

## PATH GLYKOS: UMA FERRAMENTA LÚDICA PARA O ENSINO DE BIOQUÍMICA

**Anna Maria Fontes do Amaral<sup>1</sup>; Regianne Maciel dos Santos Correa<sup>3</sup>; Thais de Oliveira Belo<sup>1</sup>; Hendrya Julianny Pereira Coelho<sup>1</sup>, Caio Vitor da Conceição Costa<sup>1</sup>, Daralyns Borges Macedo<sup>2</sup>, Joanne Moraes de Melo Souza<sup>3</sup>, Marília Danyelle Nunes Rodrigues<sup>3</sup>**

### RESUMO

A bioquímica é uma disciplina de característica multidisciplinar de suma importância às biociências, no entanto, a restrição na visão dos alunos sobre os conteúdos, que incluem estruturas químicas e reações, dificultam sua assimilação. Portanto, ter o conhecimento sobre os componentes e processos metodológicos são essenciais para a construção da formação profissional, acadêmica e de indivíduos, cujo são conscientes das funcionalidades de seu organismo. Dessa forma, evidencia-se a necessidade de métodos de aprendizagem criativos e interativos para a inserção no ensino de bioquímica, visando auxiliar o processo de ensino e aprendizagem. Assim, o presente estudo objetivou apresentar um relato de experiência da aplicação de um jogo de tabuleiro didático denominado *Path Glykos*, desenvolvido para o ensino de bioquímica, especificamente no processo metabólico celular da glicólise. Este relato de experiência apresentou a aplicação de um jogo de tabuleiro utilizado como recurso estimulador da aprendizagem da disciplina de bioquímica. Ao final do jogo, foram atribuídas classificações de primeiro, segundo e terceiro lugar aos grupos, de acordo com seu desempenho e agilidade de raciocínio no conteúdo, de modo a avaliar, também, o trabalho em equipe. No jogo de tabuleiro *Path Glykos*, os alunos compreenderam com mais facilidade, de forma lúdica, o conteúdo de bioquímica. Durante a aplicação do jogo, percebeu-se que os alunos de cada grupo se mostraram mais entusiasmados

<sup>1</sup> Graduando do curso de Agronomia, Campus Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Pará, Brasil;

<sup>2</sup> Graduando do curso de Zootecnia, Campus Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Pará, Brasil;

<sup>3</sup> Pesquisador do Instituto Sócioambiental e dos Recursos Hídricos, Campus Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Pará, Brasil.

e dedicados a responder de forma positiva as perguntas de cada fase das cartas. Dessa forma, conclui-se que o jogo didático possui bom potencial de aplicação em sala de aula nos ensinos médio e superior, no âmbito da graduação, em função dos aspectos cognitivos e sociais que envolvem o uso do mesmo.

**Palavras-Chave:** Bioquímica; Ensino lúdico; Jogo didático.

## SCHOOL GARDEN AS A PRACTICAL TOOL FOR SOIL EDUCATION IN ELEMENTARY SCHOOL 1.

### ABSTRACT

Biochemistry is a discipline with a multidisciplinary characteristic that is extremely important to biosciences, however, the restriction in students' view of the content, which includes chemical structures and reactions, makes its assimilation difficult. Therefore, having knowledge about the methodological components and processes is essential for the construction of professional, academic and individual training, who are aware of the functionalities of their organism. Thus, the need for creative and interactive learning methods for insertion in biochemistry teaching is evident, aiming to assist the teaching and learning process. Thus, the present study aimed to present an experience report on the application of a didactic board game called *Path Glykos*, developed for teaching biochemistry, specifically in the cellular metabolic process of glycolysis. This experience report presented the application of a board game used as a stimulating resource for learning the subject of biochemistry. At the end of the game, first, second and third place rankings were awarded to the groups, according to their performance and agility in reasoning in the content, in order to also evaluate teamwork. In the *Path Glykos* board game, students understood the biochemistry content more easily, in a playful way. During the application of the game, it was noticed that the students in each group were more enthusiastic and dedicated to answering positively the questions in each phase of the cards. Therefore, it is concluded that the didactic game has good potential for application in the classroom in secondary and higher education, within the scope of undergraduate studies, due to the cognitive and social aspects that involve its use.

