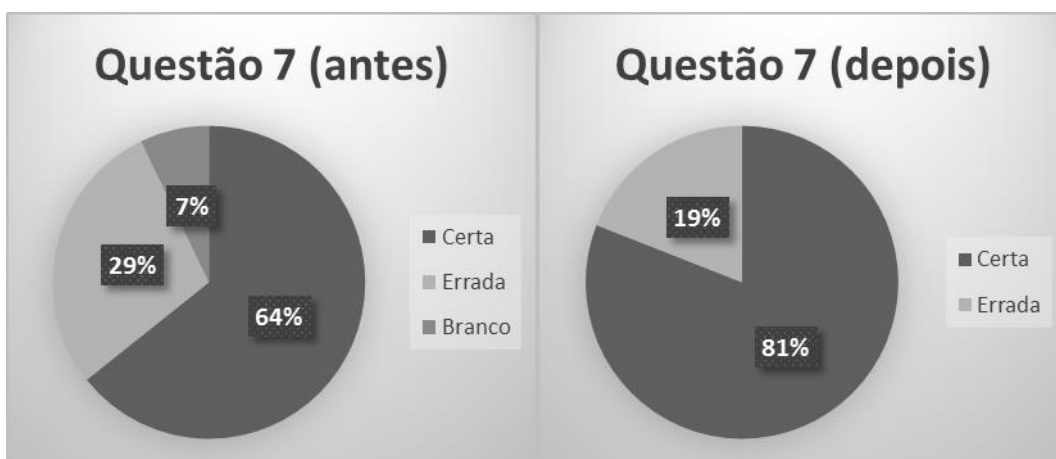
**Figura 16: Gráfico da questão 6 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrárias**

Na Bioquímica para Áreas Agrárias, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 43% responderam errado (cinza claro), 4% deixaram em branco e 53% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 100% acertaram (cinza escuro).



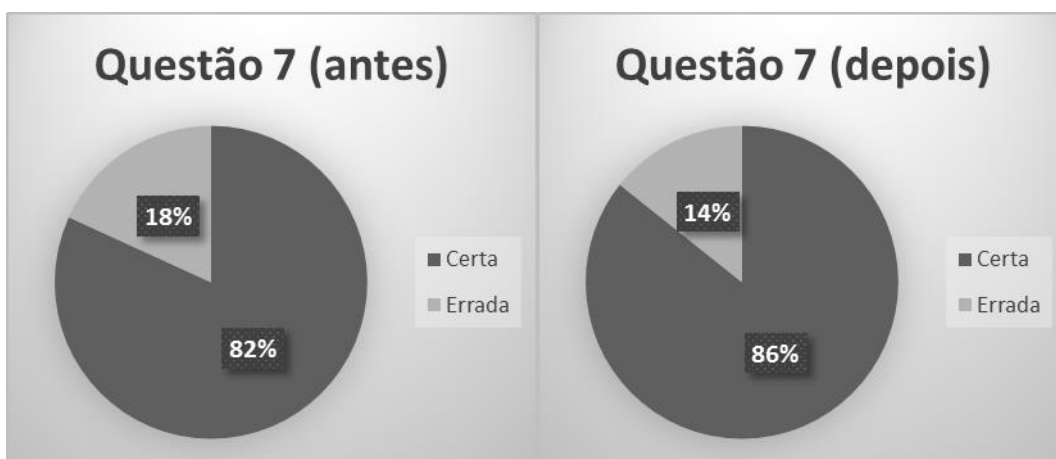
**Figura 17: Gráfico da questão 6 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II**

Na Bioquímica Básica II, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 23% responderam errado (cinza claro) e 77% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 86% acertaram (cinza escuro) e 14% erraram (cinza claro).



**Figura 18: Gráfico da questão 7 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrárias**

Na Bioquímica para Áreas Agrárias, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 29% responderam errado (cinza claro), 7% deixaram em branco e 64% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 81% acertaram (cinza escuro) e 19% erraram.



**Figura 19: Gráfico da questão 7 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II**

Na Bioquímica Básica II, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 18% responderam errado (cinza claro) e 82% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 86% acertaram (cinza escuro) e 14% erraram (cinza claro).

tecidos, enquanto no fígado funciona como reserva de glicose para manutenção dos níveis de glicose sanguínea; no músculo, o glicogênio serve como combustível para síntese de ATP, enquanto no fígado tem papel fundamental na formação, no crescimento, regeneração e substituição de diferentes tecidos; no músculo, o glicogênio serve como combustível para síntese de ATP, enquanto no fígado funciona como reserva de glicose para manutenção dos níveis de glicose sanguínea; no músculo, funciona como reserva de glicose para manutenção dos níveis de glicose sanguínea, enquanto no fígado o glicogênio serve como combustível para síntese de ATP.

De acordo com os gráficos na turma de Bioquímica para Áreas Agrárias (figura 18) 64% dos alunos acertaram os papéis do glicogênio hepático e muscular antes do jogo, após aplicação do jogo 81% dos discentes acertam. Já na turma Bioquímica Básica II (figura 19) essa questão não houve tanta expressividade 82% acertou antes do jogo e após 86%. Dentre os erros cometidos pelos alunos a alternativa que mais obtivemos foi “no músculo, tem papel fundamental na formação, no crescimento, regeneração e substituição de diferentes tecidos, enquanto no fígado funciona como reserva de glicose para manutenção dos níveis de glicose sanguínea”.

#### **Questão 8: Qual a função da GLICOGENINA na síntese do glicogênio?**

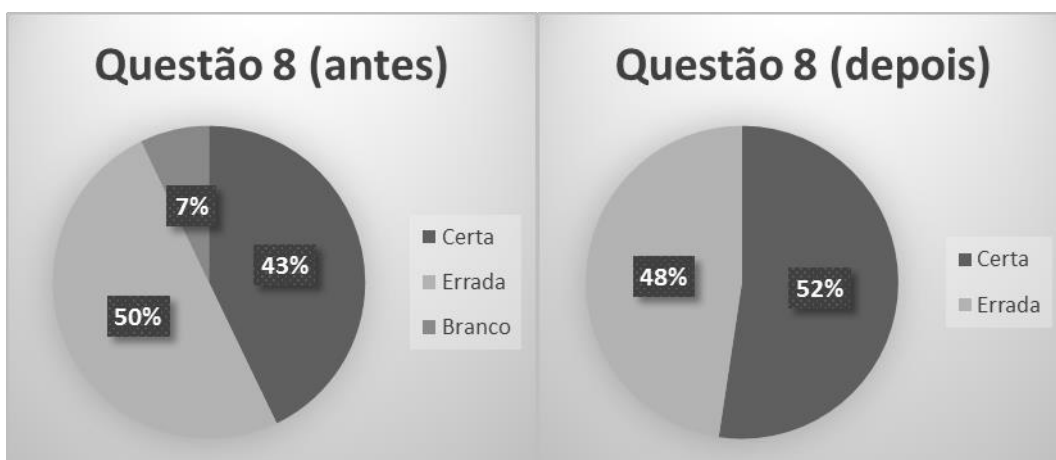
Essa questão trata da função da glicogenina, importante enzima que funciona como um primer na síntese do glicogênio. Nas opções de respostas tínhamos: iniciar a degradação de glicogênio; tem a propriedade de catalisar a sua própria glicosilação, fixando o carbono-1 da UDP glicose a um resíduo de tirosina na enzima. A glicose fixada pode servir como um primer requerido pela glicose sintase; fazer a manutenção dos níveis de glicogênio; responsável pelo desramificação da cadeia glicose 1-4.

Antes do jogo 57% dos alunos da disciplina de Bioquímica para Áreas Agrárias (figura 20) erraram e/ou não sabiam a resposta. Após o jogo 48% deles ainda erraram. Em Bioquímica Básica II (figura 21), 59% erraram e/ou não sabiam a resposta antes e depois esse número cai para 29%. E os erros foram entre “iniciar a degradação de glicogênio” e “fazer a manutenção dos níveis de glicogênio”.