**Keywords:** Biochemistry; Didactic game; Playful teaching.

## INTRODUÇÃO

O ensino durante muitos anos foi padronizado em fluxo vertical e unidirecional de professor-conteúdo-aluno (SAVIANI, 2009). Após as revoluções tecnológicas, ocorreram avanços no processo educacional pela flexibilização da via de ensino, destacando novas metodologias didáticas (SILVA, 2011). Majoritariamente, os alunos apresentam dificuldade em entender e correlacionar assuntos de disciplinas de áreas exatas e biológicas. Essa dificuldade de assimilação de conteúdo transcende do ensino médio ao ensino superior (HECKLER; SARAIVA; OLIVEIRA FILHO, 2007). Nesse sentido, estudos anteriores demonstraram que jogos de cunho didático podem ser aplicados a todos os níveis escolares, contribuindo para socialização e criatividade dos discentes sem limitação de transmissão dogmática do conteúdo (MACHADO et al., 2021).

Segundo Vygotskyo (2015), o jogo pode ser utilizado como uma estratégia eficiente no processo educativo, também, contribui para o desenvolvimento do ser humano, atuando como instrumento de aprendizagem do aluno, facilitando o seu conhecimento com relação ao conteúdo contemplado e favorecendo assim, atividades em grupo e a cooperação. Portanto, estas ferramentas alternativas de ensino são alvo de estudo de muitos pesquisadores, sobretudo pelo ludismo no aprendizado, o que auxilia no estabelecimento mais eficiente do conhecimento de forma interdisciplinar (SAVIANI, 2009; SILVA, 2011).

A bioquímica é uma disciplina de característica multidisciplinar de suma importância às biociências (ALBUQUERQUE, 2012), no entanto, a restrição na visão dos alunos sobre os conteúdos, que incluem estruturas químicas e reações, dificultam sua assimilação (HECKLER; SARAIVA;

OLIVEIRA, 2007). Portanto, ter o conhecimento sobre os componentes e processos metodológicos são essenciais para a construção da formação profissional, acadêmica e de indivíduos, cujo são conscientes das funcionalidades de seu organismo (MAGALHÃES et al., 2019). Dessa forma, evidencia-se a necessidade de métodos de aprendizagem criativos e interativos para a inserção no ensino de bioquímica, visando auxiliar o processo de ensino e aprendizagem.

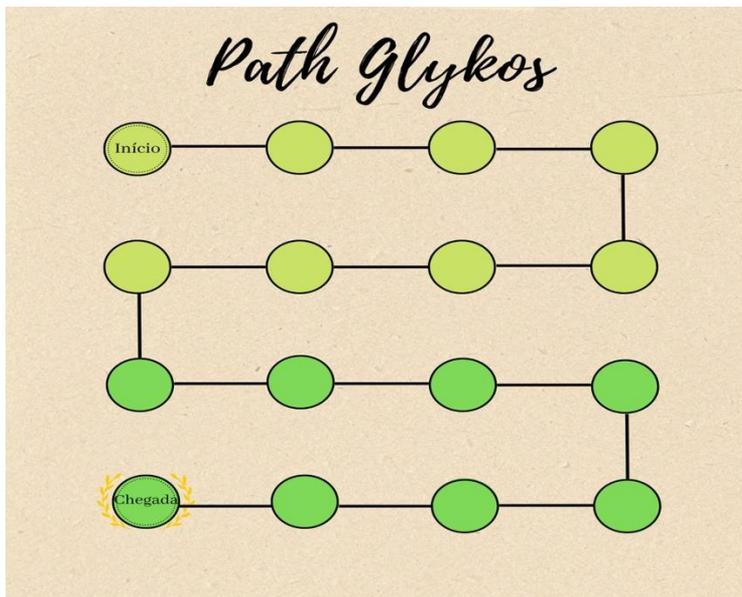
Nesse contexto, acredita-se que o lúdico como recurso didático, possibilita atratividade dos alunos pelo ensino de bioquímica em sala de aula, correlacionando o conhecimento do aluno e sua capacidade analítica (MELO E OLIVEIRA, 2022; MOREIRA E MASINI, 2006).

Assim, o presente estudo objetivou apresentar um relato de experiência da aplicação de um jogo de tabuleiro didático denominado de *Path Glykos*, como um recurso estimulador de aprendizagem para o ensino de bioquímica, especificamente sobre o processo metabólico celular da glicólise.

## CONFECÇÃO DO TABULEIRO PATH GLYKOS

Para a confecção do tabuleiro *Path Glykos* (Figura 1), foi utilizado o Canva, uma plataforma *on-line* e gratuita. No tabuleiro foram colocadas 16 casas, sendo 15 casas referenciadas como fases e uma casa como chegada, para avanço conforme os acertos dos participantes. Como sugestão, o tabuleiro pode ter desenho ou forma alterada, desde que se encaixe no número de casas indicado no jogo. Posteriormente a confecção, a arte foi impressa em papel cartão A4 com desenho colorido, mas podendo ser em preto e branco e impresso em papel A4, ou desenhado em folha A4.

Figura 1. Tabuleiro *Path Glykos*.



Fonte: Autores.

## CONFECCÃO DAS CARTAS PARA O TABULEIRO PATH GLYKOS

No segundo momento, foram confeccionados no programa Canva, cartões com perguntas previamente formuladas. Os cartões foram impressos em papel cartão A4 no modelo apresentado na figura 2 e figura 3, divididas em nível de dificuldade 1 e que se inicia na fase 1 e termina na fase 6 e dificuldade 2 que se inicia na fase 7 e termina na fase 15 conforme o avanço dos discentes no jogo.

Os materiais utilizados são de fácil obtenção e modificação pelos participantes. Dessa forma, o jogo de tabuleiro *Path Glykos* pode ser realizado com recursos existentes em sala de aula, como caneta e papel.

O formato de tabuleiro, é direcionado para que sejam observadas a realização de desafios e a evolução dos discentes durante o jogo, além de integrar a interação aluno-professor (SILVA, 2011; MOREIRA; MASINI, 2006). A partir disso, pode-se desenvolver a capacidade de buscar soluções, discutir problemáticas e abordar divergências de ideias pelo lúdico, em questão os jogos didáticos, como uma psicologia de reforço positivo (SKINNER, 1974; SANTOS et al., 2022).

Figura 2. Cartas de nível de dificuldade 1 nas fases 1 a 6.

<p><b>1ª FASE: Qual o nome da primeira etapa de degradação de carboidratos?</b></p> <p><b>Dica: Produz uma pequena quantidade de energia e caracteriza-se por ser anaeróbica.</b></p> <p>R: Deve incluir os termos "glicólise", "quebra", "glicose", "açúcar".</p>	<p><b>2ª FASE: Complete a reação global da glicólise abaixo :</b></p> $\text{Glicose} + 2\text{NAD}^+ + 2 \text{Pi} + 2\text{ADP} \rightarrow 2 \_ + 2 \text{NADH} + 2 \text{H}^+ + 2 \_ + 2\text{H}_2\text{O}$ <p><b>Dica: Produtos da glicólise com ganho energético.</b></p> <p>R: Deve incluir os termos "piruvato", "Ácido Pirúvico", "ATP", "Adenosina Trifosfato".</p>
<p><b>3ª FASE: Como se chama a divisão da primeira etapa da glicólise?</b></p> <p><b>Dica: Compõe 5 reações e ocorre fosforilação de glicose.</b></p> <p>R: Deve incluir os termos " fase "preparatória", "investimento".</p>	<p><b>4ª FASE: Por que a fase de compensação recebe esse nome?</b></p> <p><b>Dica: A fase também é conhecida como fase de "pagamento" da glicólise.</b></p> <p>R: Deve incluir os termos "moléculas", "ATP", "energia", "pagamento", "utilizado(a)", "anteriormente", "fase anterior", "fase preparatória".</p>
<p><b>5ª FASE: Como se chama a 1ª reação da etapa preparatória?</b></p> <p><b>Dica: É catalisada por uma enzima do tipo quinase e há uso de ATP para liberação e transferência de grupo fosfato.</b></p> <p>R: Deve incluir os termos "fosforilação", "glicose", "oxidativa".</p>	<p><b>6ª FASE: Na segunda reação da etapa preparatória, ocorre a ação de uma enzima do tipo isomerase. Qual o produto de sua ação enzimática?</b></p> <p><b>Dica: A enzima catalisa a isomerização reversível da glicose-6-fosfato do grupo aldose em cetose.</b></p> <p>R: Deve incluir o termo "frutose-6-fosfato".</p>

Fonte: Autores.