#### **Questão 9: Qual o tipo de ligação feita entre as glicoses?**

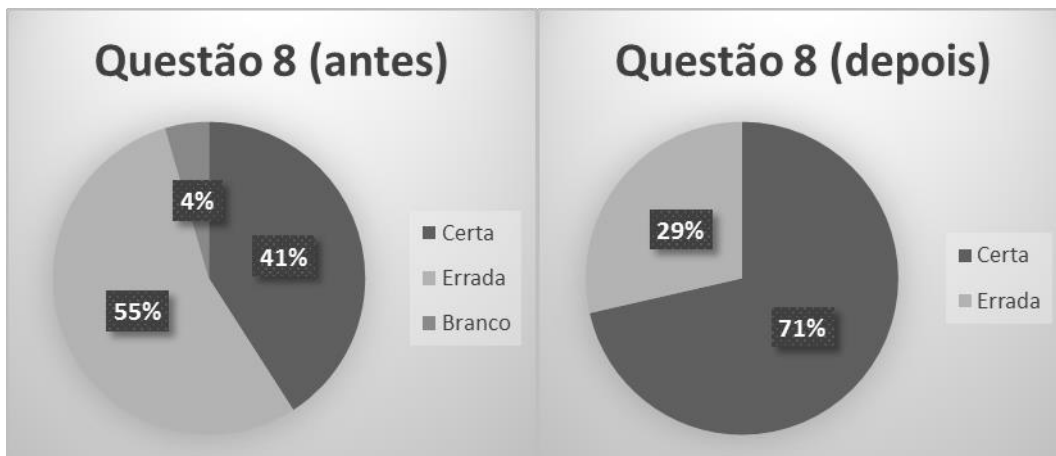
Na nona questão foi pedido o nome da ligação entre as glicoses. Questão com 4 alternativas de nomes de ligações. Tais ligações: peptídicas; carboxílicas; glicosídicas; e

Sulfídicas.



**Figura 20: Gráfico da questão 8 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrárias**

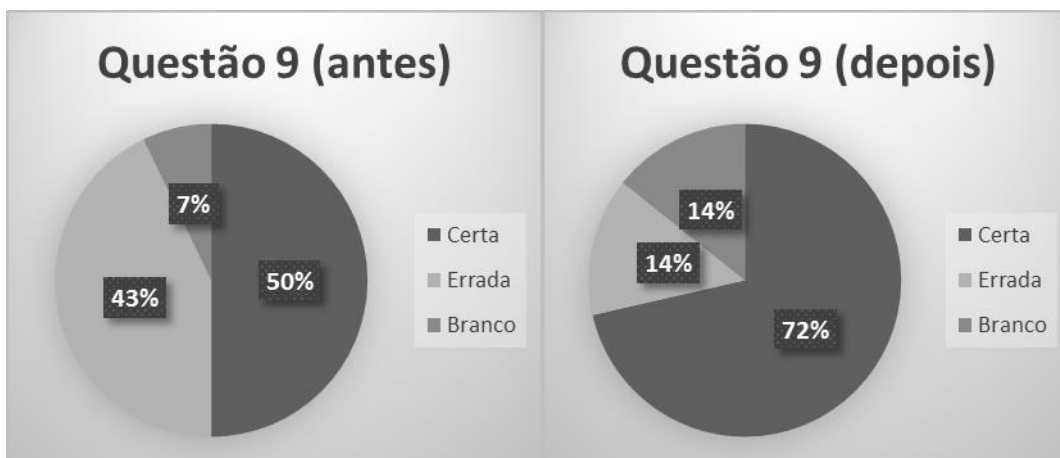
Na Bioquímica para Áreas Agrárias, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 50% responderam errado (cinza claro), 7% deixaram em branco e 43% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 52% acertaram (cinza escuro) e 48% erraram.



**Figura 21: Gráfico da questão 8 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II**

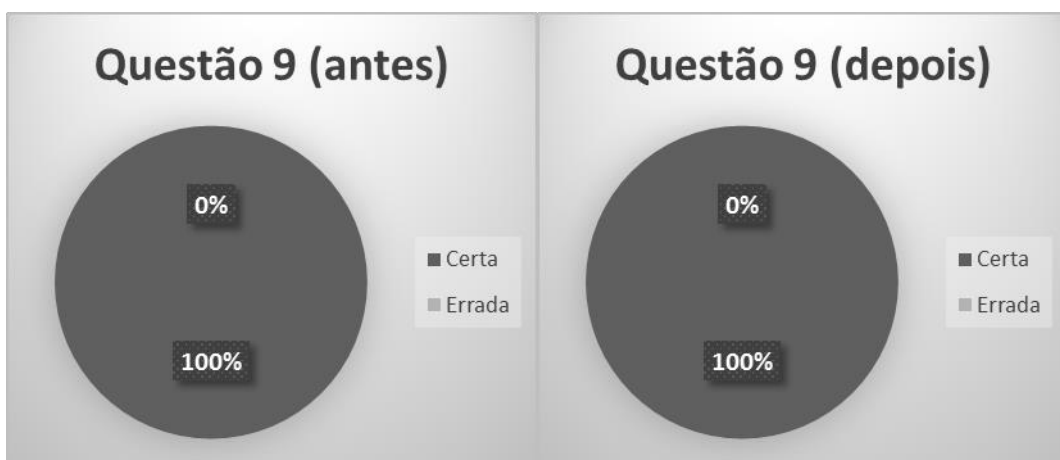
Na Bioquímica Básica II, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 55% responderam errado (cinza claro), 4% deixaram em branco (cinza médio) e 41% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 71% acertaram (cinza escuro) e 29% erraram (cinza claro).





**Figura 22: Gráfico da questão 9 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrárias**

Na Bioquímica para Áreas Agrárias, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 43% responderam errado (cinza claro), 7% deixaram em branco (cinza médio) e 50% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 72% acertaram (cinza escuro), 14% deixaram em branco (cinza médio) e 14% erraram (cinza claro).



**Figura 23: Gráfico da questão 9 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica BásicaII**

Na Bioquímica Básica II, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 100% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 100% acertaram (cinza escuro).

Metade dos alunos acertaram a ligação antes do jogo, após foram 72%, isso na turma de Bioquímica para Áreas Agrárias (figura 22). Em Bioquímica Básica II (figura 23) todos acertaram antes e isso se permaneceu depois. Dentre as alternativas erradas que mais foram respondidas foram “peptídicas” e “carboxílicas”.

### **Questão 10: São doenças de armazenamento de glicogênio?**

Na décima questão foram abordadas algumas doenças do armazenamento de glicogênio, as chamadas glicogenoses. As mais conhecidas e abordadas no jogo. As alternativas eram uma variação das seguintes doenças: Parkinson, Capgras, Cotard, Riley-day, Pompe, Cori ou Forbes, McArdle, Von Gierke.

Apenas 29% dos alunos acertaram antes do jogo na disciplina de Bioquímica para Áreas Agrárias (figura 23), após aplicação do mesmo 76% acertaram. Em Bioquímica Básica II (figura 24) o resultado foi contrário 77% acertaram antes e após o número cai para 71%, acredita-se que esse resultado foi devido ao pequeno número de alunos que responderam o questionário pós-jogo. A maioria das respostas erradas colocaram alternativa que tinha o Parkinson. Essa foi a questão com maior número de alunos deixando em branco, antes da aplicação do jogo.