Figura 1. Cartas de nível de dificuldade 2 nas fases 7 a 15.

<p><b>7ª FASE:</b> Sobre a 3ª etapa da fase preparatória, por que a enzima fosfofrutocinase-1 transforma a frutose-6-fosfato em frutose-1,6-bifosfato de forma irreversível?</p> <p><b>Dica:</b> É a primeira reação conhecida como "comprometida".</p> <p><b>R:</b> Deve incluir os termos "via(s)" e "específico".</p>	<p><b>8ª FASE:</b> Na última reação da fase preparatória (reação 5), a dihidroxiacetona formada na reação anterior, é rapidamente convertida de forma reversível em qual molécula e por quê?</p> <p><b>Dica:</b> O nome da molécula é o segundo produto da reação 4.</p> <p><b>R:</b> Deve incluir os termos "forma" e "degradada".</p>
<p><b>9ª FASE:</b> Qual o objetivo da conversão de 2-fosfoglicerato em fosfoenolpiruvato, mediado pela enolase?</p> <p><b>Dica:</b> É um processo que facilita a reação posterior.</p> <p><b>R:</b> Deve incluir os termos "potencial", "transferência" e "grupo fosforil".</p>	<p><b>10ª FASE:</b> Qual a utilidade do produto final da glicólise (piruvato)?</p> <p><b>Dica:</b> Tem destinos diferentes que dependem das condições de anaerobiose ou aerobiose.</p> <p><b>R:</b> Deve incluir os termos "energia", "ciclo" e "fermentação".</p>
<p><b>11ª FASE:</b> A enolase é uma enzima responsável pela remoção de uma molécula de H<sub>2</sub>O na reação 9 da Glicólise. Qual o objetivo desta preparação metabólica?</p> <p><b>Dica:</b> Desidratação do 2-fosfoglicerato</p> <p><b>R:</b> As reações 8 e 9 tem a função de facilitar a saída do Fosfato através da instabilidade que foi gerada através da troca de posição do Fosfato na reação 8 e da saída de uma molécula de água na reação 9.</p>	<p><b>12ª FASE:</b> A Glicólise, é dividida em duas etapas: a Fase Preparatória e a Fase de Compensação. No entanto, na Fase 2 da Glicólise ou Fase de Compensação, os produtos são duplicados, ou seja, são produzidos 4 ATPs e 2 NADH+H, por que ocorre esta duplicação dos produtos?</p> <p><b>Dica:</b> Produto da 4ª reação da fase preparatória.</p> <p><b>R:</b> Porque são duas moléculas de gliceraldeído-3-Fosfato provenientes da Fase Preparatória, que continuam sendo degradados na Fase de Compensação.</p>

Fonte: Autores.

## APLICAÇÃO E REGRAS DO JOGO DE TABULEIRO PATH GLYKOS

Este artigo descreve um relato de experiência da aplicação de um jogo de tabuleiro, na qual foi denominado, *Path Glykos*, que foi utilizado como recurso estimulador da aprendizagem da disciplina de bioquímica, do curso

de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Amazônia – UFRA, na cidade de Belém/PA, turma composta por 35 alunos.

Para a realização do jogo de tabuleiro, foi ministrado o conteúdo de bioquímica, processo metabólico celular da glicólise, de acordo com o plano de aula/ensino do curso de Medicina Veterinária. O jogo de tabuleiro foi executado no dia de aula com a participação de todos os 35 alunos do curso.

Para a execução do jogo, os alunos foram orientados pelo professor da disciplina como seria aplicado o jogo de tabuleiro *Path Glykos*. Sendo assim, com a realização de um sorteio, os alunos foram separados em grupos com no mínimo cinco alunos. O professor fica responsável em fazer as perguntas. Em cada grupo foi definido um representante para comunicar as respostas ao professor e assumir o controle de avanços ou retrocessos de casas/fases do jogo didático.