### **Questão do questionário pós-jogo: *Destaque os pontos positivos e negativos do jogo e se ele auxiliou na aula dada pelo professor?***

Essa questão foi aberta, afim de permitir a livre expressão dos estudantes. De forma geral, a maioria dos estudantes escreveu que o jogo auxiliou sim na fixação da matéria, de um jeito mais leve e interativo, que possibilitou um aprendizado através de casos que acontecem no dia a dia, como citou um deles. Alguns pontos destacados por eles:

*‘Informações importantes, reforçando o conteúdo dado em aula’*

*“Oportunidade de aprender literalmente brincando”*

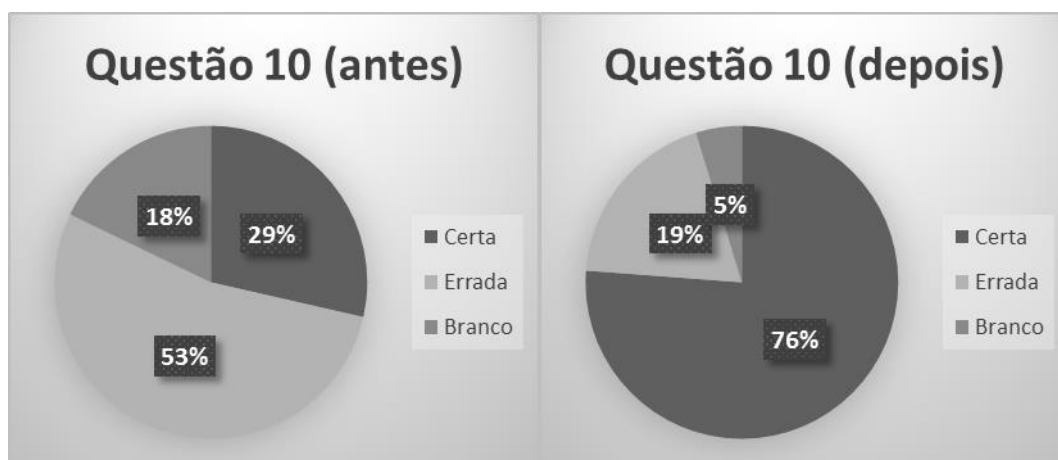
*“ O jogo foi bem elaborado e bem didático “*

*“Destaca características e curiosidades importantes para o nosso conhecimento”*

*“Auxiliou a entender o papel das enzimas durante o processo”*

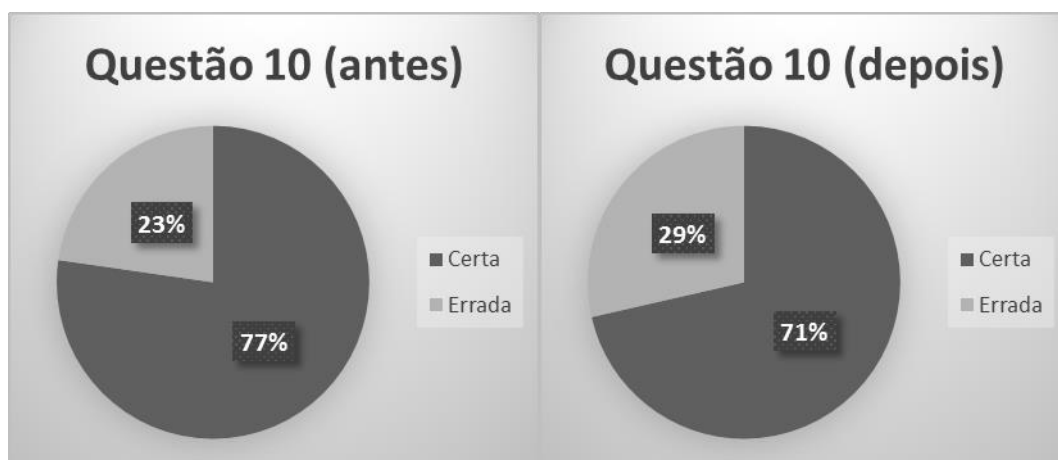
*“Aprendi melhor com o jogo, sinto que ficou mais fácil de responder o questionário”*

*“Acho que seria legal se tivesse um jogo assim para outros ciclos/metabolismos abordados na disciplina”*



**Figura 24: Gráfico da questão 10 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica para Áreas Agrárias**

Na Bioquímica para Áreas Agrárias, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 53% responderam errado (cinza claro), 18% deixaram em branco (cinza médio) e 29% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 76% acertaram (cinza escuro), 5% deixaram em branco (cinza médio) e 19% erraram (cinza claro).



**Figura 25: Gráfico da questão 10 antes e depois da aplicação do jogo, Bioquímica Básica II**

Na Bioquímica Básica II, antes da aplicação do jogo (gráfico da esquerda) 23% responderam errado (cinza claro) e 77% acertaram (cinza escuro). Depois da aplicação do jogo (gráfico da direita) 71% acertaram (cinza escuro) e 29% erraram (cinza claro).

Pode-se confirmar que, como ANDERSON & SCHONBORN (2008) ressaltaram, o jogo associado a aula expositiva tradicional dada pelo professor, torna os alunos mais motivados e reforça o conteúdo dado.

Os alunos também concordam com PEDROSO (2009), que o jogo cria um ambiente agradável, prazeroso, onde se pode aprender brincando, como ressaltado por um dos alunos. Já FIALHO (2008) afirma que o jogo auxilia no ensino de conceitos complexos, isso se confirma em um dos pontos ressaltados pelos alunos, quando acham que seria legal um jogo para outros temas abordados na disciplina.

Entretanto os discentes também destacaram alguns pontos negativos, ressaltando as dúvidas que ainda ficaram sobre as regras do jogo e algumas partes físicas do trabalho que não agradou, como algumas situações no CARD que foram repetidas. Segue alguns pontos ressaltados por eles:

“Ficou meio mal-entendido em relação as regras e como fazia para ramificar”

“Poderia ter mais informações”

“Cartas repetidas”

“Alguns cartões apresentam leitura complicada”

Ressaltamos que os CARDS que foram repetidos foram propositalmente colocados, pois a ideia inicial era que eles enfatizassem a situação tratada ali. Porém, enquanto eu observava os alunos jogando, pude perceber que quando notavam que era um CARD repetido os alunos nem o liam.

Já as regras do jogo foram passadas ao iniciar a aplicação do jogo. Porém, alguns ainda tiveram dificuldades na parte da ramificação. Já que deveriam aguardar 12 glicoses conseguidas e após isso, jogar o dado novamente, e esperar cair “enzima de ramificação” para fazerem a ramificação no próprio tabuleiro. Nesta ramificação haviam 4 resíduos de glicose, e era feita em ligações sentido  $\alpha 1 \rightarrow 6$ . Percebi que os alunos tiveram dificuldades por não terem domínio da molécula orgânica. Talvez esse contratempo pudesse ser resolvido desenhando a molécula no quadro e sinalizando como ficaria a ligação.

Em relação ao questionário pude perceber que os alunos apresentaram resistências em entender as questões e as alternativas da mesma. Pude concluir isto, devido a alguns comentários feitos pelos alunos durante a aplicação do mesmo.

Algumas soluções para os problemas citados pelos alunos seriam: primeiro substituir os Cards repeditos por outros com situações inéditas. E segundo rever a linguagem utilizada por todo material e tentar simplificar ao máximo, sem comprometer a norma culta padrão da língua portuguesa.

Os benefícios que podem ser acrescentados aos estudantes com o emprego de jogos e outros materiais didáticos são comprovados pelos mesmos, pois todos afirmaram que essas atividades poderiam colaborar para a fixação do conteúdo, gerando melhor desempenho na disciplina, sendo considerados como meios importantes para facilitar a aprendizagem (TOPANOTTI et al., 2011)

A busca por estratégias didáticas na disciplina de Bioquímica no Ensino Superior vem desde 2004 (figura 25), onde a média anual de artigos publicados foi de 3,33 no período (2004-2015), sendo que o maior número de publicações ocorreu em 2004. A maioria das publicações foi desenvolvida no Estado de São Paulo (55%), seguido de Rio de Janeiro (15%), Minas Gerais (7,5%), Rio Grande do Sul (5%), Distrito Federal (5%) e Espírito Santo, Paraíba, Rio Grande do Norte, Goiás e Santa Catarina, cada um com 2,5% (SILVEIRA et al., 2016).

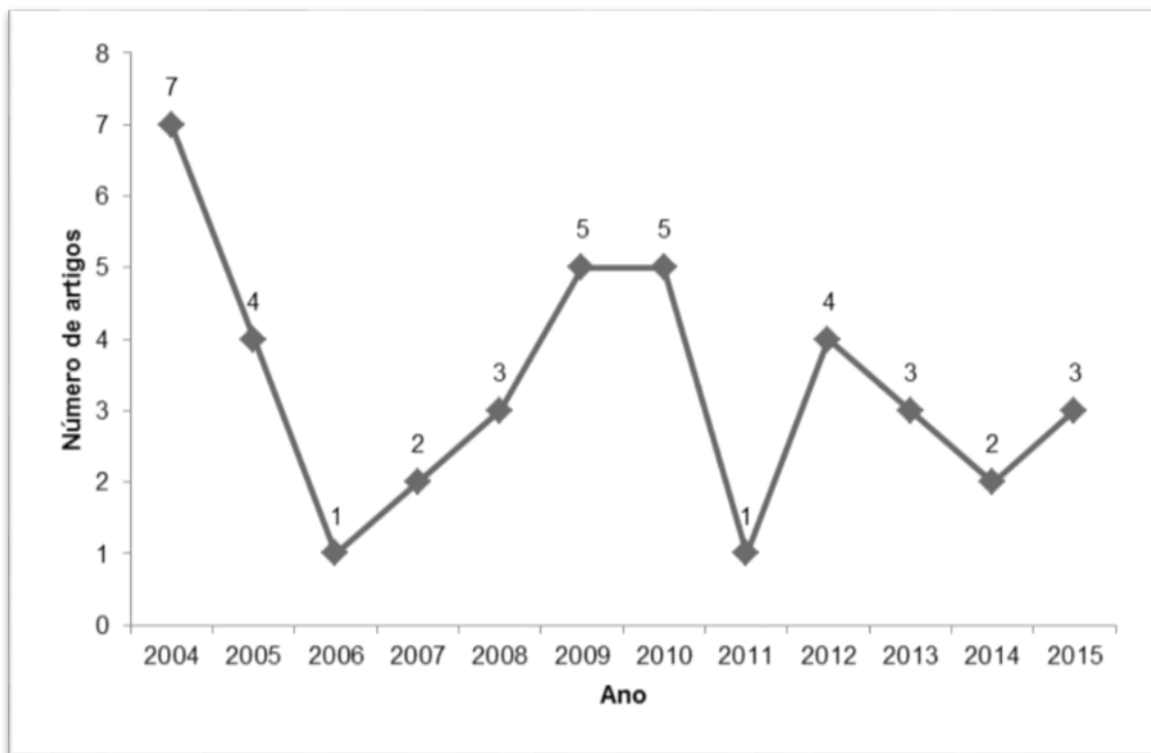
Esse crescimento do interesse pela busca de estratégias no ensino de bioquímica é devido a importância que tem sido dada à experimentação e decorre da popularização ocorrida nas últimas décadas da ideia de que os métodos utilizados em aula devem mobilizar a atividade do aluno em vez de estimular a sua passividade, conforme os métodos tradicionais. Essa experimentação, nesse contexto, seria uma das formas institucionalizadas de estimular essa mobilização (SILVEIRA et al., 2016).

O uso de estratégias também vem sendo utilizado no Ensino Médio devido às dificuldades para se ministrar conteúdos de Biologia no ensino escolar, no processo de ensino e aprendizagem, que envolvem conteúdos abstratos e, muitas vezes, de difícil compreensão e, ainda hoje, sofrem apenas com a abordagem tradicional do processo educativo, na qual prevalecem a transmissão-recepção de informações, a dissociação entre conteúdo e realidade e a memorização do mesmo (RODRIGUES et al., 2015).

Esse uso de estratégias no Ensino Médio foram confirmados que 94% dos alunos do 3º ano do Ensino Médio julgam importante a inserção de jogos didáticos em sala de aula, pois eles próprios afirmaram que a utilização desses materiais estimula e facilita o aprendizado, além de atrair a atenção do aluno (TOPANOTTI et al., 2011).

Com base nisso, o material criado pelo presente trabalho poderia ser inserido nas aulas do Ensino Médio quando o tema for sobre carboidrato no 1º ano do ensino médio com o professor de Biologia. Por se tratar de uma parte do tema. E também pelo

professor de Química , quando o tema da aula for carboidrato e/ou moléculas orgânicas (MINISTERIO DA EDUCAÇÃO, 2006). No Ensino Médio não é abordado o metabolismo do glicogênio, mas aborda sucintamente sobre a parte orgânica, onde pode ser encontrado e a condição que funciona o glicogênio.



**Figura 25:** Número de artigos sobre estratégias didáticas em Bioquímica do Ensino Superior, publicados durante os anos de 2004-2015. (SILVEIRA et al., 2016)

Com relação à avaliação do jogo aplicado, os alunos mostraram uma ótima aceitação do mesmo, com base no resultado analisado. Os comentários na questão discursiva gerados pelos alunos foram bons de um modo geral. Partindo desse pressuposto, o jogo foi muito eficiente no seu objetivo, pois proporcionou entretenimento aos alunos e em contrapartida, fixação do conteúdo, promovendo a aprendizagem dos conteúdos da disciplina.

Entretanto, em algumas questões notou-se poucos avanços, que tentaremos reparar reavaliando a linguagem utilizada no jogo, principalmente a dos CARDS, reajustando o questionário avaliativo, fazendo perguntas mais explicativas e respostas mais objetivas, e detalhar mais as regras do jogo.

Contudo, pode-se averiguar que os materiais didáticos, como jogos, podem ser utilizados para facilitar a aprendizagem no Ensino Superior. No entanto, apresenta algumas restrições de uso, como exigência de um tempo considerável para execução, pois demanda tempo para transmitir as regras e efetuar o entendimento por parte dos

alunos, o que é complicado no ensino superior, devido à extensa ementa curricular da disciplina e ao tempo relativamente curto para trabalhar todo o conteúdo.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Entendemos que o jogo é um bom recurso para oportunizar o crescimento intelectual e social dos alunos, fazendo que os mesmos almejem o conhecimento por meio do interesse e da motivação que essas atividades lúdicas despertam.

Destaca-se que a compreensão e a aprendizagem significativa dos conteúdos complexos de Bioquímica é de extrema importância para a formação dos futuros profissionais, e não somente pelos estudantes que já possuem um interesse prévio no tema ou que pretendem seguir carreira na área.

A utilização do jogo em sala de aula como um recurso didático é proporcionada como um suporte ao professor, entretanto, não podemos dizer que o mesmo irá sanar os problemas da educação.

Porém, o jogo em ensino superior deve ser algo dinâmico, que desperte o interesse dos jovens e os estimule intelectualmente. Pois algo monótono e repetitivo não os atraem.

## ANEXO 1

**Questionário de Coleta de Dados para elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso da Discente Luana da Silva Nascimento, do Curso de Ciências Biológicas (UFRRJ), sobre o desenvolvimento de um material complementar no ensino do metabolismo de glicogênio para estudantes das disciplinas de Bioquímica Geral e Bioquímica para áreas agrárias da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**

Por gentileza, o questionário NÃO DEVERÁ ser identificado de forma alguma

Curso:

Disciplina:

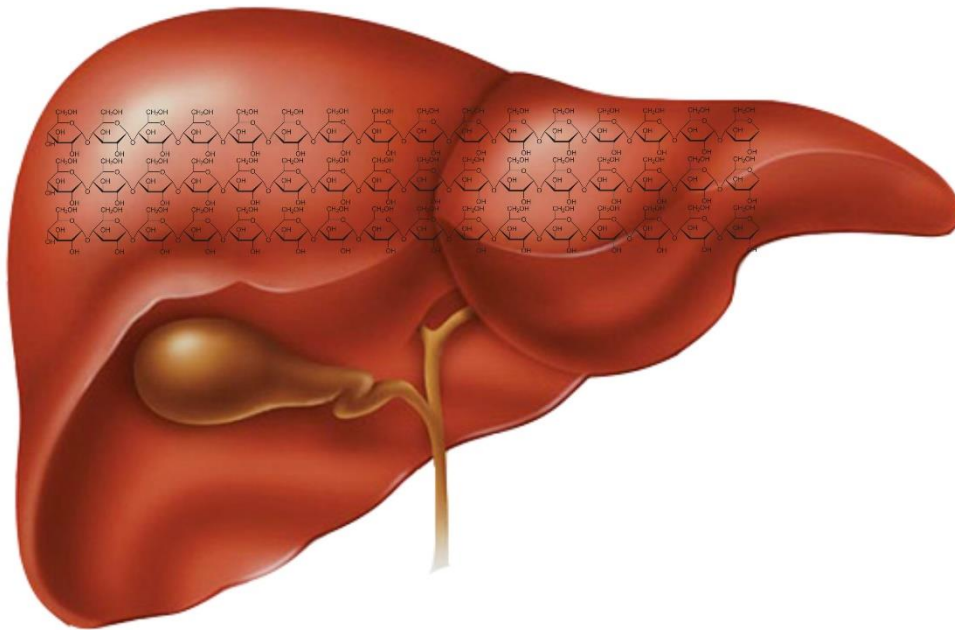
- 1- O que é glicogênio?  
 são moléculas orgânicas formadas a partir de ácidos graxos e álcool que desempenham importantes funções no organismo dos seres vivos  
 é um carboidrato, formado por unidades do açúcar simples conhecido como glicose, que se mantem ligadas formando uma cadeia ramificada.  
 também chamados de glicídios e açúcares, são moléculas orgânicas constituídas por carbono, hidrogênio e oxigênio.  
 são formados por cadeias de átomos de carbono que se ligam a átomos de hidrogênio com um radical ácido em uma de suas extremidades.
- 2- Onde é armazenado o glicogênio?  
 fígado e rins  
 músculo e pâncreas  
 fígado e musculo  
 pâncreas e rins
- 3- Qual é a enzima responsável pela síntese de glicogênio?  
 Glicogênio sintase  
 UDP glicose  
 Fosfoglicomutase  
 Glicogenio fosforilase
- 4- Qual é a enzima responsável pela degradação de glicogênio?  
 Glicogenio sintase  
 Fosfoglicomutase  
 Glicogenio fosforilase  
 Glicose 1-P
- 5- Quais os hormônios responsáveis pela Regulação do metabolismo do glicogênio?  
 Glucagon, adrenalina e insulina  
 Adrenalina, glucagon e tirosina  
 Insulina, adrenalina e tirosina  
 Tirosina, insulina e glucagon
- 6- A síntese do glicogénio



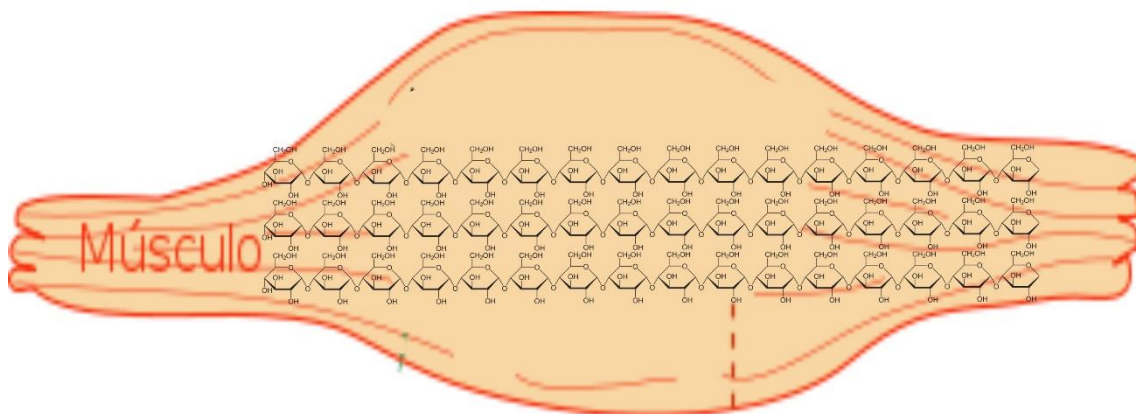
- envolve a ligação de glicose através de ligações a 1-4.
  - produz um longo polímero não ramificado de glicose
  - é estimulada pela ligação de epinefrina aos hepatócitos.
  - só é importante no fígado
- 7- Os estoques de glicogênio hepático e muscular apresentam papéis diferentes. Quais os destinos da glicose gerada nos dois tipos celulares?
- No músculo, tem papel fundamental na formação no crescimento, regeneração e substituição de diferentes tecidos, enquanto no fígado funciona como reserva de glicose para manutenção dos níveis de glicose sanguínea.
  - No músculo, o glicogênio serve como combustível para síntese de ATP, enquanto no fígado tem papel fundamental na formação no crescimento, regeneração e substituição de diferentes tecidos
  - No músculo, o glicogênio serve como combustível para síntese de ATP, enquanto no fígado funciona como reserva de glicose para manutenção dos níveis de glicose sanguínea.
  - No músculo, funciona como reserva de glicose para manutenção dos níveis de glicose sanguínea, enquanto no fígado o glicogênio serve como combustível para síntese de ATP
- 8- Qual a função da GLICOGENINA na síntese do glicogênio?
- Iniciar a degradação de glicogênio.
  - Tem a propriedade de catalisar a sua própria glicosilação, fixando o carbono-1 da UDP glicose a um resíduo de tirosina na enzima. A glicose fixada pode servir como um *primer* requerido pela glicose sintase.
  - Fazer a manutenção dos níveis de glicogênio.
  - Responsável pelo desramificação da cadeia glicose 1-4.
- 9- Qual o tipo de ligação feita entre as glicoses?
- peptídicas
  - carboxílicas
  - glicosídicas
  - sulfídicas
- 10- São doenças de armazenamento de glicogênio:
- Capgras, Pompe, Cori ou Forbes, Cotard
  - Parkinson, Capgras, Cotard, Riley-day
  - Cotard, Riley-d, Von Gierke, McArdle
  - Cori ou Forbes, McArdle, Pompe, Von Gierke.

## ANEXO 2

### Jogo do Metabolismo do Glicogênio



### Jogo do Metabolismo do Glicogênio



### ANEXO 3

CUIDADO: Doença do armazenamento do glicogênio TIPO Ia (Doença de Von Gierke). Sintomas de fígado aumentado e insuficiência renal. Sua enzima **glicose-6-fosfatase\*** está deficiente, que leva ao acúmulo de glicogênio

**GANHE 2 GLICOSES**

CUIDADO: Doença do armazenamento do glicogênio TIPO Ib. Sintomas de fígado aumentado, insuficiência renal e susceptibilidade alta a infecções bacterianas. Sua enzima **glicose-6-fosfato-translocase microsomal\*** foi afetada.

**PERMANEÇA COM AS  
MESMAS GLICOSES**

No músculo, o glicogênio serve como combustível para síntese de ATP. Ou seja, o glicogênio do músculo diminui após exercício vigoroso prolongado. Você está participando de uma maratona.

**PERCA 2 GLICOSES**

A **glicogênio fosforilase\*** degrada glicogênio para gerar glicose quando os níveis desta, na corrente sanguínea estão altos. Você acaba de ganhar o papel dessa enzima,

**PERCA 2 GLICOSE**

CUIDADO: Doença do armazenamento do glicogênio TIPO V (Doença de McArdle). Sintomas de câimbras induzidas pelo exercício e dor, mioglobina na urina. Não está ocorrendo a elevação normal do lactato no plasma após o exercício. Ausência da sua enzima **fosforilase muscular\***. Essa enzima cliva o glicogênio em glicose-1-fosfato, a qual será convertida em glicose posteriormente.

**PERMANEÇA COM AS MESMAS GLICOSES**

A enzima chave do processo de **glicogenólise\*** é a **glicogênio fosforilase\***. Esta enzima é regulada por efetores **alostéricos\***. O AMP é um efetor positivo (ativador) da glicogênio fosforilase. Os citosol de suas células estão cheios de AMP.

**PERCA 1 GLICOSE**

Os hormônios glucagon (no fígado) e adrenalina (no músculo) apresentam um mecanismo de ação mediado por AMP cíclico. São hormônios cuja ação final é acelerar o processo de **glicogenólise\***. Seus níveis de glucagon estão altos.

**PERCA 2 GLICOSES**

O glicogênio do fígado funciona como reserva de glicose para a manutenção dos níveis sanguíneos desta substância. Após jejum de 12 a 18 horas, o fígado torna-se quase totalmente desprovido de glicogênio. Você acabou de acordar!

**PERCA 1 GLICOSE**

Os hormônios glucagon (no fígado) e adrenalina (no músculo) apresentam um mecanismo de ação mediado por AMP cíclico. São hormônios cuja ação final é acelerar o processo de **glicogenólise\***. Seus níveis de adrenalina estão altos.

**PERCA 2 GLICOSES.**

Existem situações clínicas que impedem o enfermo de consumir alimentos por causa de determinada doença. Você terá que ficar de jejum por 12 horas pois fará um exame de sangue.

**PERCA 4 GLICOSE**

A ingestão aguda de álcool pode levar a hipoglicemia e desidratação. Você foi a uma "chopada" ontem

**PERCA 2 GLICOSE**

3 horas de ciclismo em intensidade moderada mobiliza cerca de 50-75% do conteúdo de glicogênio muscular. Você está participando de uma equipe de ciclismo de estrada.

**PERCA 2 GLICOSE**

Você tomou acidentalmente remédios para diabetes de outras pessoas, isso pode levar a um quadro de hipoglicemia, principalmente em crianças e adultos com problemas renais.

**PERCA 1 GLICOSE**

**CUIDADO:** Problemas no funcionamento das glândulas adrenais podem provocar deficiências em hormônios-chave para a produção de glicose (adrenalina).

**PERCA 1 GLICOSE**

Em linhas gerais, para que ocorra a degradação de glicogênio à **glicose-1-fosfato\***, pela **glicogenólise\***, o indivíduo deve estar no estado de jejum breve/curto (cerca de 10h) - quando o organismo necessita utilizar as reservas devido à ausência de glicose. Você quer emagrecer fazendo dietas da "moda" (que precisa ficar curtos períodos em jejum), sem consultar um especialista.

**PERCA 2 GLICOSES**

**PASSE A VEZ**

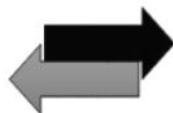
**PASSE A VEZ**

**PASSE A VEZ**

**FIQUE UMA  
RODADA SEM  
JOGAR**

**FIQUE UMA  
RODADA SEM  
JOGAR**

**INVERTA O  
SENTIDO DO  
JOGO**



**INVERTA O  
SENTIDO DO  
JOGO**



CUIDADO: Doença do armazenamento do glicogênio TIPO 0. Sintomas de glicose sanguínea baixa, corpos cetônicos altos e pode ocorrer morte prematura. Sua enzima **glicogênio-sintase\*** foi afetada. A deficiência da enzima diminui as reservas de glicogênio.

**PERCA 2 GLICOSES**

Após duas horas de exercício prolongado, imediatamente você consumiu uma dieta rica em carboidratos. Suas taxas de síntese de glicogênio estão elevadas.

**GANHE 3 GLICOSES**

A **glicogênio sintase\*** utiliza como substrato a **UDP glicose\***. Você ganhou a função desta enzima...

**GANHE 1 GLICOSE de cada participante.**

Aumentou o número de enzima **glicogenio-sintase\***. Ela é responsável pelo alongamento da cadeia do glicogênio, transferindo o resíduo de glicose da **UDP-glicose\*** (difosfato de uridina) para a extremidade não redutora de uma ramificação para fazer uma nova ligação ( $\alpha 1\rightarrow 4$ )

**GANHE 4 GLICOSES**

CUIDADO: Doença do armazenamento do glicogênio TIPO II (Doença de Pompe). Sintomas de acúmulo de glicogênio em todos os tecidos, pode ocorrer cardiomegalia (aumento no tamanho do coração) intensa e morte, por insuficiência cardíaca. Ausência da enzima  **$\alpha$ -1-4 glicosidase ácida\***.

**GANHE 6 GLICOSES**

CUIDADO: Doença do armazenamento do glicogênio TIPO IIIa (Doença de Cori ou Forbes). Aumento do fígado em crianças, miopatia (ACÚMULO DE GLICOGÊNIO). Apenas os ramos mais externos do glicogênio estão sendo removidos pelas **fosforilase\***. Sua enzima de desramificação (oligo ( $\alpha 1\rightarrow 6$ ) a ( $\alpha 1\rightarrow 4$ ) glican-transferase) foi afetada.

**GANHE 2 GLICOSES**

A enzima chave do processo de **glicogenólise\*** é a **glicogênio fosforilase\***. Esta enzima é regulada por efetores **alostéricos\***. O ATP e a glicose é um efetor negativos da glicogênio fosforilase. O citosol de suas células estão cheios de ATP e glicose.

**GANHE 6 GLICOSE**

A glicogenólise possui regulação hormonal, além da modulação **alostérica\***. A insulina é um hormônio que ativa a **fosfoproteína fosfatase\***, a enzima que catalisa a reação de retirada de um fosfato da enzima **glicogênio fosforilase\***, inativando-a. Portanto, interrompa o processo de **glicogenólise\*** e ative o de **glicogênese\***. Seus níveis de insulina estão altos.

**GANHE 2 GLICOSE**

Você esta se preparando para uma maratona, Faça o "carregamento de carboidratos" nas 48 a 72 horas que antecedem a prova para estocar carboidratos nos músculos (glicogênio muscular). É preciso iniciar a corrida com os estoques cheios.

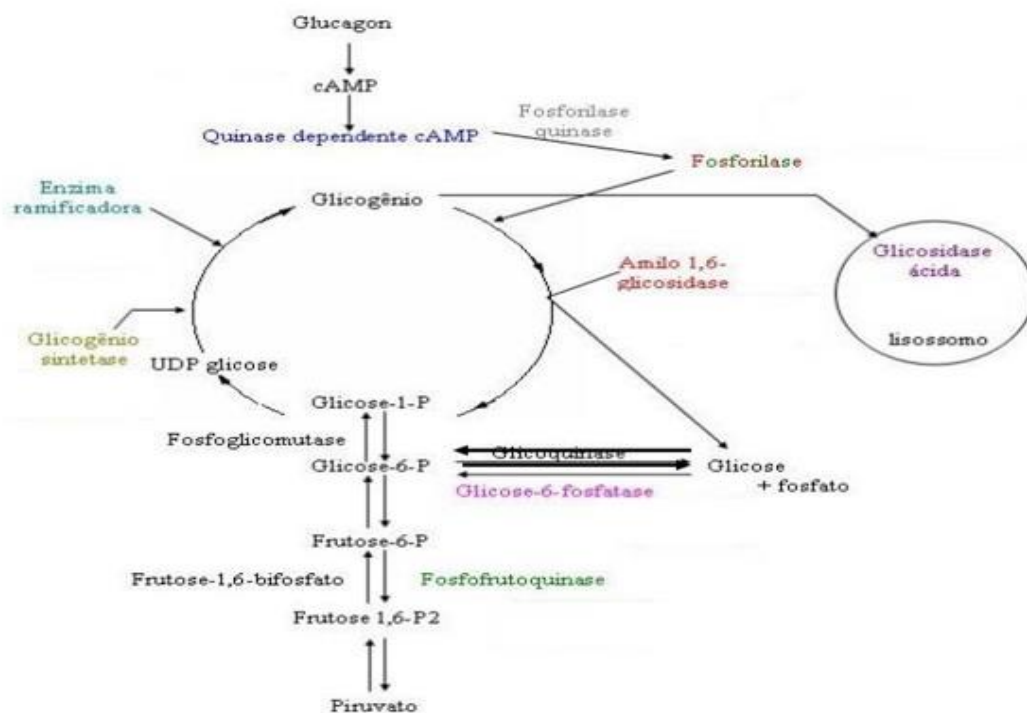
**GANHE 10 GLICOSE**



## ANEXO 4

### FUNCIONAMENTO DO JOGO

Glicogênio é um glicídio complexo, formado no fígado e nos músculos. O glicogênio é um carboidrato, formado por unidades do açúcar simples conhecido como glicose, que se mantêm ligadas formando uma cadeia ramificada. As ramificações são importantes porque aumentam a solubilidade do glicogênio e criam um grande número de radicais terminais que são os locais de ação da glicogênio fosforilase e da glicogênio sintase. O carbono 1 da glicose ativada, forma uma ligação glicosídica com o carbono 4 da glicose terminal do glicogênio que está sendo formado. A principal função do glicogênio armazenado no fígado serve para alimentar a necessidade energética das células cerebrais. Já o glicogênio muscular responde em casos de hipoglicemia, pegando glicose da corrente sanguínea e convertendo em glicogênio através da glicogênese.



#### PASSOS PARA O JOGO.

- 1º. Para iniciar o jogo o participante deve jogar os dados e tirar glicogenina\*, assim pode dar início com 7 glicoses no tabuleiro, caso não consiga deverá tentar na próxima rodada.
- 2º. Jogo iniciado a adição e retirada de glicoses são acordo com as cartas de situação surpresa.
- 3º. Após a 12ª glicose joga-se o dado novamente e o participante precisa tirar enzima ramificadora, que confere o direito de ramificar sua molécula de glicogênio(iniciando a ramificação com 4 glicoses da cadeia inicial).
- 4º. Vence quem tiver uma molécula de glicogênio maior e mais ramificada.

## ANEXO 5

### GLOSSÁRIO

**alostéricos-** moléculas que se ligam as enzimas e modulam a sua atividade positivamente ou negativamente.

**fosfoproteína fosfatase-** essa enzima é ativada pela insulina, para ativar a enzima glicogênio sintase.

**fosforilase-** enzimas que clivam ésteres de fosfato, por hidrólise, a adição dos elementos da água.

**fosforilase muscular-** ver glicogênio fosforilase.

**glicogênese-** o processo de conversão de glicose em glicogênio

**glicogênio fosforilase-** é uma enzima que catalisa a reação em que uma ligação glicosídica, reunindo dois resíduos de glicose no glicogênio, sofre o ataque por fosfato inorgânico (Pi), removendo o resíduo terminal não-redutor de glicose como glicose 1-fosfato.

**glicogênio sintase-** é uma enzima que catalisa a reação de transformação de UDP-glicose + (1,4- $\alpha$ -D-glucosil)<sub>n</sub> liberando UDP e (1,4- $\alpha$ -D-glucosil)<sub>n+1</sub>. Converte o excesso de resíduos de glicose, um por um, numa cadeia polimérica, para acoplamento na molécula de glicogênio.

**glicogenólise-** a degradação enzimática do glicogênio armazenado ( não proveniente da dieta).

**glicose-1-fosfato-**é o produto da reação da glicogênio fosforilase e deve ser convertida em glicose 6- fosfato (intermediário da via glicolítica).

**Glicose-6-fosfatase** – é a principal enzima responsável pela liberação de glicose do fígado para circulação sanguínea.

**glicose-6-fosfato-translocase microsomal-** enzima que transporta a glicose-6-fosfato para o lúmen do retículo endoplasmático. O termo Microsomal é devido a essas enzimas serem localizadas na fração microsômica de uma amostra, após uma homogeneização e centrifugação diferencial.

**UDP glicose-** doador de glicose na biossíntese de glicogênio, é uma forma de glicose ativada.

**$\alpha$ -1-4glucosidase ácida-** é essencial para a degradação do glicogênio na glicose nos lisossomas.

**Miopatia-** é designação genérica das afecções e doenças musculares em que as fibras musculares não funcionam em muitas vezes, o que resulta em fraqueza muscular. Câibras musculares, rigidez e espasmo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L.; BIANCHIN, M. **O Jogo Como Recurso De Aprendizagem**. Revista: Psicopedagogia, v. 27, n. 83, p. 282–287, 2010.

AMORIM, A. S. **A Influência De Jogos E Modelos Didáticos No Ensino De Biologia Para Alunos De Ensino Médio**. Monografia: Ciências Biológicas. Universidade Aberta do Brasil, 2013.

ANDERSON, T. .; SCHONBORN, K. . **Bridging the Educational Research-teaching Practice Gap: Conceptual Understanding Part 2: Assessing and Developing Student Knowledge**. Revista: Biochem Mol Biol Educ, 2008.

BASSO, L. .; SPERIDÃO, P. G. .; NETO, U. F. **Terapia Nutricional Nas Glicogenoses**. Revista: The Electronic Journal of Pediatrics Gastroenterology Nutrition and Liver Disease, 2006.

BUFREM, L. S.; SAKAKIMA, A. M. **O Ensino, A Pesquisa E A Aprendizagem Baseada Em Problemas**. Revista: Transinformação, v. 15, n. 3, p. 351–361, 2003.

CARVALHO, A. M.; ALVES, M. M. F.; GOMES, P. L. D. **Brincar E Educação: Concepções E Possibilidades**. Revista: Psicologia em Estudo, 2005.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. **A Técnica Do Questionário Na Pesquisa Educacional**. Revista: Evidência, v. 7, n. 7, 21 out. 2012.

CORDEIRO, K. M. DOS S.; BARCELLOS, W. DE S. **O Uso De Jogos Pedagógicos Na Educação De Jovens E Adultos**. Revista: LINKSCIENCEPLACE - Interdisciplinary Scientific Journal, v. 2, n. 4, 2015.

COX, J. R. **Enhancing Student Interactions With The Instructor And Content Using Pen-Based Technology, Youtube Videos, And Virtual Conferencing**. Revista: Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 39, n. 1, p. 4–9, jan. 2011.

DA POIAN, A. T. **Bioquímica II**. 2.ed. Editora: Fundação CECIERJ. Rio de Janeiro: 2011.

DA SILVA, A. P. **A Importância Dos Jogos / Brincadeiras Para A Aprendizagem Dos Esportes Nas Aulas De Educação Física**. Curso de Especialização: Esporte

Escolar. Universidade de Brasília, 2007.

DOS SANTOS, L. B. **Glicogenose Tipo I: Caracterização Clínico -Laboratorial de Pacientes Atendidos em um Ambulatório de Referência em Erros Inatos do Metabolismo**. Mestrado: Saúde da Criança e do Adolescente. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

FARKUH, L.; PEREIRA-LEITE, C.; PEREIRA-LEITE, C. **Bioquim4x: Um Jogo Didático Para Rever Conceitos De Bioquímica**. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 12, n. 2, p. 37, 27 out. 2014.

FERREIRA, M. O. G.; DIAS, I. C.; OLIVEIRA, M. L. DE. **Química Encantada: Aplicação De Uma Metodologia Alternativa No Ensino De Química**. Disponível em <<http://www.uespi.br/prop/siteantigo/XSIMPOSIO/TRABALHOS/INICIACAO/Ciencias da Natureza/QUIMICA ENCANTADA - APLICACAO DE UMA METODOLOGIA ALTERNATIVA NO ENSINO DE QUIMICA.pdf>>n. 2004, 2007.

FIALHO, N. N. **Os Jogos Pedagógicos Como Ferramentas De Ensino**. VIII Congresso Nacional de Educação - EDUCERE, p. 12298–12306, 2008.

GOKHALE, A. A. **Collaborative Learning Enhances Critical Thinking**. Revista: J Technol Educ, 1995.

GOUVEIA JUNIOR, A.; **O Uso Dos Jogos De Empresas Nos Cursos De Graduação Em Administração Das Instituições De Ensino Superior Do Amazonas**. Mestrado: Contabilidade e Controladoria. Universidade Federal do Amazonas, 13 abr. 2015.

GRAZINOLI GARRIDO, R. et al. **O Lugar Da Bioquímica No Processo De Cuidar: Visão De Graduandos Em Enfermagem**. Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular, 2010.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a educação**. Livro 6ª edição, Editora: Cortez, 2002.

LARA, I. C. M. **Jogando Com A Matemática De 5a A 8a Série**. Revista: Rêspel, 2003.

LIMA, J. M. DE. **O Jogo Como Recurso Pedagógico No Contexto Educacional**. Livro, editora: Cultura Acadêmica : Universidade Estadual Paulista, 2008.

LOPES, M. **Desafios E Caminhos Para A Formação De Professores No Brasil**. Web

Revista PORVIR, 2015.

MARIA PONZIO DE AZEVEDO, A. et al. **Relato De Uma Experiência Com O Uso Do Diagrama Metabólico Dinâmico Virtual Do Ciclo De Krebs**. Revista: Novas Tecnologias na Educação (UFRGS), 2004.

MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P. L. **Bioquímica do Exercício e Treinamento**. 1ª ed. Editora Manole, p.239, 2000.

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO, S. DE E. B. **Orientações Curriculares Para O Ensino Médio**. p. 135, 2006 Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)>.

MIRANDA, A. F. S. **Jogos Pedagógicos No Processo De Ensino E Aprendizagem Em Química Na Modalidade Educação De Jovens E Adultos**. Mestrado: Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal de Goiás, 2015.

MORATORI, P. B. **Por Que Utilizar Jogos Educativos No Processo De Ensino Aprendizagem?** Mestrado: Informática aplicada à Educação. Universidade Federal do Rio de Janeiro p. 30, 2003.

MOSES, S. W. **Pathophysiology And Dietary Treatment Of The Glycogen Storage Disease**. Revista: Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 1990.

MOURA, G. R. .; VALE, J. M. . **O Ensino de Ciências na 5ª e na 6ª Séries do Ensino Fundamental**. Livro [s.l: s.n.], 2002.

MURRAY, R. K. ET AL.; A. Harper: **Bioquímica**. 8ª ed. São Paulo: Atheneu, 1998.

NAGATA, R. **Learning Biochemistry Through Manga - Helping Students Learn And Remember, And Making Lectures More Exciting**. Revista: Biochem Educ, 1999.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Livro 6 ed. Editora Artmed , 2014.

PEDROSO, C. V. **Jogos Didáticos No Ensino De Biologia: Uma Proposta Metodológica Baseada Em Módulo Didático**. IX Congresso nacional de Educação– EDUCERE, p. 3182–3190, 2009.

PERAZZO DE SOUZA BARBOSA, P. et al. **PERFIL - Biomoléculas**. Revista de

Ensino de Bioquímica, v. 12, n. 1, p. 24, 29 ago. 2014.

PINTO ORIENTADOR, L.; CELSO TORRES, J. **O Uso Dos Jogos Didáticos No Ensino De Ciências No Primeiro Segmento Do Ensino Fundamental Da Rede Municipal Pública De Duque De Caxias**. Mestrado: Ensino de ciências. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2009.

RODRIGUES, J. W. et al. **Bioquiz: Jogo Eletrônico De Biologia Para O Ensino Médio**. Revista UFG, 2015.

SANTOS, L. V. DOS. **Bioquímica – A Perspectiva Dos Discentes De Ciências Biológicas Da Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro Quanto A Sua Importância Na Formação Profissional**. Monografia: Ciências Biológicas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017.

SCATIGNO, A. C.; TORRES, B. B.; TORRES, B. B. **Diagnósticos E Intervenções No Ensino De Bioquímica**. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 14, n. 1, p. 29, 23 maio 2016.

SCHIMIDT, D. B. et al. **Mapas Conceituais no Ensino de Bioquímica, uma Integração entre os Conceitos Científicos**. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 12, n. 2, p. 7, 27 out. 2014.

SETUVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. **Os Modelos Didáticos Com Conteúdos De Genética E A Sua Importância Na Formação Inicial De Professores Para O Ensino De Ciências E Biologia**. Anais de Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

SHIN, Y. S. **Glycogen Storage Disease: Clinical, Biochemical, And Molecular Heterogeneity**. Semin Pediatric Neurology, 2006.

SILVEIRA, J. T.; DA ROCHA, J. B. T.; ROCHA, J. B. T. DA. **Produção científica sobre estratégias didáticas utilizadas no ensino de Bioquímica: uma revisão sistemática**. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 14, n. 3, p. 7, 15 dez. 2016.

SILVEIRA, J. T.; FEDERAL, U.; MARIA, D. S. **Produção científica sobre estratégias didáticas utilizadas no ensino de Bioquímica : uma revisão sistemática**. p. 7–21, 2016.

SILVEIRA COVIZZI, U. D.; LOPES DE ANDRADE, P. D. F.; ANDRADE, P. DE F.

L. DE. **Estratégia Para O Ensino Do Metabolismo Dos Carboidratos Para O Curso De Farmácia, Utilizando Metodologia Ativa De Ensino.** Revista de Ensino de Bioquímica, v. 10, n. 1, p. 10, 30 dez. 2012.

TAVARES, J.; ALARCÃO, I. **Paradigmas de formação e investigação no ensino superior para o terceiro milênio.** Revista de Ensino de Bioquímica, 2006.

TEZANI, T. C. R. **O Jogo E Os Processos De Aprendizagem E Desenvolvimento : Aspectos Cognitivos E Afetivos.** Educação em Revista, v. 7, n. 1/2, p. 1–16, 2006.

TOPANOTTI, L. R.; LIMA, D. M. DE; SILVA, M. S. DA. **Jogos No Ensino Superior: Uma Ferramenta Para O Ensino De Morfologia Vegetal.** Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos, v. 0, n. 0, p. 133–138, 3 nov. 2011.

TRISTÃO, M. B. **O lúdico na prática docente.** Trabalho de conclusão: Pedagogia Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

VIGOTSKY, L. S.; TRAD: JEFFERSON LUIZ CARMARGO. **Pensamento e Linguagem.** Livro. 1989.

WOLFSDORF.S.; WEINSTEIN, D. A. **Glycogen Storege Diseases.** Revista: Endocrine & Metabolic Disorders, 2003.

WOOD, E. . **Biochemistry Is A Difficult Subject For Both Student And Teacher.** Revista:Biochem Educ, 1990.