O jogo didático foi dividido em dois níveis de dificuldade. O primeiro nível é determinado a partir da primeira à quarta casa/fase do tabuleiro e o segundo nível, a partir da quinta à décima quinta casa/fase do tabuleiro. Também, deve ser considerado, que há atribuições de primeiro, segundo e terceiro lugar dos discentes que finalizam o caminho no tabuleiro.

Com as cartas do jogo dispostas em mão, o professor dá início a jogada direcionando cada grupo com uma pergunta do primeiro nível até que esses alcancem o segundo nível de forma independente. Cada resposta correta classifica o grupo para avançar uma casa/fase do tabuleiro *Path Glykos*. No entanto, para estabelecer um limiar de conhecimento e estimular a reforço de conteúdo, isoladamente, os grupos de discentes não passam para o segundo nível se errarem uma das questões básicas do primeiro nível, tendo de reiniciar na primeira casa/fase do tabuleiro.

Ao final do jogo, foram atribuídas classificações de primeiro, segundo e terceiro lugar aos grupos, de acordo com seu desempenho e agilidade de raciocínio no conteúdo, de modo a avaliar, também, o trabalho em equipe.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

No ensino superior, o estudo de bioquímica é dificultado muito das vezes pelo método de ensino tradicional, desta forma, gerando dificuldade no aprendizado do aluno. Diante disto, é comum a desmotivação significativa de alunos em compreender o conteúdo ministrado pelo professor (FURTADO et al., 2022; OSTI, 2004).

Estudos anteriores evidenciam o papel do jogo didático como recurso facilitador na aprendizagem, reconhecendo-o como um instrumento pedagógico importante no desenvolvimento intelectual e social do educando (ALVES E BIANCHIN, 2010), portanto, deve ser entendido como um dispositivo facilitador da aprendizagem (MIRANDA, 2002).

No jogo de tabuleiro *Path Glykos*, os alunos compreenderam com mais facilidade, de forma lúdica, o conteúdo de bioquímica. Durante a aplicação do jogo, percebeu-se que os alunos de cada grupo se mostraram mais entusiasmados e dedicados a responder de forma positiva as perguntas de cada fase das cartas.

No momento do jogo, a competitividade foi uma questão positiva, pois permitiu que o aluno tivesse o interesse de estudar o conteúdo ministrado pelo professor nas aulas anteriores. Conforme os estudos de Furtado et al. (2022), o jogo lúdico e didático, incentiva o aluno a estudar, neste sentido, atribui um reforço positivo através da competitividade.

No entanto, para se obter sucesso na aplicabilidade do jogo didático, há necessidade de equilíbrio entre diversão e educação, com objetivos educacionais bem traçados no jogo a ser aplicado (PAN et al., 2021). Dessa forma, o auxílio e o direcionamento de raciocínio são definitivos para a aprendizagem do aluno, sendo estabelecida uma interação norteadora do professor e de seus recursos didáticos utilizados (MOREIRA, 2011; CAMPOS; BORTOLOTO; FELICIO, 2003).

O jogo educacional de tabuleiro *Path Glykos*, baseia-se em modelo de perguntas e respostas da via glicolítica, ainda permitindo a elaboração livre de resposta do aluno, desde que contenha termos-chave que se enquadrem nos processos bioquímicos definidos.

No momento do jogo, à medida que os grupos avançavam as fases e os níveis de dificuldade, percebeu-se que os alunos dominavam o conteúdo. Assim, pode-se perceber que, através desta ferramenta didática de aprendizagem no ensino de bioquímica, diversos educadores vêm aplicando métodos alternativos de ensino na graduação, voltados para desenvolvimento de ferramentas didáticas, atividades experimentais, tecnologias de informação e uso de aprendizado baseado em problema (PAN et al., 2021).

Neste relato de experiência lúdica com o jogo de tabuleiro, *Path Glykos*, foi avaliado pelo professor não somente os acertos de cada resposta, mas também a organização em grupo, a motivação e habilidades em que os alunos expuseram seus conhecimentos adquiridos nas aulas de bioquímica.

Nos jogos educacionais, é importante frisar que, se trata de uma ferramenta alvo a ser desenvolvida e utilizada em sala de aula por seu caráter lúdico e atrativo aos alunos, atuando como agente modificador da

prática de aulas estritamente expositivas (SILVEIRA E ROCHA, 2016). Portanto, para Miranda (2002), a atividade lúdica é de modo geral essencialmente, como um laboratório, onde ocorrem experiências inteligentes e de reflexão do educando.

Conteúdos de difícil compreensão, requer reforço de raciocínio cognitivo, portanto, é neste sentido que, com a aplicação do jogo didático, *Path Glykos*, proporcionou exercício do intelecto, como atenção e memorização dos conteúdos ministrados no ensino de bioquímica.

Qualquer atividade em equipe/grupo é uma forma metodológica de trabalhar a socialização entre os indivíduos. Nesta experiência com atividade lúdica, ficou evidente que os grupos formados se adaptaram no jogo, visto que já apresentavam contato social em sala de aula. Portanto, qualquer jogo que tenha entre seus princípios os relacionamentos entre indivíduos e/ou grupos traz em seu bojo o fator de socialização. O jogo socializa, no entanto, é fundamental destacar a necessidade e papel do professor na condução das atividades lúdicas que visem aos efeitos pedagógicos (MIRANDA, 2002).

A importância das relações interpessoais para a construção da via ensino-aprendizagem integra a necessidade da participação de alunos e professores ultrapassando o “tecnicismo”, pois isso agrega interesse dos alunos na participação em sala de aula (BARIANI E PAVANI, 2008).

Nesse sentido, a utilização do método pedagógico de aprendizagem baseado em jogos, pode facilitar a participação dos alunos em sala de aula, além de possibilitar relações interpessoais entre discentes e docentes (SEABORN E FELLS, 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jogo destinado a ajudar o aluno na caminhada acadêmica de descobertas, pode ser uma ferramenta favorável à efetivação do aprendizado de bioquímica em ensino médio e ensino superior, visto que o uso de jogos pedagógicos torna o ensino interessante do ponto de vista do aluno e viabiliza a sua fixação.

Dessa forma, o jogo didático *Path Glykos* possui bom potencial de aplicação em sala de aula nos ensinos médio e superior, no âmbito da graduação, em função dos aspectos cognitivos e sociais que envolvem o uso do mesmo. Além disso, *Path Glykos* surge com a demanda de metodologias alternativas a serem empregadas no ensino bioquímica, de forma a aprimorar e ter maior alcance de alunos na via ensino-aprendizagem efetiva da disciplina.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. A. C.; AMORIM, Â. H. C.; ROCHA, J. R. C. F.; SILVEIRA, L. D. M. F. G.; Neri, D. F. D. M. **Bioquímica como sinônimo de ensino, pesquisa e extensão: um relato de experiência.** Revista brasileira de educação médica. V. 36, p. 137-142, 2012. <https://www.scielo.br/j/rbem/a/JpyX75YDhXKstxscJmYmzq/abstract/?lang=pt>

ALVES, L.; BIANCHIN, M. A. **O jogo como recurso de aprendizagem.** Revista da Associação Brasileira de Psicopedagogia. V. 27, n 83, p. 282-287, 2010. <https://www.revistapsicopedagogia.com.br/detalhes/210/o-jogo-como-recurso-de-aprendizagem>

BARIANI, I. C. D.; PAVANI, R. **Sala de aula na universidade: espaço de relações interpessoais e participação acadêmica.** Estudos de Psicologia, V. 25, n. 1, p. 67-75, 2008.

<https://www.scielo.br/j/estpsi/a/nwKQbvLGt83WCPp4Mr9dypv/?lang=pt>

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem.** Cadernos dos Núcleos de Ensino, V. 47, p. 47-60, 2003.  
<file:///Users/marilia/Downloads/aproducaodejogos.pdf>

FURTADO, A. M. M.; Leal, C. N. T.; Goulart, G. C.; Carvalho, I. A.; Santos, A. K. S. S.; Reis, I. S. C.; LAGES, I. O.; COELHO, H. J. P.; COSTA, C. V. C.; MACEDO, D. B.; SOUZA, J. M. M.; NUNES-RODRIGUES, M. D. **Bingo didático: um jogo para dinamizar o aprendizado da degradação oxidativa de carboidratos.** Revista de Ensino de Bioquímica, V. 20, n. 1, 2022.

<http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/993>

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O. S.; OLIVEIRA FILHO, K. S. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de Óptica.** Revista Brasileira de Ensino de Física, V. 29, n.2, p. 267-273, 2007.  
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/3T3bD3LBbysdnDNFS8CBgNq/abstract/?lang=pt>

MACHADO, M.; ALVES, I. S.; MAIA, E. R. R. M.; MAGALHÃES, A. A. D. S.; CORDEIRO, I. B. **Elaboration of a biophysical teaching game as a learning tool and motivation for medicine courses.** Revista Brasileira de Ensino de Física, V. 43, 2021.  
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/zkTtw3NQZDQSX44xxtVYjzB/abstract/?lang=pt>

MAGALHÃES, P. P.; OLIVEIRA, R. C.; PONCE, D.; ZULIANI, S. R. Q. A. **Bioquímica e Função renal: utilizações de sequências didáticas com enfoque investigativo para reaproximação de conceitos específicos.** Revista Brasileira de Educação Médica, V. 43, n. 1, p. 414-423, 2019.  
[http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-55022019000500404&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-55022019000500404&script=sci_abstract&tlng=pt)

MELO, M. R. S.; OLIVEIRA, H. V. C. **Perfil de Bioquímica: Um jogo coletivo com interface física e digital.** Revista de Ensino de Bioquímica, V. 20, n. 1, 2022. <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/issue/view/59>

MIRANDA, S. **No fascínio do jogo, a alegria de aprender.** Linhas Críticas, V. 8, n. 14, p. 21-34, 2002. <https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/2989>

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel.** 2ª ed. São Paulo: Centauro; 2006. <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>

MOREIRA, M. A. **A teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget. In: Teorias de aprendizagem.**; 2ª ed. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, p. 104, 2011. [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3328862/mod\\_resource/content/1/Teorias%20de%20Aprendizagem%20Marco%20Antonio%20Moreira.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3328862/mod_resource/content/1/Teorias%20de%20Aprendizagem%20Marco%20Antonio%20Moreira.pdf)

OSTI, A. **As dificuldades de aprendizagem na concepção do professor.** Monografia [dissertação em Pedagogia] – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação; 2004. <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=458361>

PAN, L.; TLILI, A.; LI, J.; JIANG, F.; SHI, G.; YU, H.; YANG, J. **How to Implement Game-Based Learning in a Smart Classroom? A Model Based on a Systematic Literature Review and Delphi Method.** Frontiers in Psychology, V. 12, p. 749837, 2021. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.749837/full>

SANTOS, R. A. B. **A utilização de jogos como ferramenta auxiliar no ensino da Matemática.** Revista Educação Pública, V. 21, n. 42, 2022. <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/42/a-utilizacao-de-jogos-como-ferramenta-auxiliar-no-ensino-da-matematica>

SAVIANI, D. **Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro.** Revista Brasileira de

Educação, V. 14, n. 40, p. 143-155, 2009.  
<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/45rkkPghMMjMv3DBX3mTBHm/?format=pdf&lang=pt>

SEABORN, K.; FELS, D. **Gamification in theory and action: a survey.** International Journal of Human-Computer Studies, V. 74, p.14-31, 2015.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1071581914001256>

SILVA, A. C. **Educação e tecnologia: entre o discurso e a prática.** Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas na Educação, V. 19, n.72, p. 527-554, 2011.  
<https://www.scielo.br/j/ensaio/a/RyBvdXSKPzdvRVHM7Px6rNj/?lang=pt&format=pdf>

SILVEIRA, J. T.; ROCHA, J. B. T. **Produção científica sobre estratégias didáticas utilizadas no ensino de Bioquímica: uma revisão sistemática.** Revista de Ensino de Bioquímica, V. 14, n. 3, p.7, 2016.  
<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/download/1621/1263/>

SKINNER, B. F. **Sobre o behaviorismo.** São Paulo: Cultrix, 1974.  
 Disponível em:  
<https://www.ufrgs.br/psicoeduc/chasqueweb/edu01011/skinner-sobre-o-behaviorismo.pdf>.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015.  
[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317710/mod\\_resource/content/2/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317710/mod_resource/content/2/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf)