

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas
(Bioquímica)**

PAULO ENRIQUE CUEVAS MESTANZA

**Desenvolvimento de jogos didáticos para o
ensino de Bioquímica.**

Versão original da Dissertação defendida

São Paulo

Data do Depósito na SPG:
28/03/2022

PAULO ENRIQUE CUEVAS MESTANZA

**Desenvolvimento de jogos didáticos para o
ensino de Bioquímica.**

*Dissertação apresentada ao Instituto de
Química da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Mestre em Ciências
Biológicas (Bioquímica)*

Orientador: Prof. Dr. Bayardo Baptista Torres

São Paulo
2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha Catalográfica elaborada eletronicamente pelo autor, utilizando o programa desenvolvido pela Seção Técnica de Informática do ICMC/USP e adaptado para a Divisão de Biblioteca e Documentação do Conjunto das Químicas da USP

Bibliotecária responsável pela orientação de catalogação da publicação:
Marlene Aparecida Vieira - CRB - 8/5562

M586d Mestanza, Paulo Enrique Cuevas
Desenvolvimento de jogos didáticos para o ensino de Bioquímica / Paulo Enrique Cuevas Mestanza. - São Paulo, 2022.
179 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto de Química da Universidade de São Paulo. Departamento de Bioquímica.
Orientador: Torres, Bayardo Baptista

1. Ensino de Bioquímica. 2. Jogos educativos. 3. Ensino Superior. I. T. II. Torres, Bayardo Baptista, orientador.

DEDICATÓRIA

Em algum dia no ano de 1991, um casal de estudantes, um moço e uma moça, passeava pelo *campus da capital da USP*. Ao andar pelo Cidade Universitária, ambos ficaram impressionados pelo tamanho e a beleza das construções, especialmente pelo prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Na época, eles cogitavam retornar ao seu país de origem, porém, enquanto passeavam pelo prédio da FAU, ela comentou:

“Si nos quedamos acá, quiero que mis hijos tengan la oportunidad de estudiar en un lugar como este.”

Dedico este trabalho a meus pais, Maria e Raul,
meus primeiros professores.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio de pessoas e instituições que acreditaram em mim e em minhas ideias. Agradeço aos meus pais Maria Mestanza e Raul Cuevas, e ao meu irmão Thiago Fernando Cuevas, por apoiarem meus projetos de vida profissionais e pessoais. Também agradeço aos familiares das famílias Cuevas e Mestanza, que torceram pelo sucesso desta etapa.

Ao prof. Bayardo B. Torres, por todos os conhecimentos e histórias compartilhadas. Agradeço o acolhimento e a paciência durante todas as etapas deste processo e por ser, além de um profissional inspirador, um exemplo do que é ser um professor.

Aos professores Dr. Guilherme A. Marson e Dra. Maria Lígia Coutinho Carvalhal, por todas as contribuições lúdicas e não lúdicas durante o andamento do projeto. Também agradeço aos docentes do departamento de Bioquímica prof. Dr. Chuck Farrah, prof^a. Dra. Flávia Meotti e prof^a. Dra. Iolanda Cuccovia, além de serem grandes pesquisadores, me permitiram levar o lúdico às suas salas de aula e propiciaram grandes experiências de formação.

Agradeço às minhas amigas Lívia Lopes, grande companheira durante todos os altos e baixos desta etapa, e à Júlia Rocha, presente em vários momentos importantes, mesmo separados pelo oceano Atlântico. Também agradeço ao sr. Flávio Rocha e sra. Dianir Marra, pais de Júlia, pelo carinho e apoio, e por terem possibilitado que sua residência seja meu “lar” em São Paulo.

Aos queridos amigos que fiz durante a pós-graduação Bianca, Matheus, Marcelo, Breno, Gabriel, Tiago e Lílian. Passar este período na companhia deles foi muito mais leve e divertido. Também gostaria de agradecer aos amigos George, Monique, Carla, Luke, Matheus, Danilo e Iberê pelos bons momentos que passamos em São Paulo.

Naturalmente, há pessoas que nos apoiam desde longe. Gostaria de agradecer aos meus amigos de longa data Augusto, Caio, Carlos, Pedro, Ivan, Waleska, Layla e Guilherme, os responsáveis por me fazerem conhecer o mundo dos jogos de tabuleiro modernos! Aos meus amigos biólogos Nicole, Bárbara,

Lílian, Paulo Vitor, Marco Miguel, Janaína e Hellen. Um agradecimento especial aos meus amigos Luiza e Thiago, que estiveram comigo em vários momentos críticos.

A todos aqueles que foram meus alunos ou tive o prazer de poder compartilhar um pouco do *maravilhoso* mundo da Bioquímica. Vocês são a força *próton-motriz* que me faz refletir sobre as práticas de ensino e me encorajam a buscar novas formas de ensinar.

Por fim, agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e, principalmente, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa concedida e pelo financiamento para realização deste projeto (Projeto FAPESP nº 2018/2260-9). Ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo, por permitir um espaço tão rico e amplo para a execução deste projeto.

Resumo

Mestanza, P.E.C. **Desenvolvimento de Jogos didáticos para o ensino de Bioquímica**. 2022. 179 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Bioquímica). Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

A Pesquisa de Educação em Bioquímica investiga aspectos relacionados ao ensino-aprendizagem, principalmente no ensino superior. Dentre as alternativas às aulas expositivas, os jogos didáticos apresentam-se como recursos que promovem a elaboração de estratégias, a tomada de decisão, o intercâmbio de informações entre os pares, etc. Estas características configuram os jogos didáticos como ferramentas importantes para a aprendizagem ativa. O objetivo deste trabalho foi desenvolver jogos didáticos para o ensino de bioquímica. Para elaboração dos objetos de ensino, utilizou-se uma estratégia baseada em três etapas: definição das características educativas, elaboração do *design* conceitual e desenvolvimento do jogo e pré-avaliação. A partir da gravação e transcrição de áudio de algumas partidas dos jogos e, quando possível, por questionários, foram feitas avaliações preliminares a fim de inferir o potencial educacional dos recursos didáticos. Dois jogos didáticos foram desenvolvidos: “Pura Proteína! – Uma Experiência no Laboratório de Bioquímica” e “Perfil Lipídico”. O objetivo principal do primeiro jogo foi desenvolver competências de planejamento e teste de hipóteses científicas a partir da simulação de experimentos de purificação de proteínas. A construção deste material foi fundamentada em preceitos teóricos do Ensino por Investigação. Pura Proteína é constituído por um tabuleiro e cerca de 4000 cartas e fichas. Os jogadores, ao início do jogo, recebem um desafio: obter uma determinada quantidade de uma proteína específica, purificada a partir de uma solução composta por uma mistura de proteínas. Para a consecução desse objetivo os estudantes recebem informações sobre alguns métodos de purificação de proteínas mais utilizados. Para vencer, os participantes devem combinar métodos de forma eficaz a obter, antes dos outros jogadores, a quantidade de proteína pura desejada. O jogo foi aplicado com estudantes de graduação em Biomedicina e foi feita uma análise

do processo investigativo que empregavam. Verificou-se que o jogo foi capaz de promover a elaboração de um plano de trabalho, tomada de decisão a partir de argumentações, teste e verificação de hipóteses, ao mesmo tempo em que promovia a diversão. O segundo jogo desenvolvido foi “Perfil Lipídico”, por meio do qual pretendeu-se explorar a diversidade das estruturas de lipídeos e os grupos químicos que os compunham. O jogo dispõe de quinze lipídeos, distribuídos em ácidos graxos e lipídeos complexos e, para vencer, os jogadores devem descobrir a identidade de um lipídeo a partir de dicas e desenhar sua estrutura. A prática do jogo permitiu diagnosticar pequenos erros conceituais dos jogadores, revelados ao desenhar as estruturas. Ao responder um questionário, os participantes atestaram que este jogo era motivador, de fácil aplicação em sala de aula e que permitiu revisar a estrutura dos lipídeos. Os dois jogos, com objetivos educacionais muito diferentes, foram desenvolvidos a partir de uma estratégia rigorosa, que permitiu o equilíbrio entre as funções lúdicas e educativas, necessário para o sucesso desta estratégia em sala de aula. Em razão da pandemia da COVID-19, os jogos não puderam ser aplicados com o público apropriado, o que impediu uma avaliação mais robusta do potencial educacional. Os dados coletados, no entanto, forneceram indícios de que ambos os objetos de ensino são eficazes para promover o aprendizado de bioquímica, ao mesmo tempo que a diversão própria do jogo.

Palavras-chaves: Educação em Bioquímica; Jogos educativos; Jogo didático: Purificação de Proteínas; Jogo didático: Estrutura de Lipídeos; Metodologia ativa.

Abstract

MESTANZA, P.E.C. **Development of Educational Games for Biochemical Education**. 2022. 179 p. Master's Thesis – Graduate Program in Biochemistry. Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Biochemical Education research focuses on aspects related to teaching and learning, mostly in higher education. Among several methodological alternatives to traditional classes, educational games are tools that promote the development of problem-solving strategies, decision-making, peer exchange of information, etc. These features make educational games valuable tools for active learning. The main goal of the work herein presented was to develop educational games for Biochemical Education. For this purpose, a three-step based strategy was designed: definition of educational features, conceptual game design and development and evaluation. To assess educational potential, qualitative data were obtained by recording and transcribing audio captured during plays, and, when possible, questionnaires were applied. Two educational games were developed: “Pure Protein! – An Experiment in the Biochemistry Lab” and “Ten Questions - Lipids”. The main learning purpose of the first game was to develop skills in planning and testing scientific hypotheses through a simulation of a protein purification experiment. The game development was based on an Inquiry-based learning approach. Pure Protein is a board game set-up with ca. 4000 cards. Players are challenged to obtain an amount of a specific protein, purified from a protein solution. To achieve this goal, students receive general information about common methods used to purify proteins. To win, contestants should efficiently combine methods to obtain the needed protein before their adversaries. The game was applied to Biomedicine undergraduate students, and an analysis of the inquiry process they went through was done. It was verified that the game promotes elaboration of a working plan, decision-making supported by arguments, testing and verifying hypotheses while being a fun and enjoyable activity. The second game is called “Ten Questions - Lipids”, by which we intended to explore the structural diversity of lipids and the chemical groups in their composition. The game is based on fifteen molecules, ranging from fatty

acids to complex lipids. The goal is to figure out the identity and the structure of a given lipid, using clues given throughout the gameplay. The game application allowed us to assess players' conceptual mistakes revealed by their drawings of chemical structures. In questionnaire answers, students stated that the game was motivating, suitable for the classroom and that it promoted the review of lipid structures. Both games, with different learning objectives, were developed using a rigorous strategy, which enables the balance between the ludic and educational functions needed to achieve educational game success. Due to the COVID-19 pandemic, the games weren't properly evaluated with different, larger groups. Nevertheless, the collected data suggest that the teaching objects are efficient both in promoting biochemical learning and fun.

Keywords: Biochemical Education; Educational Games; Protein purification game; Lipid structure game; Active methodology.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARMET	<i>Augmented Reality Metabolism Pathways</i>
BAMBED	<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i>
EI	Ensino por Investigação
FEBS	<i>Federal European Biochemical Societies</i>
J.A	Jogador A
J.D	Jogador D
J.G	Jogador G
J.J	Jogador J
J.M	Jogador M
J.N	Jogador N
J.S	Jogador S
J.V	Jogador V
M	Mediador
PDB	<i>Protein Data Bank</i>
REB	Revista de Ensino de Bioquímica
RPG	<i>Role-playing Game</i>
SBBq	Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular
SEI	Sequência de Ensino por Investigação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama ilustrando cinco tendências nas pesquisas de Educação em Bioquímica segundo Land e Bodner (2020).	4
Figura 2 - Classificação dos jogos educativos segundo Cleophas, Cavalanti e Soares (2018).....	10
Figura 3 - Atividades Lúdicas de Bioquímica.....	14
Figura 4 - Tabuleiro do Jogo "The Game of Metabolism"	15
Figura 5 – Exemplos de Jogos Analógicos de Bioquímica.....	16
Figura 6 – Exemplos de Jogos virtuais de Bioquímica.	18
Figura 7 – Frequência de Artigos e Resumos sobre jogos publicados na Revista de Ensino de Bioquímica e na Seção de Ensino dos encontros da SBBq entre 2000 e 2019.	20
Figura 8 - Público-alvo das produções de jogos de Bioquímica.....	21
Figura 9- Relação entre objetivo educacional, critério e característica.	26
Figura 10- Fluxograma de estratégia utilizada para desenvolvimento.	29
Figura 11- Etapas de uma Sequência de Ensino Investigativo segundo Carvalho (2013).....	36
Figura 12 - Jogo didático "Pura Proteína! - Uma experiência no Laboratório de Bioquímica".	44
Figura 13 - Representação das proteínas disponíveis no jogo.....	45
Figura 14 - Comparação entre cromatograma extraídos da literatura científica e Carta de Resultado do Jogo didático.	46
Figura 15 - Exemplos de Componentes do Jogo “Pura Proteína!”	49
Figura 16 - Exemplos de componentes do jogo "Pura Proteína!".....	50
Figura 17 - Exemplos de Componentes do Jogo “Pura Proteína!”	51
Figura 18 - Componentes recebidos pelos jogadores necessários no início do jogo.	52
Figura 19 - Exemplo de estratégia de purificação da proteína α -Lactalbumina.....	54
Figura 20 - Uso das Fichas de Proteína Bruta e Pura.....	55
Figura 21 - Problema apresentado por Carta de Objetivo (A) e sua solução descrita na Carta Final (B).....	56
Figura 22 - Códigos QR presentes nos cartões de proteína.	57

Figura 23 - Dinâmica do Jogo "Pura Proteína! - Uma Experiência no Laboratório de Bioquímica"	58
Figura 24 - Organização dos jogadores durante aplicação preliminar.	61
Figura 25 - Fluxogramas das Estratégias de Purificação desenvolvidas pelos jogadores.....	63
Figura 26 - Identidade Visual do Jogo Perfil Lipídico.	83
Figura 27- Identidade Visual do Jogo Perfil Lipídico	84
Figura 28 - Componentes do Jogo Perfil Lipídico.....	85
Figura 29 - Carta de Referência do Jogo Perfil Lipídico.....	86
Figura 30 - Disposição dos jogadores, em equipes (círculos coloridos), e do mediador (ao centro) durante aplicação do jogo.	87
Figura 31 – Elementos utilizados para interpretar uma dica.	88
Figura 32- Cartas Bônus.	89
Figura 33 - Dinâmica do Jogo Perfil Lipídico.....	90
Figura 34 - Resumo das partidas nos grupos de aplicação.	91
Figura 35 - Diagrama de percurso dedutivo possível das rodadas com o Galactolipídeo.	93
Figura 36 -Representações do Galactolipídeo elaboradas pelos jogadores. ...	94
Figura 37 - Ácidos graxos desenhados pelos jogadores nas duas aplicações. 95	
Figura 38 - Diagrama Dedutivo Possível das rodadas com o Ácido Oleico.	96
Figura 39 - Perfil dos participantes da entrevista	102
Figura 40 - Grau de Dificuldade com os conceitos bioquímicos exigidos no Jogo Perfil Lipídico.....	103
Figura 41 - Apreciação do jogo Perfil Lipídico.....	103
Figura 42 - Aspectos motivacionais avaliados a partir da Relevância acadêmica e da Satisfação do jogar o Jogo Perfil Lipídico.....	104
Figura 43- Contribuição do Jogo Perfil Lipídico à mudança de concepção dos jogadores sobre a dificuldade da Bioquímica.....	105
Figura 44 - Facilidade de aplicação do jogo didático em sala de aula.	106
Figura 45 - Coleção de Jogos Didáticos de Bioquímica elaborados pelo autor.	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Números e Porcentagens de temáticas presentes em resumos de Educação em Bioquímica publicados na SBBq de 1979-2016.	2
Tabela 2 - Temas abordados nos Jogos de Bioquímica	22

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Perguntas norteadoras elaboradas a partir das mecânicas de jogo propostas por Schell (2015).	27
Quadro 2 - Perguntas utilizada na Pré-avaliação dos Jogos Didáticos.	28
Quadro 3- Graus de Liberdade Intelectual.	35
Quadro 4 - Objetivos Educacionais, critérios e características presentes no jogo “Pura Proteína!”	41
Quadro 5- Características estruturais, físico-químicas e funcionais das proteínas do jogo.....	45
Quadro 6 - Exemplos de Desafios apresentados na "Carta de Objetivo".....	47
Quadro 7 - Componentes do Jogo “Pura Proteína!”	48
Quadro 8 - Falas transcritas de diálogos dos jogadores durante a aplicação do jogo.	64
Quadro 9 - Diálogos dos jogadores ao retirar Cartas Coloridas.	70
Quadro 10 - Objetivos Educacionais, Critérios e Características do Jogo Perfil Lipídico.....	81
Quadro 11 - Afirmações e Questões dissertativas do Questionário de avaliação do Jogo "Perfil Lipídico"	83
Quadro 12 - Componentes do jogo "Perfil Lipídico" e suas respectivas funções.	84
Quadro 13 - Critérios para pontuação da Carta de Resposta do jogo “Perfil Lipídico”	89
Quadro 14 - Justificativas para uso do jogo “Perfil Lipídico” em sala de aula.	106

SUMÁRIO

1 Introdução.....	1
1.1. Educação em Bioquímica	1
1.2. Jogos e atividades lúdicas na educação	6
1.3. Jogos e atividades lúdicas no ensino de Bioquímica.....	12
1.4. Uma breve caracterização da produção nacional de jogos de Bioquímica.....	19
1.5. Objetivo	24
2 Procedimento Metodológico	25
2.1 Elaboração de Jogos Didáticos	25
2.1.1 Etapa I: Definição de Características Educativas.....	25
2.1.2 Etapa II: Elaboração do <i>Design</i> Conceitual e produção do jogo	25
2.1.3 Etapa III: Pré-avaliação do jogo didático	27
2.2 Avaliação preliminar dos Jogos Didáticos.....	30
3 Pura Proteína! - Uma Experiência no Laboratório de Bioquímica.	31
3.1 Introdução.....	31
3.1.1. Purificação de proteínas: da pesquisa ao ensino	31
3.1.2. Ensino por investigação.....	33
3.1.3. Jogos e investigação no ensino de ciências	39
3.2. Objetivos.....	41
3.3. Materiais e Métodos	41
3.3.1. Desenvolvimento do Material Didático.....	41
3.3.2. Seleção de proteínas e referências para elaboração do jogo.....	42
3.3.3. Avaliação Preliminar	43
3.4. Resultados.....	43
3.4.1. O Jogo	43
3.4.1.1. Proteínas disponíveis.....	45
3.4.1.2. Componentes do Jogo	48
3.4.1.3. Dinâmica do Jogo	52
3.4.2. Avaliação Preliminar	61
3.5. Discussão	74
4. Perfil Lipídico	79
4.1. Introdução.....	79
4.2. Objetivos.....	81
4.3. Materiais e Métodos.....	81

4.3.1 Desenvolvimento do Jogo	81
4.3.2. Avaliação preliminar	82
4.4. Resultados.....	83
4.4.1. O Jogo.....	83
4.4.1.1. Componentes do Jogo.....	84
4.4.1.2. Dinâmica do Jogo	87
4.4.2. Avaliação Preliminar.....	91
4.5. Discussão	107
5. Considerações Finais	112
6. Referências.....	115
7. Apêndices	132
APÊNDICE A – Quadro e Lista de Referências utilizadas para construção do jogo “Pura Proteína! – Uma Experiência no Laboratório de Bioquímica”. 132	
APÊNDICE B – Lista de Componentes do Jogo “Pura Proteína”.	136
APÊNDICE C – Mapa de Combinações Simplificadas do Jogo “Pura Proteína!”	137
APÊNDICE D -Transcrição da Aplicação do Jogo “Pura Proteína”.	138
APÊNDICE E – Questionário de Apreciação do Jogo “Perfil Lipídico”.	153
APÊNDICE F – Transcrição de Aplicação do Jogo “Perfil Lipídico” – GRUPO 1.....	155
APÊNDICE G – Transcrição de Aplicação do Jogo “Perfil Lipídico” – GRUPO 2.....	168
SÚMULA CURRICULAR	180

1 Introdução

1.1. Educação em Bioquímica

As primeiras discussões sobre a educação em Bioquímica datam do início da década de 1970. Durante o 7º Encontro da *Federal European Biochemical Societies* (FEBS), docentes debateram a função da disciplina de Bioquímica em cursos de graduação e como ela era ministrada em universidades norte-americanas e europeias (CAMPBELL, *et al.*, 1972). Pouco tempo depois, em 1972, é publicado o primeiro volume da *Biochemical Education*, revista científica que visa divulgar, apresentar e discutir vários aspectos (curriculares, metodológicos etc.) do ensino em Bioquímica à comunidade científica (CAMPBELL e KILBY, 1972).

Nas duas décadas seguintes, além de publicar artigos sobre estratégias de ensino, revisões de livros técnicos e procedimentos experimentais, a revista divulgou *workshops* e cursos de Ensino de Bioquímica promovidos em diferentes universidades ao redor do mundo (CAMPBELL, 1982). Paralelamente às publicações, palestras e mesas-redondas sobre educação tornaram-se frequentes em congressos científicos. A *Biochemical Education* se consolidou como um veículo difusor de conhecimento científico e educativo para os novos estudantes e professores de Bioquímica (VELLA, 1995).

A virada do milênio foi marcada por um projeto de reformulação da revista. No intuito de abranger os conhecimentos de biologia molecular, área que aos poucos se incorporava aos currículos de graduação, o periódico recebeu o nome que é mantido até hoje: *Biochemistry and Molecular Biology Education* (BAMBED) (AZZI, 2005). Aos poucos, a área de educação em Bioquímica se expandiu pelo mundo. Na América Latina, um dos países em que esta área rapidamente se desenvolveu foi o Brasil, a partir de iniciativas em diversas universidades brasileiras (COSTA *et al.*, 2009).

No Brasil, o primeiro registro formal de pesquisas na área de ensino em Bioquímica ocorreu em 1979: um resumo apresentado na Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular (SBBq) (LOGUERCIO, SOUZA e DEL PINO, 2003). Segundo os mesmos autores, após um hiato na década de 1980, o surgimento de uma seção de Ensino em Bioquímica nos

encontros anuais da SBBq, na década de 90, estimulou um aumento contínuo de produções científicas nesta área.

Muitos dos primeiros trabalhos de Educação em Bioquímica versavam sobre a relação entre investimento, produtividade e desenvolvimento de pesquisa no Brasil. Segundo Loguercio, Souza e Del Pino (2007) buscava-se estabelecer uma relação entre pesquisa e ensino, no intuito de atrair estudantes a experimentar a carreira de pesquisador. Na análise feita por esses autores - a partir dos resumos da SBBq no período de 1979 a 2005 - também foram reportadas outras temáticas de investigação: as concepções prévias dos sujeitos sobre conceitos científicos; o desenvolvimento de novas estratégias de ensino e objetos de aprendizagem; e a inserção de recursos tecnológicos (LOGUERCIO, SOUZA e DEL PINO, 2007).

Continuando este mapeamento, Ferreira e Gonçalves (2017) seguiram o método dos pesquisadores anteriores e verificaram as temáticas presentes nos resumos da década seguinte (2006-2016). Eles concluíram que no primeiro intervalo analisado (1979-2005) havia uma ênfase à reformulação de propostas metodológicas, enquanto no período de 2006 a 2016, acentua-se o interesse por técnicas e modelos de avaliação de práticas de ensino (Tabela 1)

Tabela 1 - Números e Porcentagens de temáticas presentes em resumos de Educação em Bioquímica publicados na SBBq de 1979-2016.

Temática	Intervalos	
	1979-2005*	2006-2016**
Metodologias de ensino de Bioquímica.	32 (27,3%)	110 (57%)
Técnicas, experimentos e modelos de avaliação para objetos de ensino.	23 (19,6%)	126 (65,3%)
Investigações sobre a pesquisa e sua produtividade.	19 (16,2%)	5 (2,6%)
Desenvolvimento de sites, softwares e filmes científicos.	19 (16,2%)	31 (16,1%)
Investigação sobre a escola básica.	18 (15,4%)	31 (16,1%)
Análises teóricas sobre a disciplina de Bioquímica.	3 (2,6%)	10 (5,9%)
Concepções dos estudantes sobre conteúdos relevantes para o ensino de Bioquímica.	3 (2,6%)	21 (10,9%)
Total de Resumos	117	193

Fonte: Elaborado pelo autor segundo os dados de (*) Loguercio, Souza e Del Pino, 2007 e (**) Ferreira e Gonçalves, 2017.

A partir de outra abordagem, Pereira, Gonçalves e Hornink (2020), ao analisarem 435 resumos de Ensino em Bioquímica no intervalo de 1993 a 2019, observam que a partir de 1999 ocorre um aumento expressivo nas publicações

desta área. Esta mudança pode ser atribuída, inicialmente, à formação de grupos de pesquisa nas universidades brasileiras, permitindo a formação de *educadores em Bioquímica* (LOGUERCIO, SOUZA e DEL PINO, 2007). As primeiras equipes estabeleceram-se na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade de São Paulo, Universidade de Campinas e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente as contribuições destas instituições continuam sendo expressivas, porém, há publicações oriundas de universidades em diferentes estados que compõem as cinco regiões do país, como a Universidade Estadual Paulista (UNESP), a Universidade Federal de Pernambuco, a Universidade de Brasília e a Universidade Federal do Amazonas (NASCIMENTO, OLIVEIRA e BIANCONI, 2019; PEREIRA, GONÇALVES e HORNINK, 2020).

Outro estímulo às pesquisas de Educação em Bioquímica no Brasil foi a criação da Revista de Ensino de Bioquímica (REB) em 2001. Idealizada pelos professores Dr. Bayardo Baptista Torres e Dr. Eduardo Galembeck com o apoio da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. Este periódico busca promover e divulgar práticas educacionais. Conforme as palavras do Dr. Hector Francisco Terenzi, presidente da SBBq na época da fundação da revista:

Assim como é fundamental realizar pesquisa da melhor qualidade, é também crucial investir para desenvolver novas técnicas de ensino, em particular métodos e procedimentos adaptados para sua execução em lugares onde os recursos são mais limitados. Nesse sentido, a SBBq orgulha-se em apresentar a Revista Brasileira de Ensino em Bioquímica e Biologia Molecular, iniciativa dos Professores Drs. Bayardo Baptista Torres do Instituto de Química da USP e Eduardo Galembeck do Instituto de Biologia da Unicamp. Esta revista eletrônica segue as linhas editoriais do importante revista dedicada ao ensino de Bioquímica *Biochemistry and Molecular Biology Education* (antiga *Biochemical Education*) e destina-se à divulgação de novas formas de ensino, experiências de laboratório, roteiros de estudo e tudo aquilo que ajude a aperfeiçoar o ensino da Bioquímica (TORRES *et al.*, 2001, p. 1).

O discurso do Dr. Hector Terenzi, além de enfatizar as intenções de criação da REB, descreve uma preocupação presente na gênese da área de Educação em Bioquímica: o desenvolvimento de estratégias e de instrumentos

didáticos que visam a melhorar o aprendizado. Levantamentos bibliográficos apontam que uma parcela significativa dos trabalhos relata o uso atividades didáticas capazes de estimular o interesse pelo estudo ou promover a aquisição de novos conhecimentos (SILVEIRA e ROCHA, 2016; NASCIMENTO, OLIVEIRA e BIANCONI, 2019; PEREIRA, GONÇALVES e HORNINK, 2020).

Atualmente as pesquisas de Educação em Bioquímica não se limitam ao desenvolvimento e aplicação de recursos didáticos, mas abrangem um espectro mais amplo do ensino. Vários autores, ao propor revisões de bibliografia desta área do conhecimento, elaboraram categorias diferentes segundo seus objetos de pesquisa (vide Tabela 1). Destaca-se a revisão de Lang e Bodner (2020), que apresenta cinco grandes tendências, não exclusivas, nas pesquisas de Educação em Bioquímica: uso de tecnologia em cursos de Bioquímica; abordagens instrucionais; análise da compreensão dos alunos; tópicos de avaliação em Bioquímica; e práticas de laboratório (Figura 1).

Figura 1 - Diagrama ilustrando cinco tendências nas pesquisas de Educação em Bioquímica segundo Land e Bodner (2020).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Evidentemente estas categorias não contemplam todas as produções da literatura específica. Não obstante, elas permitem ter uma visão geral das produções. A seguir, serão feitos breves comentários acerca de cada uma das tendências.

O *uso das tecnologias* de informação e comunicação (TICs) são cada vez mais presentes na vida do homem. No campo da educação, elas constituem recursos capazes de melhorar aspectos teóricos e práticos da aprendizagem a partir do uso de softwares, simuladores, ambientes virtuais de aprendizagem, bases de dados, suportes de apresentação e avaliação, jogos digitais, vídeos e conferências *online*, *podcasts* etc (OSBORNE e HENESSY, 2003; MORENO e HEIDELMANN, 2017). No ensino de Bioquímica, essas tecnologias também foram incorporadas, principalmente pelo uso de ambientes virtuais de ensino e *softwares* educacionais (NASCIMENTO, OLIVEIRA E BIANCONI, 2019). Mais recentemente, também foram incorporados os aplicativos para dispositivos móveis (*smartphones*, *tablets*, entre outros), que propõem o uso de *flashcards*, *quizzes*, jogos e outros materiais de aprendizagem (SILVA e GALEMBECK, 2015).

Outro foco das pesquisas de Educação em Bioquímica é entender como ocorre o processo de aprendizagem tendo em vista os referenciais teóricos de Ausubel, Novak, Vygotsky e Piaget (LANG e BODNER, 2020). Para tal, são desenvolvidos instrumentos que permitam detectar a qualidade dos conceitos construídos, sejam eles corretos ou incorretos. Frequentemente estas pesquisas deparam-se com concepções alternativas, ideias que os estudantes trazem de experiências anteriores, não respaldadas pela ciência (WISCH *et al.*, 2018). Já foram detectadas concepções alternativas acerca da ligação entre enzima-substrato (LINENBERG e BRETZ, 2014), termodinâmica (GALLEY, 2004; MARTINS, 2012; PULUKURI, ABRANS, 2020); função de carboidratos (MILENKOVIC, 2016).

Estudos sobre *avaliação* referem-se ao uso de instrumentos que permitam informar, controlar ou melhorar o processo de aprendizagem a alunos e professores (ANDERSON, 2007). Nestes trabalhos, são apresentadas diversas formas de fazer a avaliação durante o processo e ao fim do mesmo, a partir de questões discursivas ou de múltipla-escolha, interpretações de figuras, discussões em sala, entre outras. A importância destes estudos é reconhecida

por permitir o desenvolvimento de intervenções ou modificações curriculares que visem atenuar as dificuldades do aprendizado nas disciplinas de graduação.

Práticas em laboratório, por outro lado, são frequentes nos currículos de Bioquímica. Não é surpreendente a notificação destas práticas em revisões de literatura. Ao longo dos anos, no entanto, os estudantes e as tecnologias disponíveis para estas aulas mudaram, o que levou a alterações na forma como são abordadas (CRAIG, 2020). As práticas mais tradicionais privilegiavam habilidades técnicas, em oposição às abordagens investigativas, que estimulam o desenvolvimento do senso crítico, da capacidade de resolução de problemas e da criatividade (BASCOS *et al.*, 2020). Em geral, estas pesquisas relatam práticas educacionais inéditas, ora pelos procedimentos experimentais, ora pela proposta curricular (LANG e BODNER, 2020).

Por fim, modelos tridimensionais, analogias, vídeos, jogos, animações são alguns objetos de ensino que compõem as estratégias educacionais utilizadas pela Educação em Bioquímica (PEREIRA, GONÇALVES e HORNINK, 2020). Estes instrumentos compõem diferentes abordagens instrucionais, normalmente fundamentadas em visões construtivistas, que exploram diferentes competências dos alunos e visam ensinar bioquímica além da memorização (LANG e BODNER, 2020). É nesta categoria, principalmente, que estão descritos os trabalhos de jogos no ensino de Bioquímica, tema que será explorado ao longo deste capítulo.

1.2. Jogos e atividades lúdicas na educação

O *lúdico*, frequentemente, é associado ao *jogo* ou a um *brinquedo*. Em várias situações de ensino, por exemplo, os professores optam por *atividades lúdicas* referindo-se a brincadeiras, jogos, ou a qualquer atividade que não se enquadre nos métodos mais formais em sala de aula. Os termos parecem semelhantes, mas possuem algumas distinções.

Em uma investigação histórico-linguística, Brougère (2020) apontou que o termo lúdico é derivado do latim *Ludus* ou *Ludere*. Na Roma Antiga, o primeiro era utilizado para designar atividades escolares, livres ou ainda exercícios, considerando-os como simulações de atividades reais. Enquanto o segundo designava simulações de gestos da vida cotidiana que eram feitos sem

preocupação, apenas de forma expressiva (BROUGÈRE; 2012; LEAL, 2014). Atualmente, lúdico é um termo utilizado para designar tudo que gere alguma forma de entretenimento. O lúdico, portanto, manifesta-se de várias formas, dentre elas jogos, brinquedos, passatempos, leituras, histórias em quadrinhos, peças de teatro etc.

Atividade lúdica é um termo genérico, referindo-se a qualquer atividade que promova o divertimento e o prazer (SOARES, 2008a). Segundo o mesmo autor, uma das diferenças entre um jogo e as atividades lúdicas, é a ausência de regras explícitas. Em algumas pesquisas teóricas sobre o lúdico, não há uma distinção entre brinquedo e jogo, ambos são tratados da mesma forma. Kishimoto (2011), baseada nos estudos de Gilles Brougère, propõe que o brinquedo difere do jogo por estabelecer uma relação íntima com a criança, ser uma representação de algo que existe no cotidiano, na natureza ou em construções humanas e, ainda, por possuir várias formas de brincar, a desejo da criança. A brincadeira, dessa forma, seria a atividade lúdica desempenhada pela criança com suas próprias regras e objetos (KISHIMOTO, 2011).

Jogo, por sua vez, é um termo polissêmico, podendo ter sentidos literais (jogo de xadrez, jogo de futebol) ou metafóricos (jogo de cintura, jogo político) (SOARES, 2008a; KISHIMOTO, 2011). Ainda assim, os jogos ocupam um lugar histórico nas sociedades humanas. Os jogos de tabuleiros mais antigos de que se tem conhecimento, por exemplo, são *O Jogo Real de Ur*, na Mesopotâmia e *Senet*, no antigo Egito (VASCONCELLOS, CARVALHO e ARAUJO, 2018). Atualmente, há uma ampla disponibilidade de jogos para todos os públicos, sejam eles analógicos - tabuleiros, cartas etc. - ou virtuais, em computadores, vídeo games ou dispositivos móveis.

A amplitude do jogo e seu impacto refletem-se nos vários estudos feitos nas áreas de filosofia (BROUGÈRE, 2012; CALLOIS, 2017; HUIZINGA, 2019), psicologia (VYGOTSKI, 1991), pedagogia (CHATEAU, 1987), entre outras. Dessa forma, vários autores utilizam o termo jogo de diferentes formas, mediante suas finalidades e objetos de estudo. Johannes Huizinga, por exemplo, autor da obra *Homo Ludens*, sugeriu que o jogo é anterior à cultura, reconhecendo elementos da ludicidade presentes em outras atividades humanas para além do jogo: o direito, a música, a guerra etc. (HUIZINGA, 2019). Este autor caracterizou o jogo como:

- livre, realizada por vontade espontânea do indivíduo;
- considerada “não séria”¹
- capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total;
- desligada de todo e qualquer interesse material;
- praticada dentro dos limites de tempo/espço próprios;
- dotada de ordens e regras;
- capaz de promover a formação de grupos sociais com tendência a rodearem-se de um “segredo” e sublinharem sua diferença em relação ao resto do mundo por meio de disfarces ou outros meios semelhantes.

A definição de Huizinga (2019) é ampla, contemplando atitudes, objetos que não necessariamente correspondem aos jogos que serão apresentados neste trabalho. Adotou-se, por isso, a definição proposta por Soares (2008a):

Jogo, como qualquer atividade lúdica que tenha regras claras e explícitas, estabelecidas na sociedade, de uso comum, tradicionalmente aceitas, sejam de competição de cooperação. Podemos citar como exemplos nesse caso, os jogos tradicionais, como o futebol, o basquete, alguns jogos de cartas de regras iguais em todo o mundo e até mesmo alguns Role-Playing Games, publicados no mundo todo e que constam da mesma regra, assim como vários jogos de vídeo game” (2008, p. 45)

Esta definição enfatiza a presença das regras claras e explícitas, bem como a formalização do jogo em suas diferentes formas: cartas, esportes, vídeo games etc.

Ainda que o uso do jogo em espaços de ensino pareça ser recente, filósofos gregos, como Platão e Sócrates, já pensavam no uso dos jogos para ensinar crianças (CUNHA, 2012). Foi durante o século XVIII, no auge do Romantismo, que ocorreu o reconhecimento da importância do jogo e seu potencial educacional a partir das visões de Froebel e outros pensadores (KISHIMOTO, 2011). Esta mudança, acompanha uma nova concepção da infância e da criança como um ser bom e puro, não como um ser corrompido ou um adulto incompleto.

¹ A “não seriedade” defendida por Huizinga está associada ao livre riso e à diversão que o jogo gera e não deve ser confundida com a “falta de seriedade ao jogar”. Ao contrário, durante uma partida os jogadores mostram-se determinados a vencer.

Na atualidade, o jogo está presente nos espaços educacionais de várias formas. A primeira delas é o jogo recreativo, entendido como natural para as crianças, mas desprovido de valor pedagógico (AVANÇO e LIMA, 2020). Seu uso, portanto, ocorre em horários como o recreio ou quando a aula termina mais cedo.

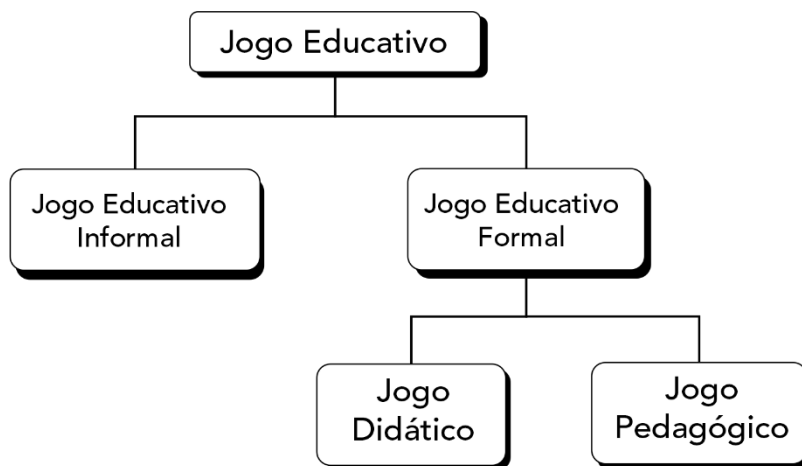
A adição de características pedagógicas ao jogo o configura como um *jogo educativo*. Kishimoto (2011) sugere que este recurso tem condições de potencializar a construção de conhecimento a partir da introdução do prazer, da ação motivadora e ativa, próprias do lúdico. Segundo a autora, este jogo é constituído pelas funções lúdica e educativa. A primeira está relacionada à diversão, ao prazer e à liberdade; enquanto a segunda refere-se à capacidade de ensinar algo que complete o saber de um indivíduo. As duas funções devem estar em igualdade, uma vez que o desequilíbrio delas poderia tornar o jogo apenas uma brincadeira sem finalidade pedagógica – quando a função lúdica for favorecida -, ou uma simples atividade didática – quando a função educativa fosse privilegiada (KISHIMOTO, 2011).

Outro termo utilizado para designar os jogos em situações educativas é *jogo didático*. A este respeito, Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) propõem algumas definições, a partir do princípio de que todos os jogos ensinam algo, seja um conhecimento ou habilidade, ao seu jogador (KISHIMOTO, 2011; SOARES, 2008a).

Nesse sentido, os jogos criados com intencionalidade pedagógica são denominados *jogos educativos formais*, subdivididos em duas categorias: *jogos didáticos* e *jogos pedagógicos*. O primeiro grupo frequentemente representa aqueles adaptados de um jogo já existente (por exemplo, dominó, trilha), a que são adicionados conteúdos disciplinares em seu sistema. Normalmente, os jogos didáticos são utilizados após a exposição do tema, tendo caráter de revisão ou como ferramenta diagnóstica. Por outro lado, os jogos pedagógicos apresentam certo grau de ineditismo em relação à sua origem, são desenhados cuidadosamente para que, ao jogar, eles promovam a mudança de comportamento em relação à aprendizagem. Diferentes do grupo anterior, os jogos pedagógicos apresentam flexibilidade quanto ao seu uso, podendo ser antes ou depois da exposição (CLEOPHAS, CAVALCANTI e SOARES, 2018). A figura 2 sumariza esta proposição. Optou-se, nesta dissertação, por utilizar o

termo *jogo didático*, uma vez que irão ser tratados temas estritamente relacionados aos currículos de Bioquímica.

Figura 2 - Classificação dos jogos educativos segundo Cleophas, Cavallanti e Soares (2018)



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Independente se o jogo é educativo ou didático, é interessante reconhecer suas potencialidades. Um jogador, ao ser desafiado, assume papel principal, sendo responsável por suas decisões. Quando o jogador é um aluno e suas escolhas são baseadas em seus conhecimentos ou habilidades, ele torna-se um agente ativo em relação ao seu processo de aprendizagem. Isto ocorre, no entanto, sem que perceba, já que a atenção está focada na resolução do desafio (KISHIMOTO, 2011).

Os jogos também possibilitam o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas, a integração de temas de forma contextualizada ou interdisciplinar, a revisão e síntese de aspectos mais importantes de um conteúdo (CUNHA, 2012; WARTHA, KIOURANIS e VIEIRA, 2018). Ao jogar, a interação entre os participantes, por ações colaborativas ou competitivas, suportadas por regras, favorece o desenvolvimento social e moral dos estudantes (ZORZAL *et al.*, 2008).

Originalmente os jogos não impõem consequências ao mundo real. Portanto, o erro não implicaria em punições, permitindo com que ele possa ser uma nova oportunidade de aprendizado (CUNHA, 2012). Talvez esta seja uma de suas maiores vantagens no ensino. Para que isso ocorra, no entanto, o professor deve assumir a função de mediador, deixando que os alunos se guiem por suas

próprias intuições e intervindo apenas quando necessário (WARTHA, KIOURANIS e VIEIRA, 2018). Por fim, o jogo é um potente instrumento diagnóstico, tanto para o aluno, quanto para o professor, do entendimento acerca de conteúdos já desenvolvidos.

É, no entanto, ingênuo pensar que o jogo não apresenta limitações e cuidados que devem ser tomados em sua utilização. O docente deve ter claro que o jogo tem uma finalidade pedagógica, portanto ele não deve ser utilizado de forma recreativa, desconectada dos conteúdos (CUNHA, 2012). Grandó (2000) aponta que implementar a ferramenta nessas condições pode fazer com que os alunos fiquem motivados a se divertir, e não a aprender. Complementando tal discussão, Messeder Neto e Morillo (2018) ressaltam que a aplicação de um jogo e sua atmosfera engajante não são indícios da aprendizagem efetiva dos estudantes. Se mal interpretados, estes indicativos podem levar à falsa concepção de que “todos os conceitos devem ser transformados em jogos”, o que pode tornar o docente “refém” do lúdico (GRANDO, 2000; MESSEDER NETO; MORILLO, 2018).

Em geral, a implementação de um jogo demanda mais de uma cópia do material em sala de aula, já que eles apresentam uma capacidade máxima de participantes. Sobrecarregar esse limite pode fazer com que nem todos os jogadores tenham oportunidade de ter função ativa no jogo, o que afeta diretamente a experiência de aprendizagem. Ademais, o tempo demandado por este tipo de atividade costuma ser maior do que o da aula, implicando em certo “sacrifício” de posteriores conteúdos caso o professor não tenha um bom planejamento (GRANDO, 2000).

Não se deve obrigar os estudantes a jogar. Ao contrário, participar do jogo deve ser uma atividade livre e voluntária (HUIZINGA, 2019). Se o professor coagir os estudantes a jogar, será ferida uma das características fundamentais do jogo². Não é recomendável, ao mesmo tempo, estabelecer pontos como premiação por jogar ou por vencer. Lembra-se que a liberdade de errar ocorre apenas quando ela não gera consequências ao “mundo real”.

² Ao aplicar um jogo em sala de aula, ele pode se tornar uma atividade obrigatória aos alunos, já que está dotada de um fim pedagógico. Esta situação naturalmente entra em contradição com a livre iniciativa do jogador ao jogar. Alguns autores caracterizam isso como o “paradoxo do jogo na educação”. Portanto, os jogos destinados a ensinar não seriam, de fato, jogos. Soares (2008b) afirma que é possível eliminar esse paradoxo ao preservar a liberdade de jogar e a diversão.

Por fim, a produção de jogos didáticos é vasta nas áreas de ensino de ciências. Porém, muitas vezes estes recursos, sobretudo os analógicos, não são disponibilizados ou os profissionais não demonstram interesse em conhecer mais sobre a produção (GRANDO, 2000; CUNHA, 2012). Estas situações impedem a difusão dos jogos didáticos já publicados e influenciam na produção exagerada de atividades repetidas. Por todos as considerações supracitadas, concorda-se com Messeder Neto e Morillo (2016) ao afirmar que usar o jogo como estratégia de ensino não é algo trivial. O responsável pela aplicação deve conhecer fundamentações teóricas e ter treinamento técnico para uma aplicação exitosa.

1.3. Jogos e atividades lúdicas no ensino de Bioquímica

Vários levantamentos bibliográficos nacionais e internacionais da área de Educação em Bioquímica notificam o uso de jogos e atividades lúdicas como estratégia de ensino (NASCIMENTO, OLIVERIA e BIANCONI, 2019; PEREIRA, GONÇALVES e HORNINK, 2020; LANG e BODNER, 2020). De fato, práticas que utilizam estes recursos são relatadas desde a década de 1940. Um dos trabalhos mais antigos é o de Chen e Smith (1944), que criaram um jogo sobre as hexoses inspirado no Jogo da Moeda Chinesa.

Com o passar dos anos, o uso dos jogos começou a se difundir por várias áreas, inclusive pela Bioquímica, mesmo que de forma mais tardia quando comparada a áreas como estatística e matemática (PASLOW, 2007). Atualmente, a produção de jogos didáticos é diversa, tanto nos temas abordados, quanto nos tipos de jogos e nas formas como são aplicados. A seguir, será apresentado um breve levantamento das atividades lúdicas de Bioquímica, considerando as publicações em periódicos internacionais. Visando melhor análise do trajeto histórico destes recursos até a atualidade, optou-se por agrupar as produções em três categorias: atividades lúdicas, jogos analógicos e jogos digitais.

Atividades lúdicas

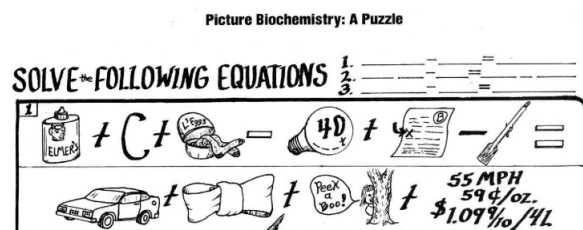
Muitas atividades lúdicas, inspiradas em passatempos de revistas, foram elaboradas por Terry L. Helser. Seu trabalho mais antigo, publicado na *Journal of Chemical Education* em 1986, é uma atividade chamada *An Elementary Quiz for "Periodic" Biochemists*, na qual o leitor deveria associar uma frase a uma lista de elementos químicos relevantes na Bioquímica (HELSER, 1986). Por exemplo, a dica "O Cavalo do Cavaleiro Solitário (Não é precioso para outras formas de vida)" corresponde ao elemento Prata – *Silver*, em inglês. O mesmo autor desenvolveu outras atividades, que incluem: *Rebus* (Figura 3-A), um enigma figurado em que é necessário interpretar imagens para descobrir palavras (HELSER, 1990; 1992) e dinâmicas de dramatização para compreensão da cinética enzimática (HELSER, 1992).

Sua maior contribuição, no entanto, são os inúmeros caça-palavras, com temáticas que variam desde grupos funcionais da química orgânicas a metabolismo e expressão gênica (HELSER, 2001; 2003; 2010), como exemplificado pela Figura 3-D. A justificativa de criação e uso desta estratégia apoia-se na apresentação, de forma lúdica, do vocabulário essencial de temas da Bioquímica (HELSER, 2003).

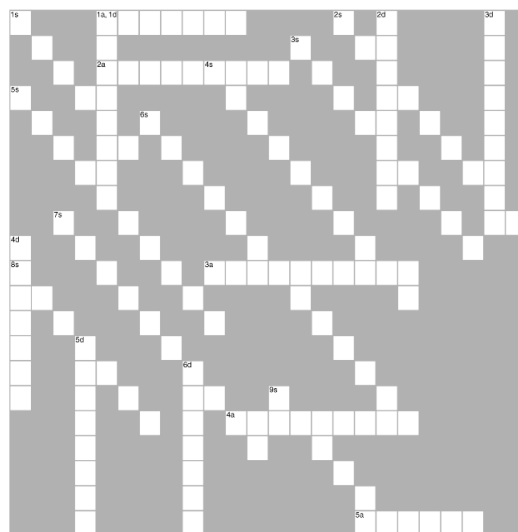
Outras atividades lúdicas também relatadas para o ensino superior incluem o Sudoku de aminoácidos (PEREZ e LAMOREUX, 2007) e as palavras-cruzadas (SIMS, 2011; COTICONE, 2013) (Figuras 3-B e 3-C respectivamente). O potencial educacional destas atividades consiste principalmente em sua capacidade motivadora, uma vez que são apresentados pequenos desafios que tornam os conteúdos mais agradáveis aos estudantes (HELSER, 2003). Diferente dos jogos, eles podem ser realizados de forma individual ou em grupos sem que haja prejuízo ao usuário. No entanto, carecem de capacidade de repetição, já que a atividade se encerra quando ela é corrigida pelo professor.

Figura 3 - Atividades Lúdicas de Bioquímica.

A



B



C

G	C	K	Ser	Met	Tyr	Valine	Phenylalanine	Alanine
F								Cysteine
A	M		Cys		Val		Lysine	Glycine
	Phe		Alanine			G	M	K
Met	Lys					C	S	Y
	Tyr			Cysteine		F	A	V
Valine	Serine		K		M		Gly	Phe
Tyrosine								Met
			F		A	Tyr	Cys	

D

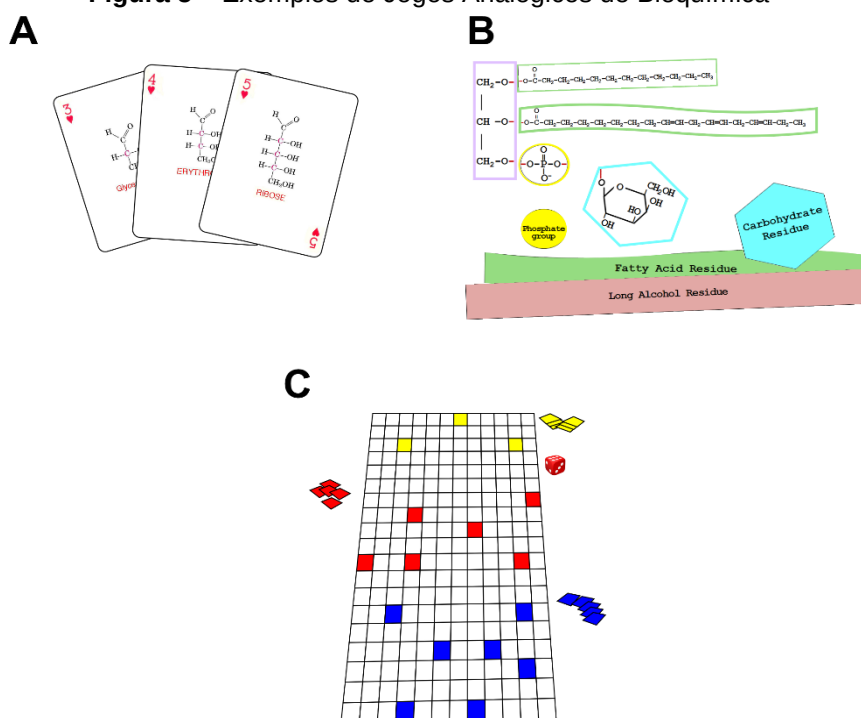
FERMENTATION
GSNOITARIPSER
LACTATESANIKN
YNLACETONEIIE
CERASSUGARN TG
EGLUCOSETTOEO
ROXCATABOLICC
ARGLYCOLYSISY
LDTRAUESATCAL
DYSUCROSEICTG
EH2TAFENBMEPY
HEONADHORGIMD
YDCSUCRASEDAN
DE DYHEDLATECA
EYETA VURYPEPC

Rebus de Bioquímica (Helser, 1990). (B) Palavras Cruzadas de Aminoácidos (Sims, 2010);
(C) Sudoku de Aminoácidos (Perez e Lamoreaux, 2007; (D) Parte do Caça-Palavras da Glicólise (Helser, 2001).
Fonte: Elaborado pelo autor

LAS HERAS *et al.*, 2021), de combinações correspondentes entre pares (CHEN e SMITH, 1944; COSTA, 2007; BÜDY, 2012); da dedução a partir da formulação ou emissão de informações (WILLMOTT, 2001; OOI e SANGER, 2009; FISHOVITZ; CRAWFORD e KLOEPPER, 2020) ou de analogias de um fenômeno bioquímico (CONWAY e LEONARD, 2014; 2015). Normalmente, estes jogos costumam ser adaptados de outros já existentes, como os jogos de trilha, baralho, perfil, *puzzles*, *Jeopardy*, Quiz, bingo, forca etc.

Por outro lado, os jogos relacionados a práticas laboratoriais são, em sua maioria, simulações de técnicas ou de atividades em que os participantes devem realizar ou elaborar um desenho experimental para vencer. Os jogos aqui também são variados. Smith (2004) elaborou um jogo que simula a passagem de moléculas em uma coluna de gel filtração, proposta que foi expandida por Hunt e Deo (2009), a partir da criação dos tabuleiros para cromatografia de troca iônica e de afinidade. McClure e Carig (2009) elaboraram o *Prote-Ace*, uma proposta lúdica semelhante à de Lemley (1989). Por fim Vergene, Simons e Bowen (2019) desenvolveram um *Escape Room* no laboratório de Bioquímica, no qual os jogadores deveriam executar pequenos ensaios para conseguir sair da sala. Alguns jogos citados anteriormente são mostrados na Figura 5.

Figura 5 – Exemplos de Jogos Analógicos de Bioquímica



(A) *Carbohydradeck* (Costa, 2007); (B) *Lipid Puzzle* (Büdy, 2012)
(C) *CheckBoard Chromatography* (Smith, 2004).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Jogos digitais

A popularização de computadores e das mídias digitais impactou a produção dos jogos no início do novo milênio. Em 2001, Sture Forsén, apresentou *Biochemistry: the game*, um jogo de computador em que era possível fazer simulações de experimentos de química de proteínas (RAWLS, 2001). Cooper e colaboradores (2010) desenvolveram um jogo inovador chamado *Fold it* (Figura 6-A). Diferente das propostas recorrentes de jogos educativos, ele foi elaborado como um instrumento de ciência cidadã, visando sua acessibilidade a pessoas leigas. Elucidar a estrutura tridimensional de proteínas requer múltiplos esforços já que uma série de variáveis podem interferir em seu enovelamento. Portanto, a ideia dos autores era explorar a criatividade e capacidade de resolução de problema dos participantes como forma a contribuir para o entendimento da estrutura tridimensional de proteínas de interesse científico (COOPER *et al.*, 2010).

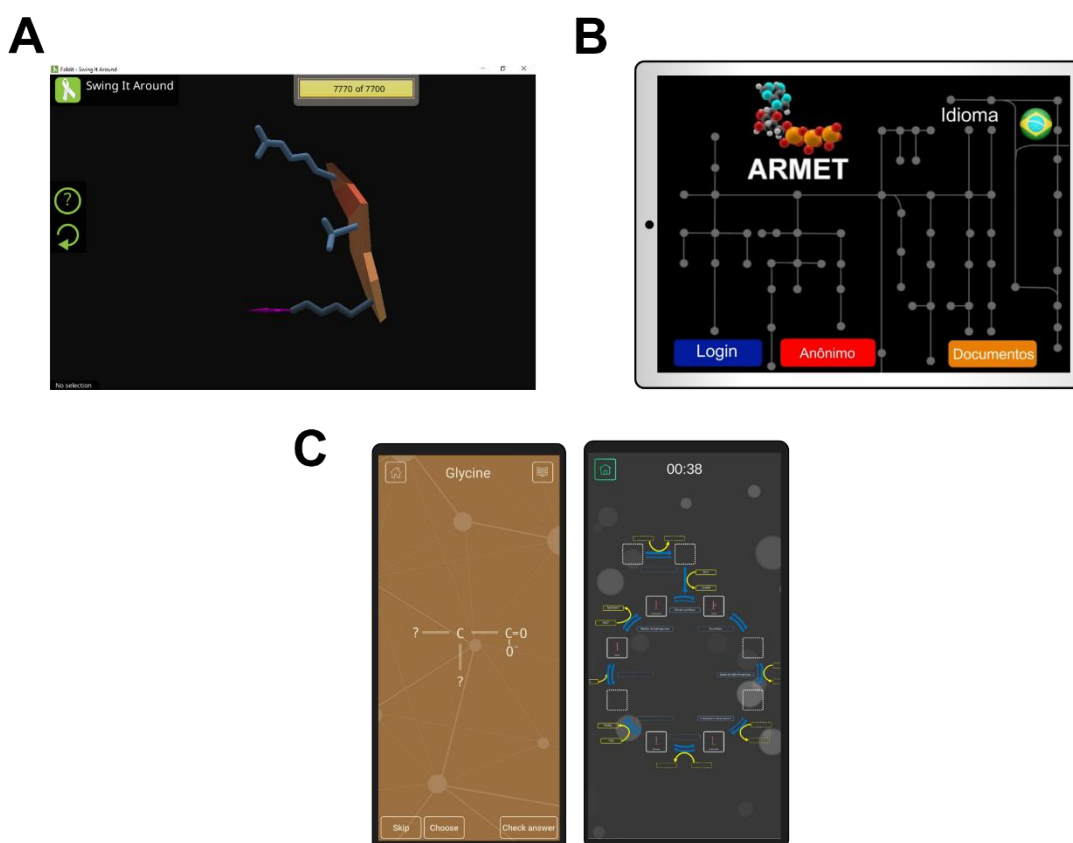
Tendo em conta seu objetivo principal, *Fold it* não possuía um “módulo educativo”, destinado exclusivamente ao ensino de aspectos estruturais das proteínas. Vários pesquisadores e professores, no entanto, reconheceram seu potencial educacional e publicaram sugestões de como utilizá-lo em sala de aula (FRANCO, 2012; FARLEY, 2013). Finalmente, em 2020, os criadores do jogo disponibilizaram um módulo educativo no intuito de estimular o uso do software como recurso didático durante a pandemia da COVID-19 (MILLER *et al.*, 2020).

Também foram desenvolvidos jogos na forma de aplicativos para dispositivos móveis, dentre os quais merece destaque o brasileiro ARMET (*Augmented Reality Metabolic Pathways*) (GARZÓN, MAGRINI e GALEMBECK, 2017). O aplicativo dispõe de um modo de estudo e um modo de jogo. Nos dois casos, os usuários interagem com representações de intermediários de vias metabólicas, ao mesmo tempo que respondem perguntas ou utilizam pistas para completar as rotas da glicólise e do ciclo de Krebs (Figura 6-B). Fora das publicações acadêmicas, é possível encontrar alguns jogos na *Play Store*, como *AminoCraft* e *MetaboCraft*, desenvolvidos por professoras da *Université Grenoble Alpes*, França (Figura 6-C).

Os jogos virtuais podem ser facilmente inseridos em situações de ensino uma vez que não demandam tantos componentes (cartas, fichas, etc.), apenas

um computador ou aparelhos móveis para seu funcionamento. Ademais, a presença de um professor para correções é menos exigida, já que o sistema as faz naturalmente. A possibilidade de jogar contra o computador também permite com que o aplicativo funcione como avaliação diagnóstica de seu usuário. Em termos de pesquisa, as ações dos jogadores podem ser monitoradas facilmente e registradas em uma base dados, que os agrupe e organize, tal como feito nas pesquisas do ARMET (GARZÓN *et al.*, 2014).

Figura 6 – Exemplos de Jogos virtuais de Bioquímica.



(A) Jogo de computador *Fold it* (COOPER, 2010); (B) Página Inicial do jogo ARMET (GARZÓN, MAGRINI e GALEMBECK, 2017); (C) Jogos *Aminocraft* e *Metabocraft* respectivamente.

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao longo de quase 50 anos de registros de produções de atividades lúdicas e jogos didáticos, é possível fazer algumas constatações. À medida que a área de Educação em Bioquímica começou a se consolidar, verificou-se que os relatos apresentavam algum suporte em referências teóricas de áreas pedagógicas ou psicológicas. Propostas como as taxonomias de objetivos

educacionais de Bloom ou de Zoller, bem como teorias construtivistas, passaram a ser referenciadas pelos autores (FISHOVITZ; CRAWFORD e KLOEPPER, 2020; MARTIN-LARA e CALERO, 2020).

Mesmo com o advento dos jogos digitais, não houve exclusão ou substituição dos analógicos. Como mostrado anteriormente, cada tipo de jogo apresenta suas vantagens e desvantagens. Por exemplo, o jogo digital pode ser jogado por um único jogador, enquanto o jogo analógico não. Todavia, no segundo tipo há favorecimento da socialização e discussão, enquanto o digital funciona de forma eficaz como instrumento de autoavaliação.

É interessante destacar que, para além do ensino de conteúdos em disciplinas, há jogos de Bioquímica focados na divulgação de linhas de pesquisa (BIBIC *et al.*, 2019) e no exercício da prática docente (BRYDGES, DEMBINSKI, 2019). Conclui-se que a produção de jogos em Bioquímica é diversa e está concentrada em despertar a motivação dos alunos em aprender mais, ao mesmo tempo que busca oportunizar discussões de conceitos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, motoras e afetivas.

1.4. Uma breve caracterização da produção nacional de jogos de Bioquímica

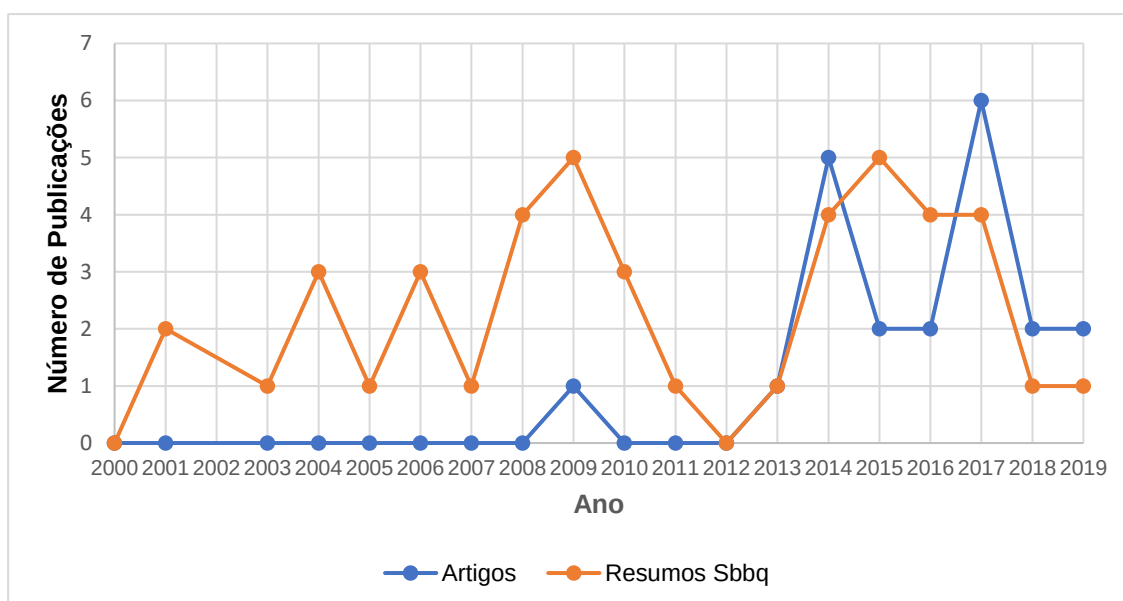
Para caracterizar brevemente a produção nacional de jogos em Bioquímica, fez-se um levantamento utilizando os artigos da Revista de Ensino de Bioquímica (REB), periódico específico da área, e os resumos da seção de Ensino da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular (SBBq), ambos disponíveis na página da REB. A seleção dos documentos foi feita a partir das palavras-chave “jogo”, “jogo didático”, “jogo educativo”, “*game*”, “lúdico”.

Ao total, foram selecionados 44 resumos e 20 artigos, compreendidos entre 2000 e 2019. O primeiro resumo data de 2001, enquanto o último de 2019, ano em que ocorreu o último encontro da SBBq antes da pandemia da COVID-19. Ao analisar as frequências destas publicações, verificou-se que não há um padrão de distribuição entre elas (Figura 7). Em alguns casos, um grupo de pesquisadores executou um projeto que resultou em vários jogos. Estes materiais originaram mais de um resumo, o que elevou a produção naquele ano, como ocorreu em 2009 (SANTOS *et al.*, 2009; GONÇALVES *et al.*, 2009; ALPIM

et al., 2009). Em 2017, por outro lado, foi publicado um número especial da REB em razão do resultado da 1ª edição do Prêmio Nacional de Ensino de Bioquímica. Nesta edição, constavam vários relatos de jogos que concorreram ao prêmio.

Desde 2001 há relatos do uso de jogos como estratégia de ensino de Bioquímica. As primeiras publicações descrevem um jogo de tabuleiro sobre a ação dos hormônios insulina e leptina (ARAÚJO, GALEMBECK e SILVA, 2001); e três jogos chamados *Proteos*, *Metabolos* e *LudoMapa* (SCHNEEDORF, 2001). Ambos os autores estão relacionados à área de Educação em Bioquímica até hoje. O professor Dr. Eduardo Galembeck é um pesquisador ativo nesta área, coordenando o Laboratório de Tecnologia Educacional (UNICAMP-SP), enquanto o professor Dr. José Maurício Schneedorf (Unifal – MG) foi um dos vencedores do 2º Prêmio Nacional de Ensino de Bioquímica em 2019.

Figura 7 – Frequência de Artigos e Resumos sobre jogos publicados na Revista de Ensino de Bioquímica e na Seção de Ensino dos encontros da SBBq entre 2000 e 2019.

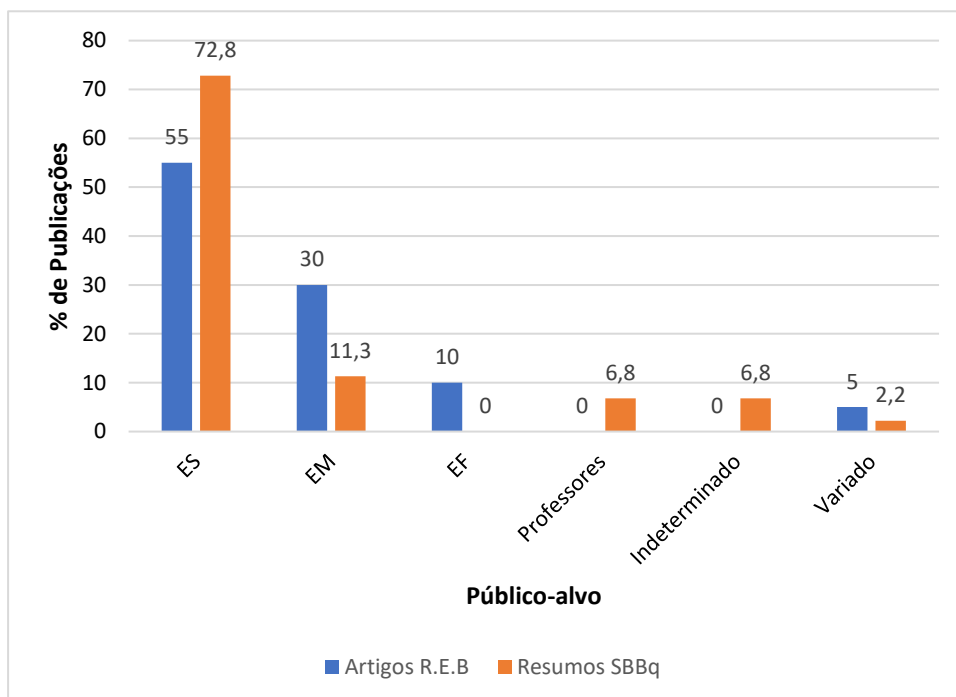


Fonte: Elaborado pelo autor com dados coletados.

A partir dos relatos ou das aplicações feitas pelos autores das produções, confirmou-se que maioria dos jogos elaborados na área de Bioquímica são destinados ao ensino superior (Figura 8). No entanto, os registros indicam produções destinadas ao ensino médio, fundamental e, inclusive, aplicações em oficinas de formação de professores. Houve também situações em que o jogo

foi aplicado em diversos níveis de ensino, o que originou a categoria “variados”. Por fim, a categoria “indeterminado” se refere aos casos em que não foi possível determinar o público-alvo das produções.

Figura 8 - Público-alvo das produções de jogos de Bioquímica



Legenda: ES: Ensino Superior; EM: Ensino Médio; EF: Ensino Fundamental.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação aos temas científicos abordados, verificou-se que eles estão mais relacionados ao *conteúdo* do que a *práticas laboratoriais*, sendo *Biotechnological War* (TOYAMA *et al.*, 2017) o único trabalho da segunda categoria nos resumos e artigos. Ressalta-se que, no Brasil, pode não haver jogos nesta temática, mas há uma série de simuladores virtuais e procedimentos experimentais que ocupam função educativa semelhante à que o jogo ocuparia.

Explorando um pouco mais os tais *conteúdos* abordados pelos jogos, verificou-se que temas relacionados ao metabolismo são frequentes em 47% dos resumos (Tabela 2). Este dado está de acordo com a constatação feita por Gonçalves, Pereira e Hornink (2020), na qual o uso de jogos didáticos foi apontado como estratégia mais utilizada para ensinar metabolismo. Nos Artigos da REB, os temas de metabolismo e biologia molecular têm a maior frequência, ambos com 35%. Alguns jogos abordam todos os temas de uma disciplina de Bioquímica e não apenas um específico, este grupo constitui o “Bioquímica

Geral”. Por outro lado, há jogos que são utilizados em contextos específicos, incomuns em currículos de Bioquímica ou Biologia, por exemplo, encerrando uma sequência didática sobre drogas ou álcool. Estes trabalhos estão contemplados na categoria “outros temas de Bioquímica”. Por fim, a categoria “indeterminado” contempla trabalhos em que não foi possível definir o tema abordado.

Tabela 2- Temas abordados nos Jogos de Bioquímica

Tema	Artigos REB (%)	Resumos SBBq (%)
Metabolismo	35	47,7
Biologia Molecular	35	15,9
Estrutura de Biomoléculas	15	6,8
Bioquímica Geral	5	9
Indeterminado	-	9
Outros temas de Bioquímica	-	4,5
Fisiologia	5	2,3
Biologia Celular	-	2,3
Imunologia	5	-

Fonte: Elaborado pelo autor com os dados coletados.

Tal como descrito na seção anterior, há jogos de tabuleiros analógicos e virtuais. Algumas propostas brasileiras interessantes, das duas categorias são listadas a seguir:

- **Sintetizando Proteínas** (CARVALHO *et al.*, 2014): Destinado para o Ensino Médio, neste jogo são apresentadas situações cotidianas que iniciam a síntese de proteínas. Cabe aos jogadores, cumprir todas as etapas do processo, desde a replicação do DNA até a síntese das proteínas. Este jogo também possui uma versão digital para computador.
- **Bioquim 4X** (FARKUH e PEREIRA-LEITE, 2014): jogo inspirado no *Imagem e Ação* utilizado ao fim do semestre para revisão dos conteúdos de Bioquímica. Este jogo explora, de forma engenhosa, habilidades de compreensão de informações a partir de equações, estruturas, mímicas etc.

- **Baralho de Cartas para estudos de Glicólise e Gliconeogênese** (OLIVEIRA *et al.*, 2015): Uma atividade lúdica colaborativa na qual as cartas compõem as vias de glicólise e gliconeogênese.
- **Metabolic Ride** (GAETA *et al.*, 2017): Inspirado no jogo de tabuleiro moderno “Ticket do Ride”, os jogadores devem ser estratégicos ao conquistar vias metabólicas, uma vez que os intermediários comuns podem atrapalhar a conquista.
- **Quem é o carboidrato?** (MESTANZA e RODRIGUES, 2017): Jogo inspirado no “Cara a Cara”, no qual os jogadores devem analisar estruturas químicas de carboidratos e elaborar perguntas para descobrir a molécula do adversário. Este jogo recebeu o 1º lugar na categoria “Materiais didáticos” na primeira edição do Prêmio Nacional de Ensino de Bioquímica em 2017.
- **Biotechnological War** (TOYAMA *et al.*, 2017): Neste jogo, inspirado no WAR, os participantes devem elaborar um projeto relacionado a biotecnologia o mais eficaz possível e gastando a menor quantidade de recursos.
- **As Aventuras de Kreber** (BAETA e HORNINK, 2019): Um jogo de computador no qual o personagem Kreber passa por desafios que revisam aspectos do metabolismo, principalmente do ciclo de Krebs e da Cadeia de Transporte de Elétrons. Se Kreber não atingir uma determinada pontuação, ele “toma bomba em Bioquímica”.

Verifica-se que há propostas lúdicas para a educação básica (Figura 6). Nestes níveis de ensino, temas de Bioquímica e Biologia Molecular estão difusos nas disciplinas de Biologia ou de Ciências. Trabalhos orientados para o Ensino Médio discutem, principalmente, a síntese proteica e o código genético (MORONI *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2014; VILHENA *et al.*, 2016; LOVATO *et al.*, 2018). Como apontado por estes autores, a síntese

proteica é um dos temas mais difíceis abordados no Ensino Médio. Já os trabalhos do ensino fundamental relatam a aplicação de um *Role-playing Game* (RPG) sobre o sistema imunológico (LAUREANO *et al.*, 2017) e uma atividade lúdica sobre os seres que realizam fotossíntese e respiração celular (GOMES e MESSEDER, 2014).

Ao pesquisar em plataformas de dados é possível encontrar outros trabalhos e, inclusive, laboratórios didáticos de Bioquímica que apresentam propostas inéditas de jogos virtuais ou analógicos destinados ao ensino (MIRANDA, 2019; ALVES, MACHADO e FELIPE, 2020). Portanto, este levantamento configura uma caracterização inicial do uso dos jogos para ensinar Bioquímica. Uma série de perguntas como “quais instrumentos os pesquisadores utilizam para validar seus jogos?”, “quais os contextos de inserção dos jogos?”, “os jogos são inspirados em outros já existentes?” “há algum grupo de pesquisa que publicou mais jogos de bioquímica no Brasil?” emergem a partir dos dados apresentados. Para respondê-las, no entanto, são necessárias investigações mais profundas e detalhadas.

1.5. Objetivo

Tendo em vista as vantagens oferecidas pela implementação dos jogos didáticos e o interesse em produzir materiais lúdicos disponíveis para a Educação em Bioquímica, este trabalho teve como objetivo desenvolver jogos didáticos de conteúdos específicos ofertados nas disciplinas de ensino superior. Os objetivos específicos de cada um dos jogos desenvolvidos serão apresentados nos capítulos a seguir.

2 Procedimento Metodológico

2.1 Elaboração de Jogos Didáticos

Os jogos didáticos foram elaborados a partir de uma estratégia desenvolvida pelo autor desta dissertação. Utilizou-se, quando necessário, referências de áreas pedagógicas e do *design* de jogos. Buscou-se, principalmente, integrar os conteúdos científicos ao lúdico, na tentativa de manter a harmonia entre as funções educativas e lúdicas que devem compor um jogo didático.

Para tanto, a estratégia desenvolvida para elaboração dos jogos foi organizada em três etapas: Definição de Características Educativas; Elaboração do *Design* Conceitual e Produção do Jogo; e Pré-avaliação. Maiores detalhes sobre o procedimento serão apresentados a seguir.

2.1.1 Etapa I: Definição de Características Educativas

Nesta primeira etapa, considerou-se o jogo como um objeto de aprendizagem, portanto, delimitou-se o tema científico a ser abordado, o público-alvo e os objetivos educacionais. Dentro dos vários tópicos abordados em uma disciplina de Bioquímica, a escolha do tema e do público-alvo permitiu delimitar os tópicos abordados pelos jogos e seu grau de transposição didática respectivamente. Por fim, foram propostos os objetivos educacionais utilizando-se, como referência, a Taxonomia de Objetivos Educacionais de Bloom (1977).

2.1.2 Etapa II: Elaboração do *Design* Conceitual e produção do jogo

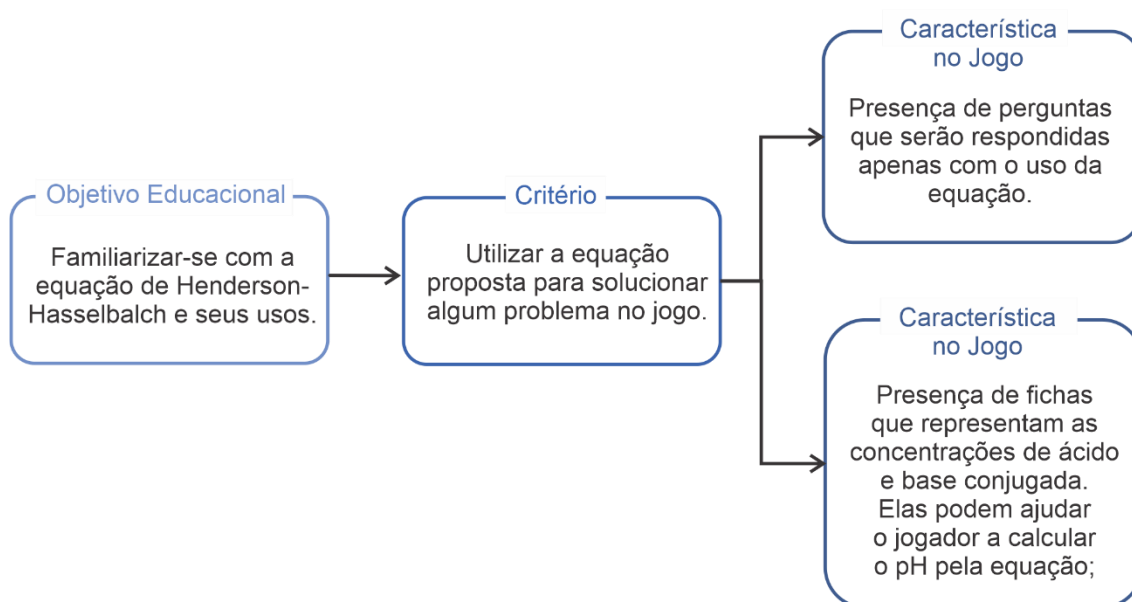
Uma vez definidos os parâmetros da etapa anterior, iniciou-se o desenvolvimento do *design* conceitual do jogo, isto é, a elaboração dos componentes e da dinâmica do jogo. Nesta etapa, também foram feitos o *design* gráfico e a produção do objeto de ensino.

Visando facilitar o desenvolvimento do material, considerou-se, nesta etapa, que os jogos são *sistemas*, isto é, conjuntos de partes que constituem um todo complexo e interagem (SALEN E ZIMMERMAN, 2012). A natureza dos

sistemas é variada, sendo caracterizados principalmente pela inter-relação dos seus componentes. Os sistemas, segundo estes autores são constituídos por quatro elementos: objetos, atributos, relações internas e ambiente. Os *objetos* são os elementos ou variáveis de um sistema, podendo ser de natureza física ou abstrata. As propriedades ou qualidades desses elementos constituem os *atributos* do sistema. As *relações internas*, por sua vez, tratam da forma como os objetos podem interagir e os significados que podem ter. O *ambiente*, por fim, é o contexto em que o jogo ocorre, podendo ou não interferir na relação que os objetos têm entre si.

A criação dos elementos do sistema foi norteadada pelo estabelecimento de critérios - parâmetros para decisões de criação – correspondentes aos objetivos educacionais propostos na fase anterior. Estes parâmetros foram solucionados na forma de algum componente, característica ou ação no sistema dos jogos. A Figura 9 exemplifica a correspondência entre objetivo educacional, critério e sugestões de resolução na forma de característica ou ação do jogo didático.

Figura 9- Relação entre objetivo educacional, critério e característica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como forma de complementar a criação do *design* conceitual do jogo, utilizou-se a referência de mecânicas de jogos proposta por Schell (2015), sumarizadas na forma de perguntas norteadoras, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1- Perguntas norteadoras elaboradas a partir das mecânicas de jogo propostas por Schell (2015).

Mecânica	Perguntas norteadoras
Espaço	Onde o jogo ocorre? É possível fazer ações em todos os campos? Todas as regiões possuem significados no jogo?
Tempo	Como o tempo é dividido no jogo? De que forma ele influencia as ações dos jogadores?
Objetos, atributos, estados	Quais são os objetos do jogo? Que ações eles executam? Estas ações podem ser modificadas ao longo do jogo? Como eles se distinguem uns dos outros?
Ações	Quais ações os componentes podem fazer? As ações são controladas pelos jogadores? As ações são podem ser combinadas para atingir um resultado?
Regras	Quais são os limites do sistema (jogo)? Qual o objetivo do jogo? Quais as condições de vitória do jogo? Como os jogadores devem proceder em suas ações?
Habilidades	Quais habilidades são exigidas do jogador? As ações demandam habilidades motoras, cognitivas ou sociais?
Sorte ³	É possível adicionar aleatoriedade ao jogo? É possível tornar o jogo imprevisível?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez concluída a elaboração de *design* conceitual do jogo didático, iniciou-se a elaboração de um protótipo do material. As artes de todos os componentes foram feitas pelo autor desta dissertação, utilizando o programa de design gráfico *Corel Draw Graphics Suits*. Para as representações de estruturas de proteínas (Capítulo 3), utilizou-se o software de gráfica molecular *Chimera 1.13*. A produção do material foi feita por gráficas especializadas e uma empresa de criação de materiais de jogos de tabuleiro.

2.1.3 Etapa III: Pré-avaliação do jogo didático

A última etapa da estratégia compreendeu a pré-avaliação do material, etapa que antecede os testes preliminares. Esta avaliação ocorreu como forma de verificação do funcionamento do sistema de jogo projetado e de suas características educativas. O jogo foi jogado repetidas vezes pelo autor, junto com voluntários, seja na versão de protótipo, seja na versão final. A cada teste,

³ O termo originalmente utilizado pelo autor, em inglês, é *chance*.

observou-se se as características criadas satisfaziam os critérios e objetivos educacionais propostos. Em caso negativo, mudanças foram sugeridas e incorporadas ao jogo. Algumas perguntas que nortearam esta etapa são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Perguntas utilizada na Pré-avaliação dos Jogos Didáticos.

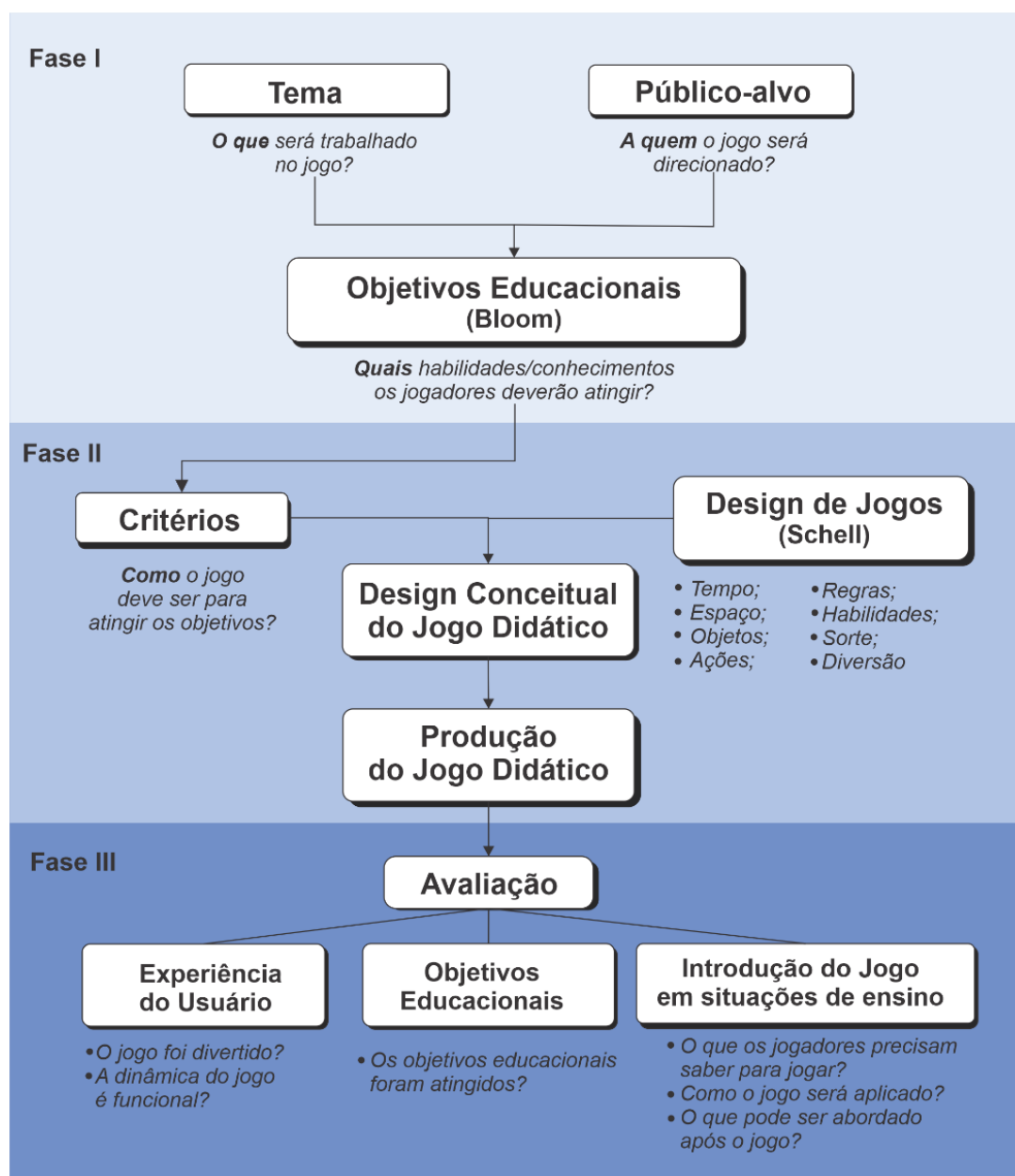
Etapa	Perguntas
I Características Educativas	O tema é adequado ao público-alvo?
	O grau de transposição didática é coerente com o público?
	Os objetivos educacionais estão bem delimitados?
	A dinâmica criada atendeu aos objetivos educacionais propostos?
II Design Conceitual e Produção	O jogo é divertido?
	É possível vencer o jogo?
	As regras são de fácil entendimento?
	Como é o ritmo do jogo?
	As ações dos jogadores têm consequências discerníveis no sistema de jogo?
	Quanto tempo dura o turno de cada jogador? Qual é a duração total da atividade?
	O tempo é compatível com o período de aplicação desejado?
	Como os jogadores reagiram ao jogar?
	Foi necessário um mediador? Qual sua função?
	Os jogadores apresentaram alguma dificuldade?
	Os componentes são de fácil manuseio?
	Os componentes são de fácil identificação?
	Durante o jogo, algum componente não foi utilizado?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta etapa, também foram feitas reflexões acerca das possibilidades de inserção do material didático em situações de ensino. O jogo poderia ser aplicado antes ou depois de uma aula expositiva? Quais conhecimentos seriam necessários para que os estudantes joguem o jogo em cada um dos casos? Poderia ser feita uma atividade após o jogo? Todas estas perguntas orientaram a construção dos objetos de ensino, uma vez que seria necessário fazer adequações ao jogo (na forma de componentes ou regras) dependendo do objetivo pretendido.

Por fim, os jogos foram finalizados quando suas características lúdicas e educativas foram consideradas satisfatórias pelo discente criador e pelo seu orientador. Um resumo das três etapas é apresentado na Figura 10. Uma vez terminada, a versão final dos jogos didáticos foi enviada à gráfica para produção.

Figura 10- Fluxograma de estratégia utilizada para desenvolvimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2 Avaliação preliminar dos Jogos Didáticos

Para aferir, inicialmente, o poder educacional dos objetos de ensino desenvolvidos, foram feitos estudos qualitativos. Segundo Jhonson e Dong (2018), a coleta de dados a partir da narrativa, mapas e outros documentos associados ao jogo pode trazer ricas descrições que ajudem a construir significados e interpretações dos jogos e de seus participantes em diferentes contextos. Com esse propósito, foram feitas gravações e transcrições de mídias (áudios ou vídeos) de algumas aplicações com estudantes voluntários de graduação e pós-graduação. As transcrições utilizadas estão disponíveis nos Apêndices desta dissertação.

Quando possível, foram aplicados questionários pós-jogo. Nestes formulários, os participantes declararam seu grau de concordância com diversas afirmações. Como referência para a construção dos itens, utilizou-se a proposta de avaliação jogos educacionais de Savi e colaboradores (2010) e a escala de Likert (1932), de cinco pontos. Detalhamentos acerca de cada metodologia serão apresentados nos capítulos dos jogos desenvolvidos.

3 Pura Proteína! - Uma Experiência no Laboratório de Bioquímica.

3.1 Introdução

3.1.1. Purificação de proteínas: da pesquisa ao ensino

Proteínas são macromoléculas que participam, virtualmente, de todos os processos biológicos. É reconhecido que elas exercem diversas funções, como por exemplo, transportar substâncias, estruturar células e tecidos, acelerar reações enzimáticas, participar da sinalização celular, etc.

Para conhecer a estrutura e a função de uma proteína, no entanto, é necessário, primeiro, purificá-la (LAUGHTRAN; WALLS, 2011). A história da purificação inicia-se no século XVIII, quando apenas se sabia diferenciar substâncias “albuminosas” de “fibrosas”. Nessa mesma época, a concepção de pureza de uma amostra era completamente diferente, já que não havia métodos suficientes para estimá-la. Foi durante as décadas de 1960 e 1970, com o desenvolvimento de técnicas cromatográficas e de outros ensaios bioquímicos, que as pesquisas de purificação de proteínas tiveram um avanço significativo (SCOPES, 1995; LAUGHTRAN; WALLS, 2011). Ademais, para elucidar a estrutura de uma proteína, técnicas de cristalografia de Raios X e ressonância magnética nuclear foram fundamentais.

A relação entre a estrutura de uma proteína e sua função é um paradigma fundamental na Bioquímica e Biologia Molecular. Isto pode ser reiterado, por exemplo, por doenças como a anemia falciforme, a encefalopatia espongiforme transmissível, síndrome de Ehlers-danlos (DOBSON, 2001; GALIZA NETO, PITOMBEIRA, 2003). Em todos estes casos, alterações genéticas repercutem sobre a sequência de aminoácidos de proteínas específicas, alterando o enovelamento da molécula e, portanto, sua função.

Dada a importância destas moléculas, o tema *Proteínas* compõe as propostas curriculares de disciplinas de Bioquímica ofertadas em cursos de graduação. Uma das peculiaridades do estudo destas moléculas é que, para seu entendimento, não é suficiente conhecer a estrutura química, mas sim sua estrutura tridimensional (PRICE; NAIRN, 2009). Já foram relatadas, no entanto,

várias pesquisas em que se verifica que os alunos têm dificuldade de entender a relação entre a estrutura e a função (CARVALHO, COUTO e BOSSOLAN, 2012.; SILVA *et al.*, 2017). Estes autores verificaram, em vários níveis de ensino, que os alunos tendem a associar proteínas a alimentos de origem animal, mas são incapazes de definir quimicamente o que são proteínas, diferenciá-las ou localizá-las nas células ou em órgãos dos seres vivos. Também, já foram diagnosticados problemas no entendimento dos diferentes níveis de organização estrutural (HARLES; TOWNS, 2013) e concepções alternativas relacionadas, por exemplo, à ideia do sítio de ligação (LINENBERG e BRETZ, 2014).

Em resposta à dificuldade e à relevância do estudo destas moléculas, foram propostas estratégias para enriquecer o ensino de *Proteínas*. O uso de modelos tridimensionais, por exemplo, pode contribuir para atenuar a dificuldade de abstração da conformação espacial de uma proteína (HERMAN *et al.*, 2006; MEYER, 2015). Recentemente, o uso da realidade aumentada para o estudo de proteínas tem se mostrado uma alternativa tecnológica promissora para estes estudos (BERRY e BOARD, 2014; LEE; TRUCKER-KELLOG, 2020).

O uso de simuladores virtuais também se mostrou interessante. White e colaboradores (2010) fizeram um simulador em que é possível montar um pequeno peptídeo e verificar as interações possíveis entre os aminoácidos. Sakabe, Marson e Torres (2006) elaboraram o software tutorial “*Estudo Interativo da Estrutura e Função de Proteínas*”, no qual os alunos navegam por representações tridimensionais de algumas proteínas à medida que estudam os conceitos.

Outra abordagem alternativa à aula expositiva, e talvez a mais frequente, seja a atividade prática de *purificação de proteínas*. Ainda que muitos procedimentos estejam ultrapassados atualmente, as diferentes técnicas de fracionamento exploram propriedades físico-químicas das proteínas, como por exemplo, a solubilidade, carga iônica, polaridade, especificidade de ligação (VOET e VOET, 2011).

Desta forma, inúmeros são os relatos de aulas práticas em laboratório que utilizam alguma técnica de purificação, seja em bioquímica ou na área de biologia molecular (FARREL; CHOO, 1989; COLEMAN, 2010; BRUNAUER, 2016; ASTROF e HOROWITZ, 2018). Outros recursos interessantes são os *softwares* que simulam a prática de purificação, como o trabalho de A. G. BOOTH (1986).

Neste programa, o usuário deve combinar diferentes procedimentos e ensaios a fim de purificar a proteína-alvo. Embora produzido há mais de 20 anos, este software continua sendo utilizado por docentes ao ensinar bioquímica (CLARCK e EDWARDS, 2017). Marson e Torres (2006), por outro lado, elaboraram um software em que a purificação de proteínas é utilizada para, além de permitir simulações, desenvolver habilidade de compreensão de figuras e análises. Verifica-se, portanto, que utilizar a purificação é uma forma de integrar conhecimentos estruturais e físico-químicos das proteínas.

Embora grande parte da produção de jogos didáticos em bioquímica mostre-se direcionada às temáticas do metabolismo, há poucos exemplos de jogos relacionados à Bioquímica estrutural. Excluindo os jogos de síntese proteica, *estrutura de proteínas* não é um tópico contemplado em muitos jogos didáticos de Bioquímica. *Memoprotein* (MESTANZA, 2017), um jogo da memória, é um dos poucos exemplos de que se tem conhecimento.

Por outro lado, como já demonstrado no primeiro capítulo desta dissertação, há registros de propostas lúdicas que se baseiam nos métodos de fracionamento de proteínas ou de análise de sequências de peptídeos para introduzir os estudantes ao planejamento de experimentos científicos, importante habilidade a ser desenvolvida na formação de um pesquisador. Em todas estas atividades, os alunos devem elaborar estratégias e fazer testes para solucionar um desafio (descobrir a estrutura de um peptídeo, conseguir fazer com que as moléculas passem completamente por uma resina). Portanto, estas atividades educativas apresentam um componente investigativo, semelhante ao que ocorre na prática científica real. À primeira vista, a ideia de usar a investigação no ensino parece intuitiva, porém há considerações teóricas pertinentes para seu sucesso em sala, o que será apresentado nos tópicos a seguir.

3.1.2. Ensino por investigação

O advento das pedagogias progressistas, na metade do século XIX, iniciou uma discussão acerca de como a ciência deveria ser ensinada nas escolas: seria mais importante ensinar *fatos da ciência* ou *ensinar a fazer ciência*? É sob essa visão, e em antagonismo a uma pedagogia tradicional, que John Dewey propõe o ensino por investigação (*Inquiry Learning*, em inglês).

Segundo o filósofo e pedagogo, uma experiência educativa poderia proporcionar um conjunto de vivências que resultaria na aquisição natural de conhecimento (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). Para esse autor, o processo de aprendizado poderia ser guiado pela resolução de problemas do cotidiano dos aprendizes.

Influenciada pelos momentos históricos que a sociedade vivia, a proposta inicial de Dewey sofreu várias modificações no decorrer dos anos (DeBOER, 2006). Passados mais de cem anos, a definição de Ensino por Investigação (EI) e seus múltiplos nomes (ensino investigativo, ensino por descoberta, ensino por questionamento, ensino do trabalho, *Inquiry-based Learning* etc.) ainda não são consensuais entre os pesquisadores da área. Ainda assim, estas práticas têm um objetivo claro: criar espaços que permitam a investigação, possibilitando a formação de conceitos a partir de atos manipulativos e intelectuais, apoiados em resultados empíricos ou teóricos, que irão expandir a cultura científica dos estudantes (SOLINO, FERRAZ e SASSERON, 2015; CARVALHO, 2018).

Uma investigação histórica, feita por Zômpero e Laburú (2011), evidenciou que, apesar das divergências nas etapas da investigação, há características comuns a todas as práticas investigativas: a introdução de um problema; a emissão de uma hipótese; a produção e execução de um plano de trabalho para obtenção de novas informações seguida da interpretação e comunicação desses dados. Conclui-se que o EI não é uma metodologia, mas sim uma abordagem educativa que norteia o ensino de ciências, isto é, uma forma de agir do professor em sala de aula (SOLINO, FERRAZ e SASSERON, 2015; CAMPOS e SENA, 2020). Uma definição abrangente sobre o Ensino por Investigação é apresentada pela pesquisadora Anna Maria Pessoa de Carvalho (2018):

Definimos como ensino por investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições, em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza das ideias expostas. (CARVALHO, 2018, p.766)

Em um primeiro momento, as práticas de ensino investigativo lembram o racional da pesquisa científica, o que pode sugerir ingenuamente que elas são realizadas apenas em laboratórios experimentais. Alguns dos primeiros trabalhos, efetivamente, propuseram reformulações destas aulas visto que elas

eram centradas na execução de guias e roteiros. A tarefa dos alunos era dividir as funções ou procedimentos que cada um faria para comprovar um fenômeno já comprovado, reproduzindo uma “receita de bolo” (CARVALHO, 2010). As práticas investigativas, no entanto, não se limitam ao laboratório, ora pela manipulação de recursos, ora por uma demonstração; elas vão além: podem ocorrer a partir de problemas teóricos, objetos educacionais, textos históricos ou pela manipulação de recursos tecnológicos em sala de aula.

Um conceito interessante proposto por Pella (1961) e aprimorado por Carvalho (2010; 2018) é o grau de liberdade intelectual. Estes autores, a partir das análises de aulas práticas, consideram que o exercício da argumentação entre os alunos é importante para a formação de conhecimento. É necessário, no entanto, criar condições para que este processo ocorra no ambiente escolar. Um dos limitantes deste processo seria o grau liberdade intelectual oferecido aos alunos pelo professor, objeto de ensino ou atividade. Assim, estes pesquisadores determinaram cinco graus de liberdade intelectual em atividades de investigações, conforme apresentado no Quadro 3, a seguir.

Quadro 3- Graus de Liberdade Intelectual.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipótese	P	P/A	P/A	A	A
Plano de Trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de Dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A

Fonte: Carvalho (2018) Legenda: A = Aluno; P = Professor

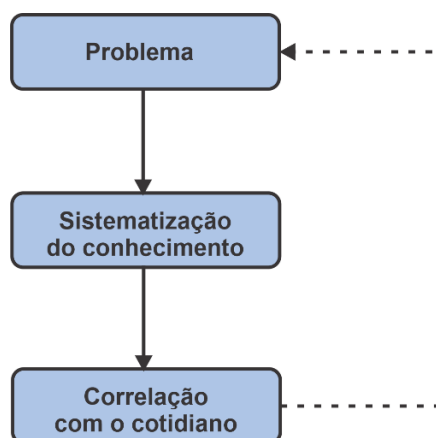
Os primeiros dois graus não configuram atividades investigativas, uma vez que o professor assume um papel diretivo. As conclusões são previamente conhecidas, assim, a função do aluno limita-se a obter dados. Ainda que o estudante apresente um pouco mais de autonomia no grau seguinte, a atividade ainda é majoritariamente ditada pelo docente. Atividades investigativas configuram-se a partir do terceiro grau, no qual o professor propõe um problema e os alunos têm autonomia para formular a hipótese, planejar e executar um plano de trabalhos para obter dados. A formulação da conclusão pode ser feita

pelo próprio aluno ou com a classe. Nesses níveis o professor tem função de mediador, diferente dos graus anteriores.

Carvalho (2013) e sua equipe de pesquisadores sugerem que as atividades de investigação sejam abordadas em pequenos ciclos, intitulados Sequências de Ensino Investigativos (SEI). Uma sequência deveria apresentar três partes: (1) a introdução do problema; (2) a sistematização do conhecimento; e a (3) contextualização do fenômeno com o cotidiano dos estudantes (Figura 11). Dependendo da complexidade do tema, o aprofundamento poderia ser feito pela execução de várias SEIs.

Uma sequência de ensino por investigação inicia-se a partir de um problema, seja ele teórico ou experimental. Um bom problema teórico é aquele que possibilita aos estudantes formular uma hipótese a partir da análise das variáveis apresentadas, bem como a possibilidade de introduzir a linguagem matemática, simbólica ou gráfica para expressar fenômenos da natureza. Por outro lado, um bom problema experimental possibilitará estabelecer relações causais e legais a partir de uma síntese entre ações manipulativas e ações intelectuais. Ademais das características pedagógicas, o problema também deve ser relacionado à cultura social dos alunos.

Figura 11- Etapas de uma Sequência de Ensino Investigativo segundo Carvalho (2013).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez introduzido o problema, os alunos iniciarão o processo de investigação, seja na formulação da hipótese, do plano de trabalho ou na análise de resultados. Várias propostas de resolução serão elaboradas, o que demanda

um momento de sistematização - etapa em que os estudantes exercem a argumentação e ampliam seu vocabulário científico. Neste momento, sugere-se que sejam feitas discussões entre o professor e a turma ou a leitura de um texto que formalize o tópico estudado. Por fim, a última etapa visa aplicar o que foi aprendido em situações cotidianas, coerentes com a cultura social ou tecnológica dos aprendizes (CARVALHO, 2013).

Esta breve síntese sobre as Sequências de Ensino por Investigação, fruto das inúmeras experiências do grupo de pesquisa da professora Anna Maria Pessoa de Carvalho retrata experiências aplicadas no ensino básico, público-alvo, histórico, das práticas de Ensino por Investigação. Faz-se, então, a seguinte pergunta: há relatos de atividades investigativas no ensino superior?

Uma pesquisa feita com os diferentes departamentos de universidades australianas evidenciou o uso de práticas investigativas, em diferentes formas, no ensino de graduação e pós-graduação (ADITOMO *et al.*, 2011) nas ciências humanas, exatas, da saúde e biológicas. Segundo os dados desta pesquisa, a ênfase da prática investigativa é o aprendizado de conceitos científicos e o desenvolvimento de habilidades profissionais.

Atualmente, a literatura relata uma série de experiências de ensino por investigação em diferentes áreas de conhecimento. A seguir serão listadas, brevemente, algumas atividades investigativas relacionadas ao ensino das diferentes áreas das ciências biológicas a nível superior. Alguns pesquisadores elaboram pequenas sequências didáticas com abordagens investigativas, como Manzoni-de-Oliveira, Pscheidt e Coelho (2015) que possibilitaram a manipulação e análise de modelos tridimensionais de células e tecidos vegetais para a resolução de um problema de botânica. Na área da imunologia, Bomfim e colaboradores (2019) apresentaram uma atividade constituída por dois problemas sobre as funções das células do sistema imunológico e a relevância delas em patologias virais e bacterianas humanas. A última etapa da sequência, concluía-se com a aplicação de um jogo didático com caráter de revisão.

Além do planejamento e execução de módulos de atividades investigativas, há trabalhos em que os autores utilizam os pressupostos do EI para reformular o currículo de uma disciplina. Nicolaidou, Nicolau e Nicolau (2019), por exemplo, redesenharam uma disciplina experimental de Microbiologia, permitindo aos alunos o desenvolvimento de habilidades de

argumentação científica e técnicas de manipulação a partir do cultivo e identificação de bactérias, além de expor concepções alternativas acerca da biologia dos micro-organismos. Nessa mesma perspectiva, há relatos de reformulações em disciplinas teóricas, em que parte significativa das aulas expositivas, se não totalmente, são substituídas pela realização de problemas em grupo e posterior discussão (MINDERHOUT e LOERTSCHER, 2007; BROWN, 2010).

Relatos destas práticas na área de Bioquímica, seja na forma de uma atividade modular ou na reformulação de um currículo, também já foram relatadas. Murthy, Thompson e Hung (2014) propuseram aos alunos, em uma disciplina experimental de bioquímica e biologia molecular, a elaboração e execução de um pequeno projeto de pesquisa, de tema livre, utilizando as técnicas aprendidas ao longo do semestre. Diferentemente das aplicações no ensino básico, as práticas investigativas no ensino superior, especialmente as que são realizadas em laboratório, visam aproximar os alunos ao máximo da prática científica.

O levantamento bibliográfico dos resumos da sessão de ensino da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular feito por Pereira, Gonçalves e Hornink (2020) evidenciou que as estratégias educacionais com viés investigativo são as mais utilizadas na categoria de “ensino em bioquímica”. É frequente que muitos desses trabalhos se concentrem em experiências didáticas a nível superior, já que é o nível de ensino em que a Bioquímica é delimitada e estudada com mais profundidade (PEREIRA, GONÇALVES e HORNINK, 2020).

A partir de uma série de experimentos, Rossi-Rodrigues e Galembeck (2009, 2011a, 2011b) apresentam práticas em que os estudantes são estimulados a exercer o método científico ora para a resolução de problemas cotidianos, ora para planejar e testar hipóteses em experimentos de sistema-tampão ou de purificação de proteínas. Por outro lado, o uso de softwares de simulação de experimentos bioquímicos também apresenta a possibilidade de estimular a exploração e investigação (GALEMBECK *et al.*, 1998; MARSON e TORRES, 2006).

As práticas de ensino investigativas, por fim, apresentam um longo percurso histórico, no qual elas foram difundidas em vários níveis de ensino e áreas do conhecimento. Apesar do aprimoramento e especialização da

abordagem em estratégias ou estruturas curriculares, elas ainda não têm a mesma popularidade que as práticas docentes mais tradicionais (SILVA, 2011). Alguns autores destacam que os alunos não se sentem confortáveis com a abordagem, seja pela responsabilidade que é exigida deles, seja pela ânsia por uma “resposta certa”. Também é relatado que nem todos os estudantes conseguem fazer as “conexões” entre teoria e prática ou exercitar as etapas da investigação (ROSSI-RODRIGUES e GALEMBECK, 2011b; MURTHY, THOMPSON e HUNG, 2014). Quando o resultado das avaliações foi utilizado como critério para validação da abordagem, os resultados não foram consensuais. Alguns trabalhos demonstram aumentos sutis, enquanto em outros há mudanças visíveis no aproveitamento dos alunos (BROWN, 2010; MURTHY, THOMPSON e HUNG, 2014).

Estes indicadores não invalidam a eficácia da abordagem, mas refletem que um índice somativo pode não ser o melhor instrumento para aferir os efeitos desta abordagem. A aparente contradição também guia à seguinte questão: afinal, qual a vantagem de utilizar o ensino investigativo? É necessário, no entanto, ressaltar que as práticas investigativas, além de permitirem o aprendizado de conceitos específicos ou de desenvolverem habilidades, possuem caráter motivacional, contribuindo para um aprendizado capaz de ampliar a cultura científica dos estudantes.

3.1.3. Jogos e investigação no ensino de ciências

Seria possível relacionar os pressupostos teóricos do ensino por investigação com jogos educacionais? Anteriormente, observou-se que as práticas de EI são capazes de promover a motivação e o engajamento nas situações em que são aplicadas. Por quê? Oliveira e Soares (2010), a partir do conceito de jogo proposto por Huizinga (2019), sugerem que atividades experimentais investigativas e as atividades lúdicas compartilham algumas características. Por exemplo: a presença de regras claras, delimitações espaciais e temporais, liberdade e voluntariedade para agir e a “personificação” assumida pelos alunos. Os autores argumentam que a compatibilidade destes elementos indica que as práticas investigativas são dotadas de ludicidade, em

maior ou menor grau, e esta seria uma das justificativas para o efeito motivacional da prática de ensino.

Entende-se, a partir deste exemplo, que é possível integrar a ludicidade às práticas investigativas. Nessa perspectiva, o uso de jogos educacionais é descrito de duas formas: a) como componente de uma etapa em uma sequência didática; ou b) como o próprio objeto de investigação. No primeiro caso, o jogo é utilizado como forma de introdução ou revisão, sendo desprovido de algum viés investigativo em sua dinâmica na maioria das vezes (LIMA *et al.*, 2015; LIMA e CONCEIÇÃO, 2016; GOMES, 2018; CRUZ *et al.*, 2019). No segundo caso, a problematização, obtenção de dados e discussão são ancoradas ao sistema de jogo; assim, a investigação torna-se parte da dinâmica da atividade (SANTANA, OLIVEIRA e LIMA, 2016; REIS, MARQUES e DUARTE, 2020).

A primeira proposta representa o uso mais frequente dos jogos didáticos em situações educacionais. O trabalho aqui apresentado, no entanto, está claramente vinculado à segunda proposta. Os jogos “Célula adentro” (SPIEGEL *et al.*, 2008); “KRONOS” (BRAGA e MATOS, 2013), “Mundo dos Parasitos” (SANTANA, OLIVEIRA e LIMA, 2016) e “Biotecnologia em Jogo” (MELONI, SPIEGEL e GOMES, 2017) apresentam dinâmicas semelhantes: os jogadores navegam pelo tabuleiro a fim de obter dados (textos, gráficos, imagens) que os auxiliarão a solucionar o problema. O processo investigativo pode ocorrer a partir da liberdade para formulação de uma estratégia, interpretação das informações e a argumentação entre os colegas do jogo ou o professor (SPIEGEL *et al.*, 2008; REIS, MARQUES e DUARTE, 2020).

Assim, tendo em vista a importância do entendimento dos vários conceitos relativos à estrutura e propriedades físico-químicas de proteínas, e os preceitos do ensino por investigação, o trabalho aqui relatado teve como objetivo desenvolver um jogo didático sobre a estratégia de purificação de proteínas, que visa ao desenvolvimento de habilidades e competências de planejamento e teste de hipóteses científicas.

3.2. Objetivos

Pretendeu-se, neste trabalho, elaborar um jogo didático que visa:

- (3) Introduzir os princípios dos principais métodos de purificação de proteínas.
- (2) Aplicar o conhecimento sobre estrutura de proteínas na situação de purificação.
- (1) Exercitar o método científico a partir do planejamento e teste de hipóteses.

3.3. Materiais e Métodos

3.3.1. Desenvolvimento do Material Didático

Uma vez estabelecidos os objetivos educacionais, deu-se início ao *design* conceitual do jogo. Foram adotados critérios que permitiram o desenvolvimento de dinâmicas e de componentes. Esta atividade possibilitou a integração do conteúdo científico ao sistema de jogo. Dessa forma, foram criados componentes, mecânicas e regras coerentes com os critérios e os objetivos pretendidos, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Objetivos Educacionais, critérios e características presentes no jogo “Pura Proteína!”

Objetivo	Critério	Característica/Ação
1	Apresentar um problema a ser resolvido.	Todos os jogadores recebem uma Carta de Objetivo.
1	Planejar e Elaborar hipóteses	Carta com informações físico-químicas sobre as proteínas que estão misturadas com a proteína-alvo como referência para elaboração das estratégias de jogo.
1	Testar Hipóteses	Possibilidade de usar cartas de ação, representando os métodos, capazes de separar as proteínas da mistura. Elas podem ser combinadas em uma sequência de até três cartas e cada combinação possui uma carta com o “resultado” do experimento.
1	Esquematizar um raciocínio científico	Os métodos e resultados são encaixados no tabuleiro, formando um fluxo de raciocínio.

		Disponibilidade de uma ficha para fazer anotações.
1	Registrar os resultados dos testes realizados.	Utilização da Ficha de Purificação, na qual os jogadores escrevem o progresso de seus “experimentos”.
1	Solucionar o problema	O vencedor recebe uma carta com a solução do desafio.
2	Conhecer a diversidade de proteínas	Cada jogador joga com uma proteína, introduzida por uma carta. Todas são diferentes estruturalmente e funcionalmente. Conexão das cartas com o <i>Protein Data Bank</i> via Código QR.
2	Conhecer a fonte biológica de origem das proteínas	Componente que descreve a fonte original da proteína-alvo.
2	Correlacionar características estruturais ou funcionais da proteína com a purificação.	Cartas com perguntas que relacionam características físico-químicas com estruturais ou funcionais.
3	Conhecer os métodos principais de purificação de proteínas	Cartas que permitem separar e rastrear as proteínas de interesse.
3	Representar o gasto e recuperação proteica	Presença de fichas de proteína bruta (não purificada) e pura.
3	Relação entre Pureza e etapas de purificação.	Quanto mais etapas de purificação, mais fichas de proteína “pura” são obtidas pelo jogador.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.2. Seleção de proteínas e referências para elaboração do jogo

As proteínas são um grupo de moléculas diverso tanto estruturalmente, quanto funcionalmente. Para a criação deste jogo, foi feita uma seleção de proteínas considerando os seguintes critérios:

- Características físico-químicas e estruturais diversas.
- Presença da fonte biológica no cotidiano.
- Possíveis aplicações da proteína na indústria ou em pesquisas científicas.
- Processo de purificação e caracterização bem elucidado na literatura.

A variedade de características estruturais e físico-químicas (predomínio de estruturas secundárias, presença de estruturas quaternárias, valores de pontos isoelétricos, massa molar) de cada proteína permitiu que o jogo tivesse diversas estratégias para vencer, uma vez que cada molécula apresenta características e propriedades químicas únicas. A quantidade de etapas de purificação de cada proteína, descrita na literatura, foi outro critério importante que também contribuiu para a amplitude de formas de vitória.

No intuito de fazer uma contextualização, optou-se por utilizar proteínas cuja fonte biológica estivesse presente no cotidiano dos jogadores (alimentos enriquecidos em proteínas, extratos animais etc.). Também se considerou a relevância da proteína em estudos clínicos ou processos industriais como uma forma de aplicação dos processos de purificação de proteínas.

De forma geral, para a elaboração dos diversos componentes deste jogo, buscaram-se informações na literatura específica. Foram escolhidos, dessa forma, métodos de purificação de proteínas, ensaios bioquímicos recorrentes na rotina da química de proteínas. Tentou-se, sempre que possível, utilizar dados reais, a fim de aproximar esta experiência a um problema de laboratório cotidiano. Uma lista detalhada da referência utilizada encontra-se no Apêndice A.

3.3.3. Avaliação Preliminar

A avaliação teve caráter qualitativo. Nesta experiência, o jogo foi aplicado com alunos voluntários, do curso de graduação em biomedicina, que tinham acabado de cursar a disciplina de bioquímica, no segundo semestre de 2019. A partir da gravação e transcrição de áudio de uma partida, foi feita uma análise dos discursos enunciados pelos participantes a partir dos preceitos do ensino por investigação. Cada fala foi enumerada, no intuito de facilitar a localização e referência de trechos na descrição de resultados.

3.4. Resultados

3.4.1. O Jogo

O jogo recebeu o nome de “Pura Proteína! – Uma experiência no laboratório de Bioquímica” (Figura 12). Trata-se de um jogo de tabuleiro,

composto por diferentes cartas e fichas. O objetivo do jogo é purificar uma quantidade da proteína de interesse antes dos adversários, solucionando um problema. A ferramenta é destinada a alunos de graduação que cursam a disciplina de bioquímica. O jogo suporta de dois a oito jogadores, optando-se por organizá-los em duplas sempre que possível. A presença de um mediador (monitor ou professor) é obrigatória nesta atividade. A aplicação pode ser feita em sala de aula e a duração aproximada do jogo é de 60 minutos.

Figura 12 - Jogo didático "Pura Proteína! - Uma experiência no Laboratório de Bioquímica".

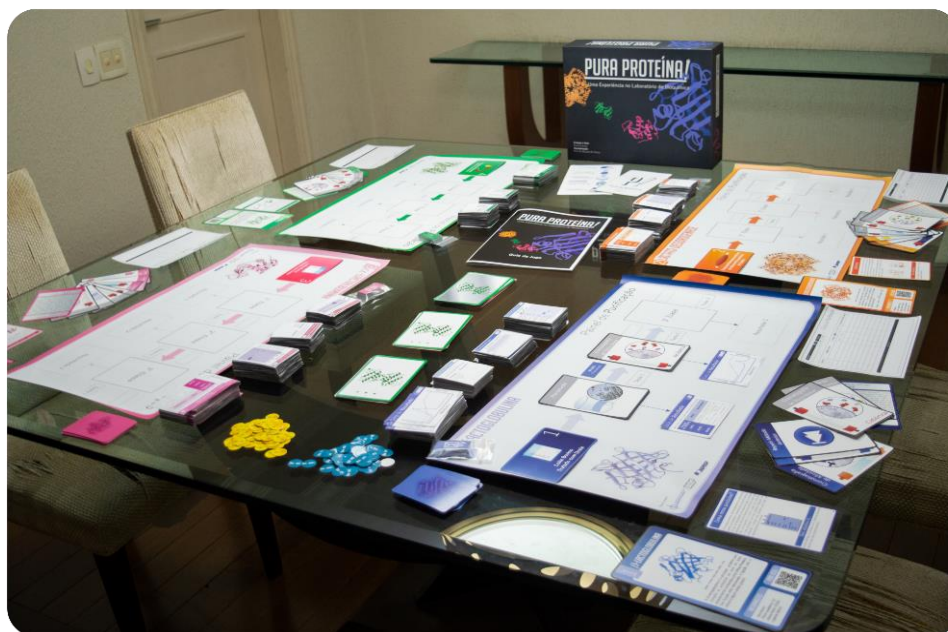
A 

Uma Experiência no Laboratório de Bioquímica

B



C



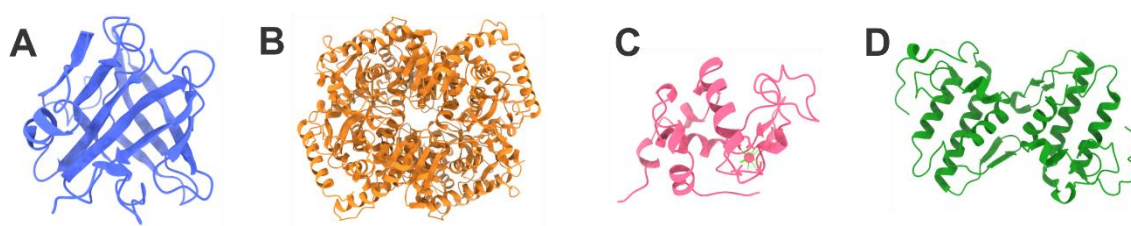
(A) Logotipo do Jogo. (B) Caixa do Jogo. (C) Versão Final do jogo montado.

Fonte: Elaborado pelo autor

3.4.1.1. Proteínas disponíveis

As proteínas disponíveis no jogo são a β -Lactoglobulina, Lactato desidrogenase, α -Lactalbumina e BnSP-7 (Figura 13). Algumas características estruturais, funcionais e físico-químicas destas proteínas estão listadas no Quadro 5. De forma geral, as proteínas apresentam estruturas, funções e características físico-químicas diferentes.

Figura 13 - Representação das proteínas disponíveis no jogo.



(A) β -Lactoglobulina, (B) Lactato desidrogenase, (C) α -Lactalbumina e (D) BnSP-7. As figuras tridimensionais estão disponíveis no PDB. Não há proporções reais na imagem.

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 5- Características estruturais, físico-químicas e funcionais das proteínas do jogo.

Proteína	β -Lactoglobulina	Lactato desidrogenase	α -Lactalbumina	BnSP-7
PDB ID	1CJ5	5NQB	1HFZ	1PA0
Fonte Bioló gica	Leite bovino	Músculo esquelético animal	Leite Bovino	Peçonha da Serpente
Função	Transporte de pequenos ácidos graxos e retinol	Catálise de piruvato a lactato em oxidações biológicas.	Transporte de moléculas no metabolismo da lactose.	Degradação de fosfolipídeos de membrana.
Ponto Isoelétrico	5,2	8,2	4,5	8,9
Massa molar	18 kDa	140 kDa	14 kDa	14 kDa
Estrutura Secundária	Predomínio de folhas- β	Predomínio de α -hélices	Predomínio de α -hélices	Predomínio de α -hélices
Estrutura Quaternária	Monômero	Tetrâmero	Monômero	Dímero

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da bibliografia consultada.

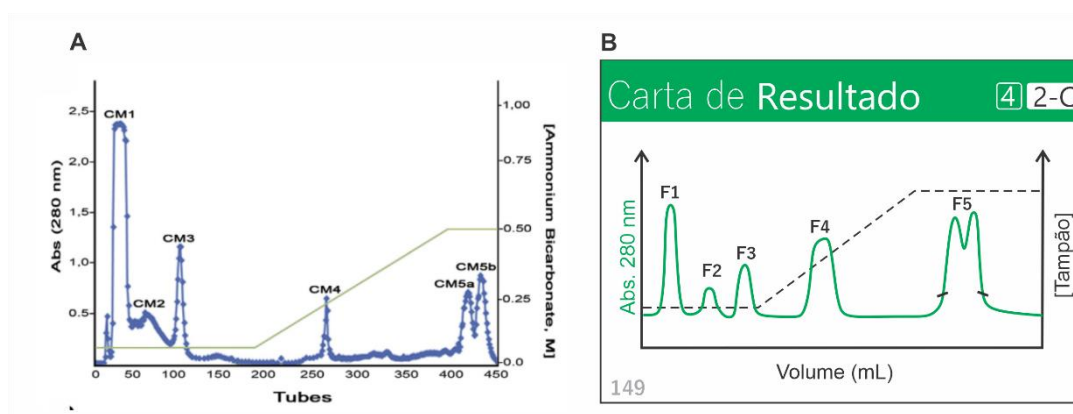
A β -Lactoglobulina e a α -Lactalbumina são proteínas presentes em grande proporção no leite bovino. A BnSP-7 é uma fosfolipase A₂ da peçonha de serpente *Bothrops pauloensis* (jararaca pintada), enquanto a Lactato

desidrogenase é uma enzima citosólica amplamente distribuída nos tecidos de organismos vivos (músculo estriado, cardíaco, fígado etc.). As fontes biológicas são diversas, porém, todas são de origem animal e de procedência conhecida pelos jogadores. Informações sobre cada proteína e sua função biológica foram compiladas no componente Cartão de Proteína; já a mistura de proteínas da fonte biológica foi descrita na Carta Fonte. Mais detalhes sobre cada componente serão apresentados na seção 3.4.1.2.

Estas quatro moléculas, ademais, já foram estudadas em pesquisas de interesse industrial, clínico ou, até mesmo, evolutivo. Tais estudos inspiraram os problemas apresentados na Carta de Objetivo (Quadro 6). Assim, o jogo aborda alguns temas como alterações da atividade de enzimas em células tumorais, evolução de proteínas, busca de moléculas com potencial terapêutico, evidenciando a importância da purificação de proteínas em pesquisas básicas e aplicadas.

Por fim, as informações, desde que bem elucidadas, da literatura científica sobre os processos de purificação e caracterização bioquímica das proteínas selecionadas garantiram a elaboração de “resultados”, produzidos pelas combinações dos “métodos”, semelhantes, na medida possível, aos dados reais. Um exemplo é apresentado na Figura 14.

Figura 14 - Comparação entre cromatograma extraídos da literatura científica e Carta de Resultado do Jogo didático.



No exemplo da proteína BnSP-7, os dados da literatura científica permitiram a elaboração de uma “Carta de Resultado” com distribuição e quantidade de picos semelhantes ao que são observados nos trabalhos originais. (A) Cromatograma de fracionamento da Peçonha de *Bothrops pauloensis* (Achê et al., 2011); (B) Carta de Resultado 4.2-C, da proteína BnSP-7.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 6 - Exemplos de Desafios apresentados na "Carta de Objetivo".

Proteína	Problema	Objetivo
β-lactoglobulina	A β -lactoglobulina é a proteína mais abundante no soro de leite bovino, por isso é o principal componente de suplementos alimentares. Diversos métodos de separação de proteínas já foram empregados para obter essas moléculas com o máximo de pureza, porém o uso destas tecnologias encarece o produto e afasta os consumidores.	Seu objetivo é purificar 200 mg de proteína utilizando apenas duas etapas de purificação por estratégia.
Lactato desidrogenase	A enzima lactato desidrogenase (LDH) participa de reações de fermentação, sendo essencial para o metabolismo celular. Descobriu-se em células tumorais, no entanto, que as reações de fermentação estavam muito ativas. Será que esta alteração foi causada por mutações na LDH da célula tumoral ou por que há maior quantidade desta proteína na célula?	Seu objetivo é purificar 100 mg de proteína para sequenciamento. Você deverá utilizar três etapas de purificação para garantir o máximo de pureza da amostra.
α-Lactalbumina	Muitas pesquisas indicam semelhanças nas estruturas terciárias da lisozima, uma enzima que cliva alguns carboidratos, e da α -Lactalbumina. O que aconteceu durante a evolução? Por que duas proteínas com estruturas parecidas teriam funções tão diferentes nos organismos?	Seu objetivo é purificar 100 mg de proteína utilizando, pelo menos uma vez por estratégia, um método com mais de 40% de eficiência.
BnSP-7	A literatura descreve que algumas fosfolipases A ₂ de serpentes apresentam ação antiparasitária, especialmente sobre protozoários causadores da toxoplasmose e da leishmaniose. Estas doenças carecem de tratamentos eficientes e acessíveis, o que faz necessário a pesquisa por novas terapias. Será que a BnSP-7 teria algum efeito nesses parasitas? Sua co-orientadora teve essa ideia e solicitou seu trabalho como purificador do laboratório.	Seu objetivo é purificar 200 mg de proteína com o máximo de pureza e funcionalidade possível. Utilize três etapas de separação para garantir.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.1.2. Componentes do Jogo

O jogo dispõe de diferentes cartas e fichas, somando mais de 4000 cartas (detalhes das quantidades estão disponíveis no Apêndice B). São apresentados os tipos de cartas e suas funções no Quadro 7, enquanto as Figuras 15-17 exemplificam cada um dos elementos. Cada proteína possui seu kit de cartas, diferenciado por cores. Os únicos componentes comuns aos jogadores são as Fichas de Proteína, as Cartas de Método, as Fichas de Purificação e as Cartas de Referência. Os demais componentes são únicos para cada conjunto.

Quadro 7 - Componentes do Jogo “Pura Proteína!”

Componente	Função no Jogo
Cartão de Proteína	Indicar a proteína que será purificada.
Cartas de Objetivo	Descrever a tarefa a ser cumprida pelos jogadores para vencer.
Carta Fonte	Mostrar a mistura de proteínas da qual será purificada a proteína de interesse.
Fichas de Proteína Bruta	Representar a quantidade de proteína total (em mg), não purificada.
Fichas de Proteína Pura	Representar a quantidade de proteína purificada (em mg).
Cartas de Método	Separar a solução de proteínas em frações de acordo as características de cada método.
Cartas de Teste	Verificar as hipóteses formuladas e executadas pelos jogadores.
Cartas de Resultado	Apresentar o resultado obtido a partir das cartas de método.
Cartas de Resultado de Teste	Apresentar o resultado a partir das cartas teste.
Baralho de Cartas Coloridas	Permitir ao jogador ganhar mais fichas de proteína bruta, cartas de método ou cartas de teste. Alterar a dinâmica do jogo.
Fichas de Teste e Fração	Completar o tabuleiro
Tabuleiro	Posicionar as cartas de método, cartas de resultado, fichas de fração e teste.
Carta Final	Solucionar o problema apresentado inicialmente.
Ficha de Purificação	Registrar as estratégias utilizadas pelos jogadores durante o jogo. Também é uma forma de comprovar a vitória.
Cartas de Referência	Orientar os jogadores e o mediador em suas ações em um turno.
Guia de Jogo	Descrever os objetivos educacionais e regras do jogo.

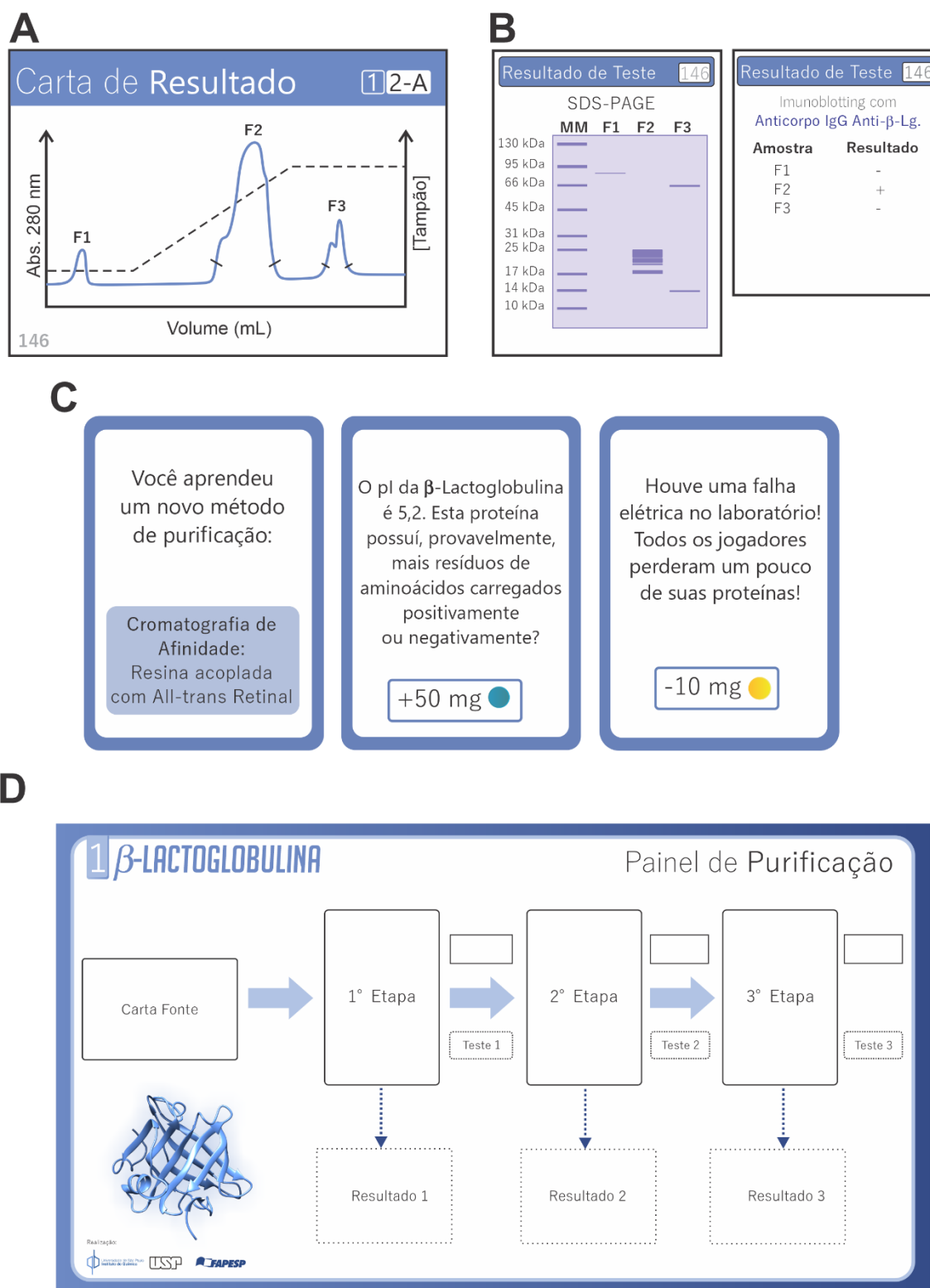
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 - Exemplos de Componentes do Jogo “Pura Proteína!”



(A) Cartão de Proteína. (B) Carta de Objetivo. (C) Carta Final. (D) Fichas de Proteína Pura. (E) Fichas de Proteína Bruta. (F) Carta Fonte. (G). Fichas de Fração e Testes. (H) Carta de Método (I) Carta de Teste. As proporções de cada elemento não correspondem à realidade. Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 - Exemplos de componentes do jogo "Pura Proteína!"



(A) Carta de Resultado. (B) Cartas de Resultado de Teste. (C) Cartas Coloridas. (D) Tabuleiro Individual. As proporções de cada elemento não correspondem à realidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.1.3. Dinâmica do Jogo

A dinâmica deste jogo pode ser separada em duas atividades: a *principal*, na qual as estratégias de purificação serão elaboradas e testadas e a *paralela*, que consiste em responder algumas perguntas sobre a proteína e relacioná-las ao seu processo de purificação. A seguir, apresenta-se uma breve descrição do procedimento da atividade didática.

Uma etapa de preparação precede o início da atividade. Cada jogador escolherá, de modo aleatório, um Cartão de Proteína. Ao revelá-lo, eles receberão os componentes correspondentes à proteína sorteada (Tabuleiro, Carta Fonte, Fichas de Fração e Testes, Carta de Teste SDS-PAGE, Baralho de Cartas Coloridas), identificados pela mesma cor ou número. Cada jogador também receberá 500 mg em Fichas de Proteína Bruta, a carta “Repetir Método Anterior” e quatro Cartas de Método: Precipitação, Cromatografia de Troca Iônica Aniônica, Cromatografia de Troca Iônica Catiônica, Cromatografia de Filtração em Gel. Uma ilustração do *set up* inicial de cada jogador é apresentada na figura 18.

Figura 18 - Componentes recebidos pelos jogadores necessários no início do jogo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O jogo contém duas Cartas de Método “Cromatografia de Afinidade” para cada proteína, porém elas estão indisponíveis no início da partida e devem ser conquistadas pelos jogadores. Tendo recebido os componentes citados, os participantes deverão sortear uma Carta de Objetivo. Cada proteína possui três Cartas de Objetivo diferentes, que apresentam problemas diferentes e variam em quantidade de proteína purificada necessária para vencer (Vide Quadro 6).

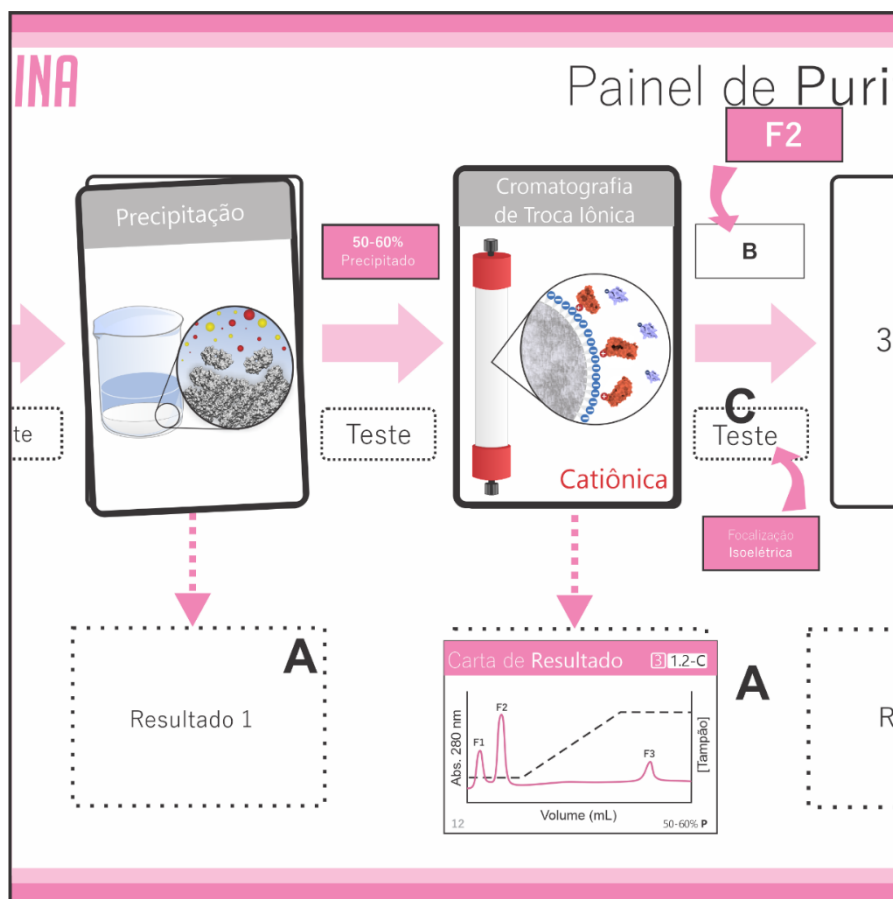
Em seu turno, um jogador deve analisar as informações da mistura de proteínas descritas na Carta Fonte e elaborar uma estratégia para purificar a proteína-alvo. O “fracionamento” pode ser feito utilizando as Cartas de Método (Figura 15-H), simulando o processo de purificação. Estas cartas podem ser combinadas em uma sequência de até três métodos, desde que respeitem as especificações pré-estabelecidas e não sejam sequências do mesmo tipo (exemplo: cromatografia de troca aniônica e catiônica). Ainda assim, todas as combinações são admitidas no jogo, até aquelas que não conseguem purificar a proteína de interesse (um mapa simplificado de combinações possíveis no jogo está disponível no Apêndice C). Uma vez feita a escolha da Carta de Método, ela deverá ser colocada em um espaço correspondente no tabuleiro.

Cartas de Teste (Figura 15-I) podem ser utilizadas para rastrear a presença da proteína nas “frações” obtidas pelo processo de purificação. No início do jogo, a Carta de Teste Eletroforese SDS-PAGE é a única disponível para uso dos jogadores. Os jogadores podem, no entanto, ganhar novas cartas ao decorrer da partida. Estão incluídos ensaios imunológicos, enzimáticos ou outros específicos para detecção das diferentes proteínas. Estas cartas não são posicionadas no tabuleiro; ao invés disso, adicionam-se Fichas de Teste.

As ações das Cartas de Método e das Cartas de Teste “geram” as Cartas de Resultado ou os Resultados de Teste respectivamente. O primeiro grupo de cartas apresenta cromatogramas resultantes dos métodos de purificação. A única exceção é a Carta de Método “Precipitação” que não possui uma Carta de Resultado expresso em um gráfico. Os Resultados de Teste, por outro lado, apresentam os resultados obtidos a partir dos ensaios de detecção, representados por géis de eletroforese ou resultados qualitativos de outros ensaios. Ambas as cartas estão codificadas para facilitar a entrega aos jogadores. Mais informações sobre o código estão contidas na Carta de Referência do Mediador (Figura 17-B).

Por fim, o jogador deverá analisar a Carta de Resultado ou os Resultados de Teste. A Carta de Resultado deve ser adicionada ao tabuleiro e o jogador deverá indicar a fração que será submetida à próxima etapa de purificação, adicionando uma Ficha de Fração no espaço indicado (Figura 19). Todas as ações feitas pelo jogador devem ser registradas na Ficha de Purificação (Figura 17-C).

Figura 19 - Exemplo de estratégia de purificação da proteína α -Lactalbumina.



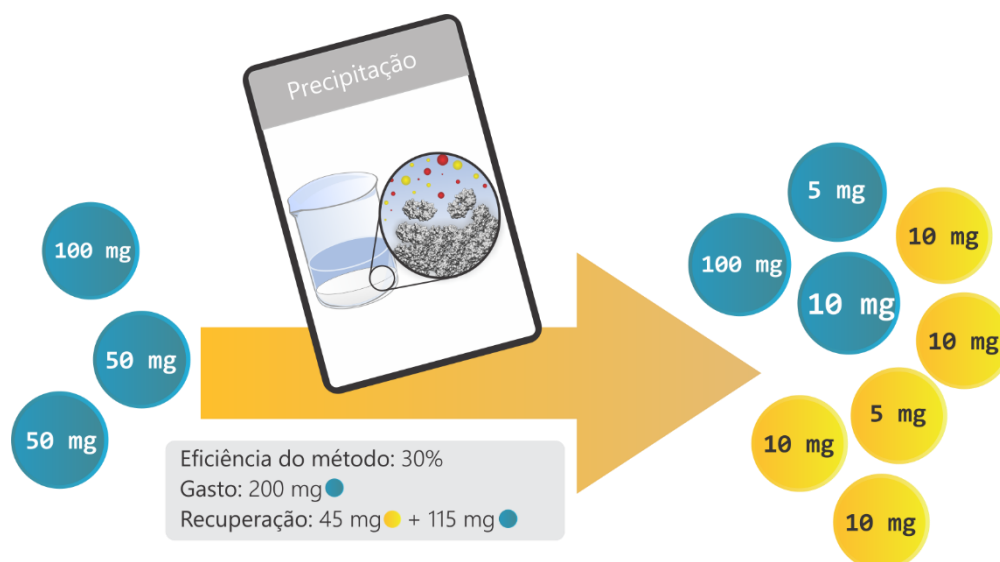
Após o uso da carta de método, o jogador deverá (A) Adicionar a Carta de Resultado ao espaço próprio no tabuleiro. (B) Indicar uma fração, conforme mostrado no cromatograma da carta, para a próxima etapa ou, caso queira, (C) fazer um teste para ter certeza de qual fração escolher. A carta de resultado de Teste não é adicionada ao tabuleiro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para realizar qualquer uma das ações citadas, será necessário investir uma quantidade de Fichas de Proteína Bruta (Figura 15-E). Uma vez pago o custo da carta, o jogador receberá seus resultados. As Cartas de Método, além disso, permitem recuperar Fichas de Proteína Bruta e Pura, atividade que ilustra o gasto de recuperação proteica dos processos de purificação (Figura 20). Os

jogadores devem combinar os métodos a fim de juntar a quantidade de Fichas de Proteína Pura descrita na Carta de Objetivo.

Figura 20 - Uso das Fichas de Proteína Bruta e Pura.



Para utilizar cada Carta de Método ou Teste, o jogador deverá investir uma quantidade de fichas de proteína bruta (azul). Além de receber a Carta de Resultado correspondente, o jogador também receberá uma quantidade de proteína pura (amarela) e bruta pré-estabelecida pelo método escolhido.

Fonte: Elaborado pelo autor.

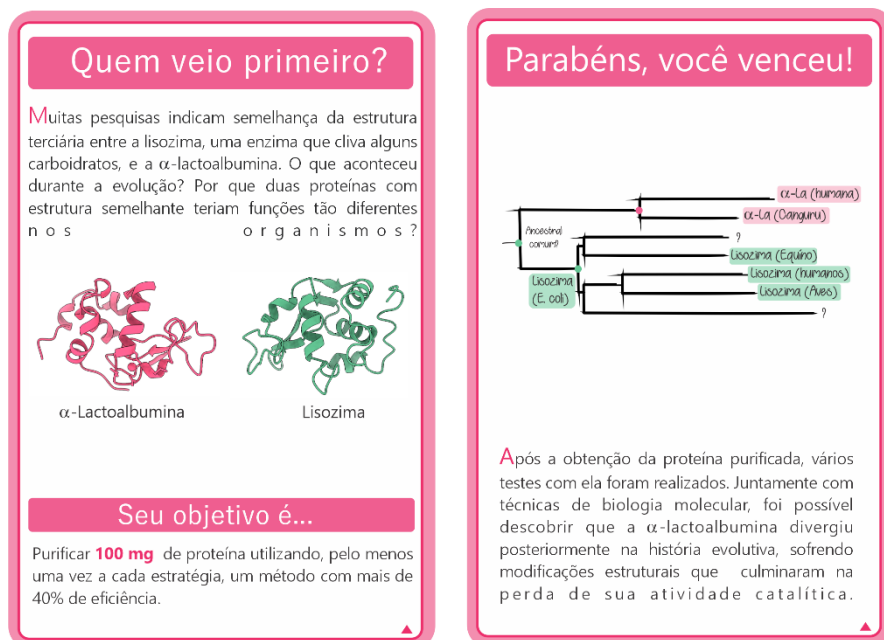
A atividade paralela do jogo é baseada em uma premissa simples: a quantidade de fichas de proteína bruta (não purificada) para executar os métodos de purificação é limitada. Ao fim do turno, o jogador ganha o direito de coletar uma carta do baralho de Cartas Coloridas. Estas cartas podem fornecer Fichas de Proteína Pura ou Bruta ao responder perguntas, novas Cartas de Método, Cartas de Testes ou, ainda, prejudicar os jogadores (Figura 16-C).

Assim que um jogador finalizar todas as atividades de seu turno (vide Figura 17-A), o próximo poderá começar. A qualquer momento, os participantes poderão desistir da estratégia de purificação que estavam executando e recomeçar - porém, a quantidade de proteína investida não será recuperada.

O jogo continuará até que um ganhador seja anunciado. Para vencer é preciso obter a quantidade de fichas de Proteína Pura (amarelas) apresentada na Carta de Objetivo e provar, a partir dos dados anotados na Ficha de Purificação, que a estratégia adotada teve êxito. Após a verificação do mediador,

os vencedores receberão a Carta Final, que soluciona o problema apresentado no início do jogo (Figura 21).

Figura 21 - Problema apresentado por Carta de Objetivo (A) e sua solução descrita na Carta Final (B).



Fonte: Elaborado pelo autor.

O mediador desempenha funções importantes, sendo responsável por explicar as regras, distribuir os componentes, as Cartas de Resultados e Resultados de Testes correspondentes, auxiliar os jogadores e avaliar suas respostas quando necessário, verificar a Ficha de Purificação e conceder a condição de vitória. Ele, inclusive, pode participar de algumas rodadas do jogo a partir da Carta de Teste “Enviar dados para o especialista”. Assim solicitado, ele interpreta alguns dados e os explica aos jogadores. A grande quantidade de tarefas deste indivíduo torna sua presença imprescindível para o sucesso do jogo.

Adicionalmente, os Cartões de Proteínas contam com códigos QR que podem ser escaneados por dispositivos móveis e direcionam o jogador às respectivas páginas das proteínas no *Protein Data Bank* (PDB). Nesse site, é possível interagir virtualmente e observar a representação tridimensional de cada proteína (Figura 22). Essas observações são úteis para responder perguntas presentes no baralho de Cartas Coloridas. Ainda que seja uma atividade pouco utilizada, a possibilidade de acessar a página do PDB é uma forma de apresentar e divulgar os recursos disponíveis na base de dados.

Figura 22 - Códigos QR presentes nos cartões de proteína.



Eles conectam-se a páginas do *Protein Data Bank* que possuem representações tridimensionais das proteínas do jogo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

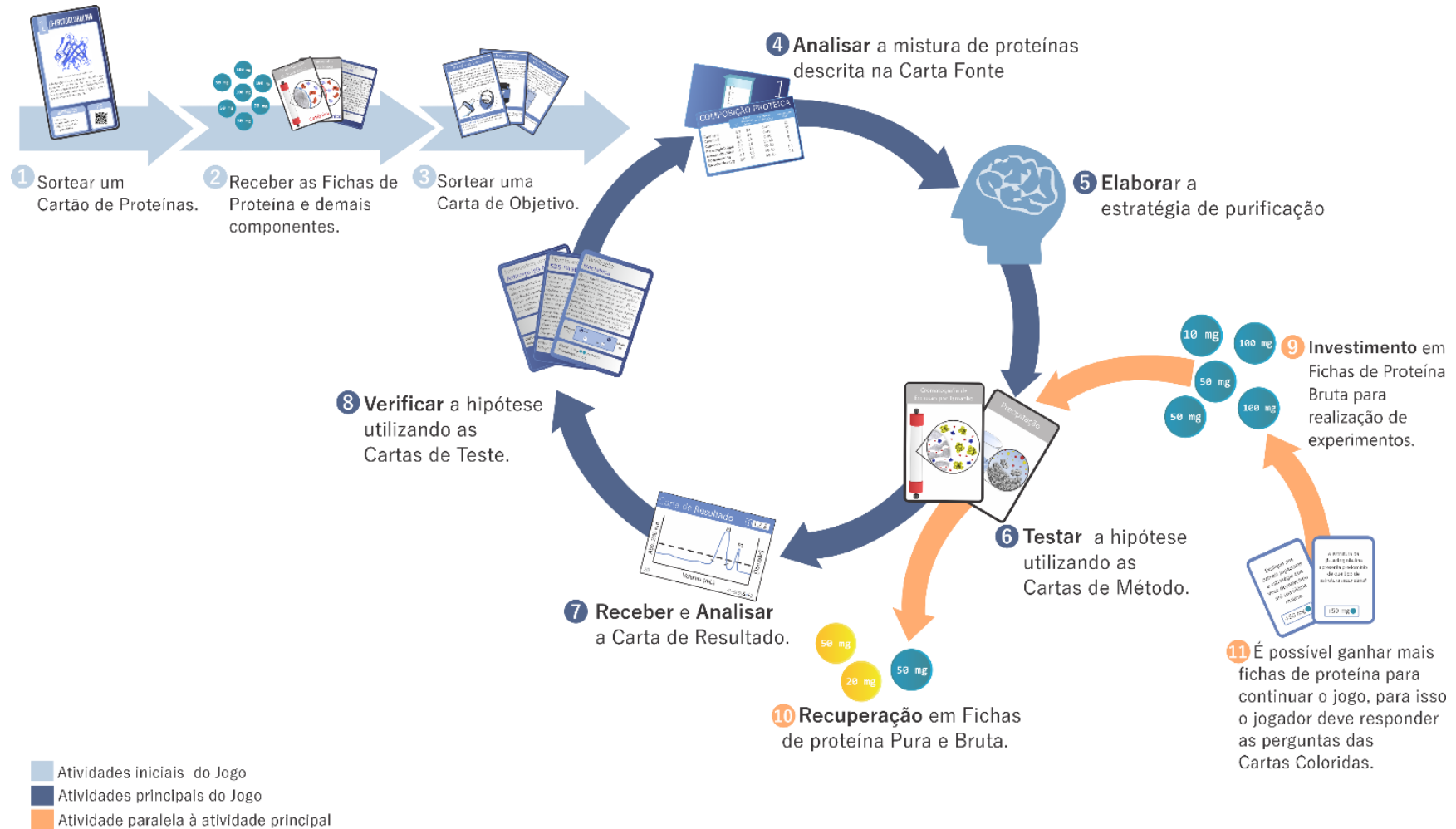
Por fim, o jogo foi concluído com as características descritas nesta seção. Um resumo da dinâmica do jogo é apresentado na Figura 23.

3.4.1.3. Limitações do Jogo

Retratar fielmente a complexidade de uma prática de purificação de proteínas seria algo árduo e, talvez, impossível, em um jogo didático. Algumas características do processo de purificação foram simplificadas. A seguir, listam-se as adaptações feitas.

- **Misturas de proteínas:** A Carta Fonte apresenta as misturas de proteína. Admite-se, no jogo, que a fonte (leite, músculo, peçonha de serpente, etc.) das proteínas é *exclusivamente* formada por proteínas, desconsiderando-se a presença de compostos químicos de outra natureza. Na prática laboratorial, no entanto, os extratos originais são misturas de componentes orgânicos e inorgânicos que precisam ser “polidos” através de centrifugações diferenciais, entre outros métodos.

Figura 23 - Dinâmica do Jogo "Pura Proteína! - Uma Experiência no Laboratório de Bioquímica"



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, as misturas foram limitadas a cerca de oito proteínas. Esta quantidade foi ideal para garantir que dois a três passos de purificação sejam realizados para obtenção da proteína pura o que é muito diferente da prática real, na qual dezenas de proteínas, muitas delas desconhecidas, compõem a fração proteica.

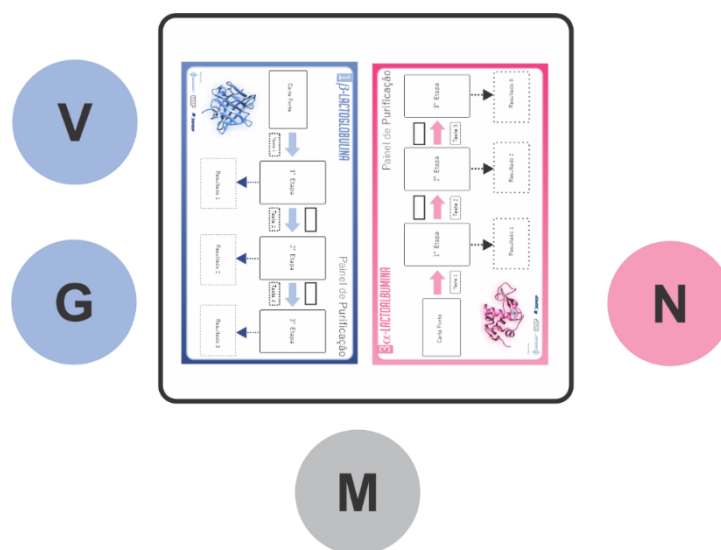
- **Simplificação dos métodos de separação:** Na prática de purificação é possível utilizar colunas cromatográficas com diferentes especificidades que tenham um mesmo princípio de separação. Neste jogo, no entanto, não há este detalhamento. Seis métodos, seguindo quatro princípios diferentes, foram disponibilizados aos jogadores. Algumas cartas, ainda, apresentaram restrições em seu uso, tal como a Carta de Método “Precipitação”, que pode ser utilizada apenas na primeira etapa de purificação.
- **Gasto e recuperação proteica:** Nas práticas de purificação feitas em laboratório, a quantidade de proteína injetada nos processos é da ordem de miligramas, enquanto a quantidade de proteína recuperada pode variar de miligramas a microgramas, dependendo da quantidade de proteína injetada e do método utilizado. No jogo, sempre são recuperados miligramas de proteínas em valores muito acima dos reais.
- **Contaminação:** Em geral, nos processos cromatográficos, não é possível coletar uma fração integralmente, uma vez que se admite a possibilidade de contaminação entre uma fração e outra. Alguns métodos, também, podem acumular sais derivados dos tampões, o que pode prejudicar a atividade da molécula. No jogo, desconsideraram-se totalmente os efeitos de contaminação e cada fração é inteiramente coletada. Não é dever do jogador delimitar o que será coletado.

- **Simplificação de métodos:** Uma série de técnicas de separação, possibilitadas a partir de inúmeras colunas cromatográficas, compõem as estratégias de purificação de proteínas. Em laboratório, estas práticas exigem conhecimento técnico e teórico para uma boa execução. No jogo, optou-se unicamente por explicar os princípios de cada um dos métodos principais, uma vez que o objetivo da atividade não contempla habilidades de instrumentação destes métodos.
- **Criação de parâmetros comparativos:** No intuito de facilitar a análise dos jogadores e, portanto, a formulação da estratégia de purificação, foram criados dois parâmetros: o de “Composição” e de “Eficiência do Método”, ambos expressos em porcentagem. O primeiro deles, presente na Carta Fonte, indica a quantidade de uma proteína em relação à quantidade total de proteínas da mistura. Este valor é refletido *apenas* no tamanho das frações apresentadas nos cromatogramas. O estabelecimento dos valores foi feito a partir de dados da literatura científica (Apêndice A) e, quando ausentes, foram elaborados pelo autor.
Outro índice criado foi o de “Eficiência do Método”, utilizado nas Cartas de Método. Este valor indica a porcentagem de proteína pura obtida em relação à quantidade de proteína total (bruta e pura) recuperada. Assim, métodos mais refinados, como a cromatografia de afinidade, teriam mais eficiência, o que independe da quantidade de proteína total investida inicialmente.
- **Ações entre jogadores:** As atividades de pesquisa em laboratório, em geral, envolvem colaborações, sejam elas entre colegas ou entre diferentes grupos de pesquisa. No jogo, apenas foi possível representar isso a partir da carta “Enviar dados para análise do especialista”. Não há ações, até o momento, entre adversários que permitem colaborar ou prejudicar.

3.4.2. Avaliação Preliminar

Esta avaliação permitiu verificar se a dinâmica do jogo possibilitava atingir os objetivos educacionais propostos. Três alunos voluntários, nomeados Jogador G (J.G.), Jogador V (J.V.) e Jogador N (J.N.) formaram dupla para jogar. Como estavam em número ímpar, o Mediador (M) formou dupla com o Jogador N (Figura 24).

Figura 24 - Organização dos jogadores durante aplicação preliminar.



Os Jogadores V e G formaram dupla, enquanto N formou dupla com o mediador (M).

Fonte: Elaborado pelo autor.

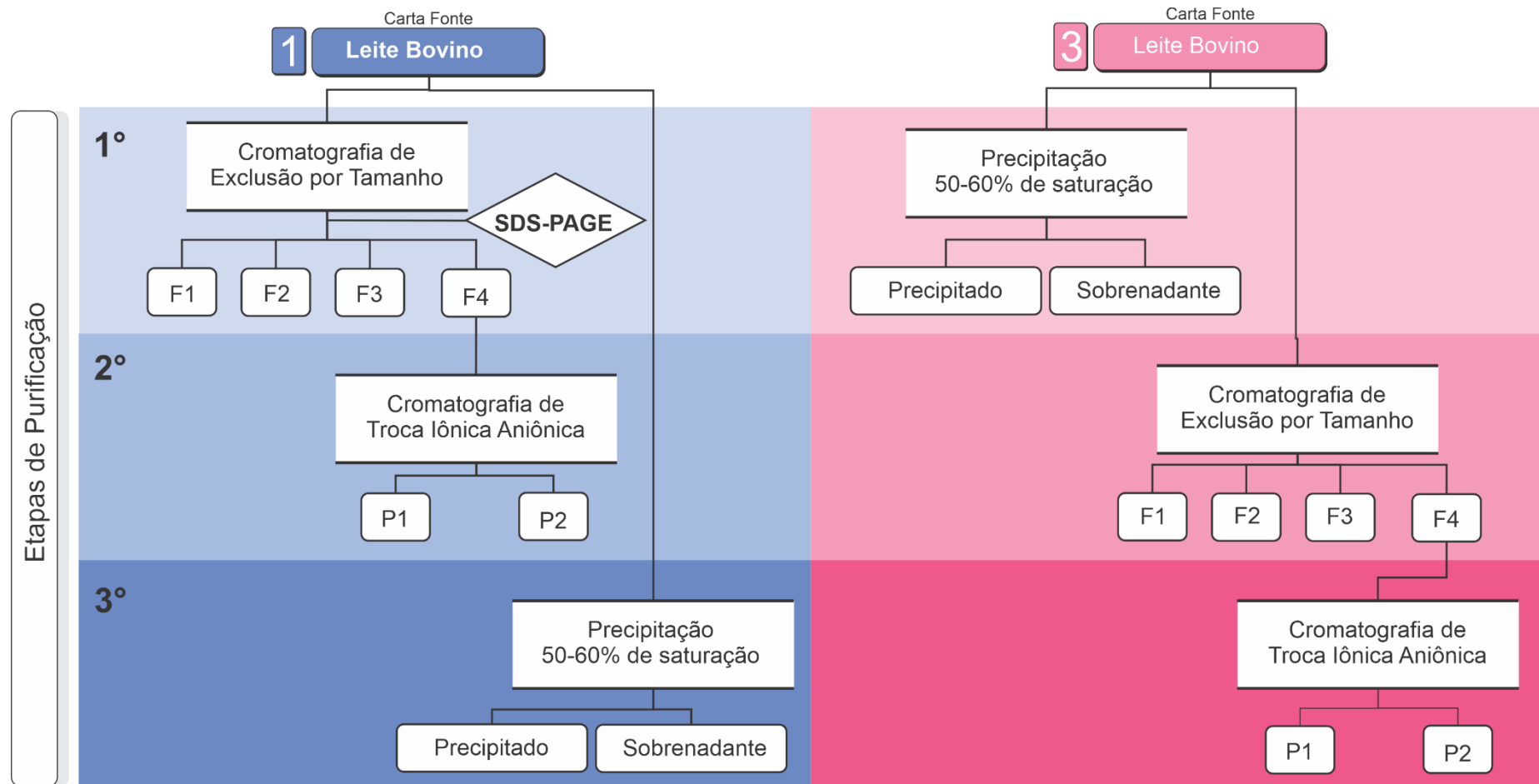
A partir dos diálogos entre os participantes foi feita uma análise das atividades principais e paralelas do jogo. Ademais, outros diálogos forneceram indícios acerca do desenvolvimento dos estudantes ao longo da aplicação. A transcrição da partida está disponível integralmente no Apêndice D.

A atividade principal baseou-se na elaboração de uma estratégia para purificar as proteínas-alvo. A dupla formada pelo Jogador V e Jogador G deveria purificar a proteína α -lactalbumina (rosa), enquanto o mediador e o Jogador N deveriam purificar a β -lactoglobulina (azul), proteínas de mesma fonte biológica, o leite bovino. Três rodadas foram jogadas, totalizando 35 minutos de duração aproximadamente.

Um resumo das ações feitas pelos jogadores é apresentado no fluxograma da Figura 25. Ambas as duplas elaboraram estratégias muito semelhantes; entretanto, elas não foram eficientes da mesma forma, o que, com certeza, influenciou na determinação dos vencedores.

O processo de investigação ocorreu na atividade principal do jogo. Dessa forma, buscou-se, na transcrição, diálogos em que os alunos executavam as etapas investigação propostas por Carvalho (2018): a elaboração da hipótese, elaboração e execução do plano de trabalho, obtenção de dados e conclusões. As falas transcritas foram organizadas no Quadro 8, organizadas de acordo as etapas da investigação que desempenhavam.

Figura 25 - Fluxogramas das Estratégias de Purificação desenvolvidas pelos jogadores.



Quadro 8 - Falas transcritas de diálogos dos jogadores durante a aplicação do jogo.

Atividade	Falas Transcritas
Elaboração da hipótese/plano de trabalho	“79. Mediador (dirigindo-se a N): O que a gente vai fazer? 80. Jogador N: Tava pensando em usar essa [método] daqui porque olha a massa molar dela [da proteína]. Onde ela vai excluir, eu acho que vai ficar só esses dois. 81. Mediador: Hum... bastante coisa, né? Mas aí... Na verdade bate com tudo isso [proteínas] aqui. 82. Mediador: só que essa [proteína] aqui vai ficar muito junta!” “84. Jogador V: E se a gente fizer a precipitação? 85. Jogador G: É pode ser! Mas como é que faz a precipitação? Olha a eficiência, é menor! 86. Jogador V: Então qual? 87. Jogador G: Pode ser essa daqui [precipitação], aí separa essas [proteínas] aqui. A gente ficaria com esses quatro. Tem que como fazer por massas. E aí por último, com troca iônica. 88. Jogador V: Sim, pode ser! 89. Jogador G: Você quer fazer essa primeiro? 90. Jogador V: Pode ser.” “206. Jogador G: Tô pensando na gente trocar. Fazer essa! E a gente faz essa [carta de método] no final. 207. Jogador V: Então vamos ver! 208. Jogador G: Eu acho que faz mais sentido. Tipo assim essa daqui é... pera aí deixa eu pensar... O pl dessa aqui, da alfa [lactalbumina] é 4,5. Se a gente for usar a massa molar primeiro, a gente vai separar... 209. Jogador V: É sim, é mais fácil. 210. Jogador G: Aí a gente separa por pl, aí ela vai separar as duas. 211. Jogador V: É sim. 212. Jogador G: Essa aqui [carta de método], ela separa por carga também. Então, mesmo que tenha massas próximas, ela consegue separar. 213. Jogador V: Aparentemente não seria essa aqui?

(continua)

Atividade	Falas Transcritas
Elaboração da hipótese/plano de trabalho	214. Jogador G: É, aparentemente. Mas para separar essas três ela é útil. A gente faz tipo um pl[pH] 5, aí separa 4,5 do 5. Só que não sei qual das duas é melhor usar [cartas de método troca iônica]. Acho melhor essa aqui, ela tem mais eficiência. 215. Jogador V: Não, mas não é! Depende!”
Execução do plano de trabalho	“104. Jogador G: A gente vai começar com essa. 105. Jogador V: A gente vai começar a precipitação. 106. Mediador: O.k. Então tá, vocês vão precipitar, né?. 107. Jogador G: Isso.” “265. Jogador V: Então a gente vai recomeçar! 266. Mediador: Você vai recomeçar? Então tá. 267. Jogador V: A gente vai colocar... 268. Jogador G: Essa... Essa. 299. Jogador V: Cromatografia por tamanho. Para a gente ver o quanto...” “332. Jogador N: A gente vai fazer uma eletroforese? 333. Mediador: A gente vai fazer uma eletroforese. 334. Jogador N: Então Bora!”
Obtenção e discussão de dados	“150. Mediador: E aí, o que vocês desenvolveram até este momento? 151. Jogador V: É... a gente quis separar parte das proteínas que não precipitariam... Com esse... 152. Mediador: Por quê? 153. Jogador G: É que a gente pensou em fazer ou por massa, ou por precipitação. 154. Mediador: Uhum. Uhum 155. Jogador G: Só que por precipitação... é.. essas [proteínas com] porcentagens [de saturação com sulfato de amônio] menores não iam precipitar, então a gente ia conseguir... eu pensei que a gente conseguia os quatro [proteínas] de baixos, mas por esse aqui [método], a gente tira mais [proteínas], né? Você consegue... 156. Mediador: Isso, você tira só essas duas [proteínas].” “191. Mediador: ó, nosso resultado. [...] 205. Jogador N: Certo! Eu não lembro como interpretar isso [Carta de Resultado].”

(continua)

Atividade	Falas Transcritas
Obtenção e discussão de dados	“314. Mediador: A gente tem que saber aonde é que deve estar nossa proteína. 315. Jogador N: Sim! No “picão” [do cromatograma] só tá... provavelmente estão essas duas [outras proteínas], né? 316. Mediador: Sim. 317. Jogador N: É o próximo, a próxima na ordem [de eluição] que seria... a amostra de interesse, né? 318. Mediador: O F1... vamos pensar! Essas aqui... é troca iônica... exclusão não é, depende do tamanho. 319. Jogador N: Sim! Essas menorzinha, tipo essa ficou super piquinixa, e sei lá essa daqui. 320. Mediador: Deve estar aqui, né? 321. Jogador N: Deve que é a F4. 322. Mediador: É porque, o que sai primeiro são as maiores, né? 323. Mediador: Então, a F1 deve ser... essa, a dois deve ser essa e as outras vai sair uma coisa junta... várias juntas... mas ó.. 24, 24 e 19. Então, essa aqui de repente, elas podem ser três misturadas ou duas misturadas. 324. Jogador N: Sim. 325. Mediador: O “Picão” deve ser, realmente, essas duas aqui. Vamos fazer um teste, para ter certeza?”
Conclusões	“177. Jogador G: A gente devia ter feito esse primeiro [método], depois esse. 178. Jogador V: Agora já foi! 179. Jogador G: Mas agora não tem o que fazer...” “349. Jogador N: Nosso é dezoito [a massa molar da proteína alvo] né? 350. Mediador: É. 351. Jogador N: Tá no F4 mesmo. 352. Mediador: Uhum. Misturado com outras duas coisas. 353. Jogador N: Uhum.” “469. Mediador: Então separou meio mais ou menos, mas a gente só pode pegar esse aqui... o P1. O que a gente vai fazer com esse P1 470. Jogador N: O P1! Com o P1 a gente faz a precipitação... 471. Mediador: Mas a gente não pode fazer mais a precipitação! 472. Jogador N: Então a gente recomeça! E faz a precipitação. 473. Mediador: É né... é melhor.

	474. Jogador N: <i>É!</i>
	475. Mediador: <i>Também acho.”</i>

Fonte: Elaborado pelo autor com os dados coletados.

Nas falas transcritas 79-82 e 84-90, observa-se que as duplas estavam elaborando as estratégias que iriam adotar a partir da comparação entre os dados de ponto isoelétrico, massa molar e porcentagem de saturação com sulfato de amônio, apresentados na Carta Fonte, e os princípios de separação dos métodos. Logo no início da partida, uma fala do Jogador N revela a elaboração do plano de trabalho, ao analisar dados: *“Tava pensando em usar essa [método] daqui **porque** olha a massa molar dela [da proteína]. Onde ela vai excluir, eu acho que vai ficar só esses dois.”* Uma construção semelhante pode ser verificada em uma das falas do Jogador G: *“Pode ser essa daqui [precipitação] **<porque>** aí separa essas [proteínas] aqui. A gente ficaria com esses quatro. **<portanto>** Tem que como fazer por massas. E aí por último, com troca iônica.* No diálogo das falas 206-215, ademais, observa-se que o rendimento, um dos parâmetros criados para o jogo, é um critério que orienta as ações dos jogadores.

Estes diálogos evidenciam que a tomada de decisão dos jogadores não ocorre de maneira aleatória, mas sim a partir de um consenso entre os membros da dupla. Há indícios de que os participantes formam argumentos, no entanto, não é possível identificá-los totalmente ou qualificá-los, uma vez que algumas informações estão implícitas (descritas nas cartas). Ademais, por ter sido uma experiência com um grupo pequeno, os alunos apresentavam intimidade entre eles, o que propicia o uso da comunicação não verbal (expressões faciais, orais, corporais), não captada pelo método usado nesta pesquisa.

Após a elaboração das estratégias de purificação, os participantes começaram a executá-las, ora com mais seriedade, ora com mais animação, conforme as falas transcritas na categoria. Em seguida, os jogadores receberam seus resultados e discutiram as próximas ações. Algumas dúvidas surgiram, principalmente sobre a interpretação dos dados, conforme exemplifica a fala do jogador N: *“Certo! Eu não lembro como interpretar isso [Carta de Resultado]”*. Neste caso, o mediador teve que intervir, explicando como interpretar o cromatograma da Carta de Resultado.

216. Mediador: [explicando o cromatograma a N]. Aqui é a absorbância. Certo? E aqui é o volume.
217. Jogador N: Certo.
218. Mediador: A amostra está passando. Tá passando a amostra pela coluna e à medida que vai passando, vai saindo.
219. Mediador: Cada pico, na absorbância a 280 ela revela que está saindo proteína. Por que a 280 A luz absorve resíduos de triptofano, resíduos aromáticos. Então tipo assim, se aqui tem esse tanto, isso quer dizer que está saindo um “tantinho” de proteína.
220. Jogador N: E aqui outro “tantinho”.
221. Mediador e Jogador N: E aqui outro “tantão”!
222. Mediador: Aí saí essa coisa. E esse “tantão” é proporcional a isso aqui.
223. Jogador N: Isso aqui da composição?
224. Mediador: É! Então provavelmente o “tantão”...
225. Jogador N: O “tantão” é o que tem mais! Que é a caseína!
226. Mediador: Sim, é.. São as caseínas misturadas.
227. Jogador N: Não necessariamente vai ser. “isso vai ser isso, aquilo vai ser aquilo” [apontando para os picos no cromatograma].
228. Mediador: Não necessariamente. Você não consegue determinar por aí, você tem apenas uma ideia leve [do cromatograma na carta de resultado].
229. Jogador N: Hum! Ciência! Que droga!

O diálogo dos transcritos 150-156 (Quadro 8), por outro lado, evidencia que as discussões são baseadas na diferença entre o que foi planejado e os resultados obtidos – a quantidade de fichas de proteína pura recuperadas e a Carta de Resultado. A fala 155, por exemplo, indica que a dupla esperava separar mais proteínas pelo método utilizado. O aparente insucesso os levou a recomeçar a estratégia de purificação no turno seguinte (Falas 177-179).

Por outro lado, discussões sobre o fundamento do método de separação também foram evidenciadas. Nas falas 314-325, os jogadores tentam descobrir em qual fração (“picos”) está a proteína-alvo. Para tal, eles recorrem ao princípio do método, como demonstra a fala do mediador *“O F1... vamos pensar! Essas aqui... é troca iônica... exclusão, não é? Depende do tamanho.”* Mesmo tendo elaborado uma hipótese correta de onde estaria a proteína-alvo (fração F4), os jogadores optaram por fazer o teste SDS-PAGE, o que os levou a concluir que, de fato, a fração F4 continha a amostra de interesse (Falas 349-353).

De forma geral, as discussões geradas a partir dos resultados foram determinantes na decisão das próximas jogadas. Como dito anteriormente, a interpretação correta dos resultados dá-se, principalmente, a partir da compreensão do princípio do método utilizado, que está relacionado a alguma

característica estrutural ou físico-química da proteína-alvo. Uma discussão interessante motivou a participação de todos os jogadores.

241. Jogador G: Ah tá. Lembrei! É... tá abaixo... Se a gente por um pH maior, ela vai estar... ela vai estar toda protonada. Aí tá toda protonada, é. toda protonada.
242. Jogador V: Quando ela estiver desprotonada, ela vai sair aqui no meio. Maior que 4,5.
243. Jogador G: Se ela vai estar desprotonada... Não, ela vai estar desprotonada! Não, não sei... Em pH maior que o pI, ela [a proteína], acho que ela vai estar protonada.
244. Jogador V: Eu não lembro mais!
245. Jogador G: Depende do ácido. Da força do ácido!
246. Mediador: Quê? O que vocês estão em dúvida?
247. Jogador V: Quando está em um pH maior que o pI, ela [a proteína] está protonada ou desprotonada?
248. Mediador: pH maior que o pI...
249. Jogador N: Desprotonada.
250. Mediador: Ela tá... majoritariamente desprotonada.
251. Jogador V: Desprotonada, tá!
252. Mediador: Mas ó... um pI...
253. Jogador N: Se tem uma coisa que eu aprendi foi isso!
254. Mediador: Que bom, fico feliz!
255. Jogador N: Por causa do jogo, no começo do ano.
256. Mediador: Dos Aminoácidos, né?!
257. Jogador N: Uhum.
258. Mediador: Um pI mais baixo diz que ela tem mais aminoácidos... é... resíduos de aminoácidos com carga negativa.
259. Jogador V: Repete, vamos lá!
260. Mediador: Um pI mais baixo indica que a proteína tem mais resíduos com carga negativa. Tipo carboxilas, glutamato e aspartato.
261. Mediador: Um pI mais alto diz que ela tem mais cargas positivas, tá? Então, em geral, se ela estiver em pH 7, ela vai tá ainda... com um predomínio menor de cargas... de cargas... calma! Se a proteína tiver mais cargas negativas ela vai formar ânions, se ela tiver mais cargas positivas, ela vai formar cátions, tá?
262. Jogador V: O.K.
263. Jogador G: Tá.

Para definir sua próxima ação, os Jogadores G e V discutiram a relação entre o ponto Isoelétrico e o comportamento ácido-base de proteínas. Eles ficaram em dúvida e o jogador V se justificou declarando não lembrar mais. Percebendo o problema, o Mediador e o Jogador N participaram do debate, chegando a discutir conceitos sobre estrutura de proteínas. Também houve momentos, em que os próprios jogadores da dupla se corrigiam:

391. Jogador G: A gente pode fazer esse método... a gente pode fazer eletroforese ela vai separar essas duas.
392. Jogador V: Não, mas olha, a eletroforese é só uma técnica para saber em qual [fração] que está.
393. Jogador G: Uhum, faz sentido.

A atividade paralela do jogo, feita a partir da retirada de cartas coloridas ao fim de cada turno, promoveu parte da diversão aos jogadores, ao adicionar, principalmente, o fator sorte ao jogo. Uma relação das Cartas Coloridas retiradas e dos diálogos dos jogadores é apresentada no Quadro 9.

Quadro 9 - Diálogos dos jogadores ao retirar Cartas Coloridas.

Duplas	Falas Transcritas
Jogador G e Jogador V	“149. Mediador: Não esquece da cartinha hein! De pegar a cartinha no final [dirigindo-se aos jogadores G e V]. E aí o que tem a cartinha?” 150. J.G: Hum! “Explique aos seus colegas a estratégia que você desenvolveu até este momento”. Falas 150-156, apresentadas anteriormente no Quadro 8.
	“289. Jogador G: A gente fica uma rodada sem jogar!” 290. Jogador V: Oh! 291. Jogador N: Roubando... 292. Mediador: O que aconteceu? 293. Jogador V: P**a m***a. Que mão podre, Jogador G! 294. Jogador G: A gente tirou o dia para estudar a proteína de interesse!”
	“450. Jogador G: A gente ganhou um novo método de purificação: 451. Mediador : Ah! 452. Jogador G: Cromatografia de afinidade. 453. Mediador: Eita! 454. Jogador N: Olha! 455. Jogador G: “Imunoafinidade com anticorpos imunoglobulina G anti-α-lactalbumina”. Uau!”
Jogador N e Mediador	“230. Mediador: Ah, a gente não pegou nossa cartinha, né?” 231. Jogador N: Não. 232. Mediador: “Você está aberto a colaborações e pode pedir ajuda aos especialistas. Receba a carta enviar dados para análise do especialista”. 233. Jogador N: Ai, adorei! Onde que fica isso?”
	“377. Mediador: A gente tirou nossa cartinha?” 378. Jogador N: Não. 379. Mediador: “Houve uma falha elétrica no laboratório. Todos os jogadores perdem um pouco de suas proteínas. Menos dez amarelinho”. 380. Jogador V: Nós também? 381. Jogador N: Ah! 382. Mediador: Aham.”
	418. Mediador: E a gente vai tirar mais uma carta né?

	419. Jogador N: Uhum. 420. Mediador: “A estrutura da β-lactoglobulina possui mais α-hélices ou folhas β?” Olha ali ó. 421. Jogador N: Aqui? 422. Mediador: Não, aqui embaixo, embaixo no tabuleiro. 423. Jogador N: Parece mais folhas beta né? 424. Mediador: Você tá vendo alguma alfa-hélice? Eu só to vendo uminha bem pequenininha, né? 425. Jogador N: Hum, não é nem isso. Isso aqui né [apontando à figura no tabuleiro]? Esse “cachinho”. 426. Mediador: Então tem mais... folha β. 427. Jogador N: Folha β..! 428. Jogador V: Isso aí! 429. Mediador: Então é isso. Ganhamos cinquenta miligramas...”
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

A dinâmica do jogo é relativamente simples, porém uma quantidade alta de informações foi apresentada aos jogadores. Observou-se, pelas falas transcritas 230-231 e 377-378, que a dupla se esquecia de tirar a Carta Colorida. Ao mesmo tempo, estas cartas trouxeram desvantagens (Falas 289-294 e 377-382) aos jogadores, ou vantagens, a partir da obtenção de um novo método (Falas 450-455). Por fim, um dos desafios das cartas coloridas foi explicar a estratégia de purificação elaborada (Falas 150-156). Esta atividade foi importante para estimular os jogadores a rever seu plano de trabalho e perceber que o método utilizado não era tão eficaz quanto imaginaram.

Quando os vencedores foram determinados, eles receberam a Carta Final e revelaram o problema que estavam resolvendo. Conforme o trecho a seguir:

504. Mediador: Qual que é o... Olha...Cadê nossa carta de objetivo? Agora revela, agora pode revelar!
505. Jogador N: Aqui. Aqui ó “Alergia ao leite. Casos de alergia ao leite bovino são comuns em crianças e bebês. Em e geral, as reações alérgicas são causadas por proteínas do leite, dentre elas a Beta-lactoglobulina”. Inclusive, eu achava que era...a caseína que dava mais alergia!
506. Mediador: Também dá, mas quem dá [alergia] mais do soro é a Beta-lactoglobulina.
507. Jogador N: “Ainda que a causa das reações é conhecida, pouco ainda se sabe acerca dos mecanismos moleculares que envolvem a resposta imunológica dessa proteína. Seu objetivo é purificar cem miligramas de proteína para experimentos imunológicos. Evite

acúmulo de saís em sua amostra.” *That’s it!* “Parabéns, você venceu!” [leitura da carta final].

O Jogador N (Fala 505), após a leitura da carta fez uma comparação entre duas informações, uma trazida por ele e a nova apresentada no jogo, exemplificando uma conexão que o jogo fez com a vivência do jogador. Este tipo de relação (jogo x cotidiano) foi projetado durante o *design* conceitual e mostrou ter feito positivo nesta aplicação.

O mediador desempenhou várias funções ao longo do jogo. Além de explicar as regras, ele instruiu os jogadores em suas ações, estimulou as discussões durante o jogo (Falas transcritas 150-156, Quadro 8), bem como tirou as dúvidas que surgiram (Falas 241-263). Nesta aplicação, no entanto, o mediador também foi jogador, o que invalidou algumas ações durante o jogo. O diálogo a seguir descreve um momento em que a carta “Enviar Dados para Análise do Especialista” não pode ser utilizada porque o mediador já era um jogador.

230.Mediador: Ah, a gente não pegou nossa cartinha, né?
 231.Jogador N: Não.
 232.Mediador: “Você está aberto a colaborações e pode pedir ajuda aos especialistas. Receba a carta enviar dados para análise do especialista”.
 233.Jogador N: Ai, adorei! Onde que fica isso?
 234.Mediador: Tá aqui em algum lugar.
 235.Jogador N: Ah, mas tem gastos!
 236.Mediador: Nada é de graça nessa vida, né?
 237.Jogador N: Nada é de graça nessa vida! Cinco miligramas... Você é o jogador mediador, como que resolve esse dilema? [risadas]
 238.Mediador: Hahaha!

Por outro lado, no início do jogo, os jogadores V e G tiveram alguma dúvida e, mesmo com o Jogador G insistindo para fazer a pergunta, a dupla não o fez.

“188.Jogador G: Pergunta para ele [o mediador].
 189.Jogador N: Tem que achar o resultado nosso [dirigindo-se ao mediador].
 190.Jogador G: Aí a gente pode usar essa depois [conversando com V].
 191.Mediador: Ó, nosso resultado.
 192.Jogador V: Nossa faz tanto tempo que eu estudei esse negócio, não lembro!”

Não é possível aferir as razões para esta atitude, tampouco é possível descartar que, quando o mediador se tornou um jogador, ele pode ter

desnívelado a condição de igualdade entre jogadores por ter mais experiência nos conhecimentos bioquímicos. Conclui-se que o mediador não deve participar como jogador. Ele deve ter preparo nos conhecimentos científicos e domínio da dinâmica do jogo, mas ser imparcial. Por outro lado, como visto em outros fragmentos, por ser o “guia” de uma atividade lúdica, o mediador deve ter proatividade para engajar os jogadores em suas atitudes e estimular a “imersão” no universo do jogo.

Observou-se também que os jogadores, durante a partida, ao discutir suas ações, faziam pequenas confusões com os termos científicos. Na fala do Jogador G *“Depende do método... Tipo eu acho que nesse caso tem que pensar na eficiência porque ambos você consegue dosar. Porque uma vai solubilizar primeiro, a outra vai solubilizar por último.”*, a palavra *solubilizar* é utilizada referindo-se a *eluir*. O mesmo jogador confunde *pI* com *pH* ao formular uma estratégia: *“[...]É, aparentemente. Mas para separar essas três ela é útil. A gente faz tipo um pI 5, aí separa 4,5 do 5. [...]”*.

Por fim, após o término do jogo, o mediador perguntou aos jogadores suas impressões sobre a atividade. Os alunos afirmaram que gostaram da abordagem. Um deles afirmou que a ferramenta lúdica facilitou o entendimento do tema de purificação de proteínas quando comparado à aula expositiva, conforme o trecho a seguir:

527.Mediador: O que vocês acharam?
 528.Jogador V: Dá hora! Mara! Pena que eu não lembrava nada!
 529.Jogador G: Muito bom.
 530.Jogador N: Acho que é pra isso mesmo!
 531.Mediador: Não, mas não tem problema, acho que é pra isso mesmo.
 [...]
 539.Jogador G: Eu gostei muito do jogo.
 540.Mediador: Você gostou?
 541.Jogador V: Eu também gostei!
 542.Jogador N: Eu também.
 543.Jogador G: Sinto que... ele é mais... não sei.... é mais fácil de entender... porque essas coisas... Na... quando a gente aprendeu foi muito, muito confuso. Eu não entendia nada.
 544.Jogador N: A aula prática que não...
 545.Jogador V: Nenhuma... nenhuma eletroforese deu certo, né?
 546.Jogador G: Nenhuma deu certo! Foi difícil”.

De forma geral, os diálogos apresentados sugerem que o jogo didático apresentou uma dinâmica que permitiu aos jogadores exercitar a habilidade de

planejamento e teste de hipóteses e realizar discussões para a tomada de decisão. Além disso, foram introduzidos conhecimentos da área de purificação de proteínas, que geraram debates acerca de alguns conceitos estruturais e físico-químicos deste grupo de moléculas.

Na época da aplicação, algumas regras do jogo e recursos não estavam totalmente estabelecidas, no entanto, elas não impediram a realização da dinâmica principal do jogo. As considerações feitas pelos participantes, bem como outras modificações foram incorporadas à versão final.

3.5. Discussão

O Jogo “Pura Proteína! – Uma experiência no Laboratório de Bioquímica” é um jogo didático de tabuleiro desenvolvido a partir de três objetivos: (1) desenvolver habilidades e competências de planejamento e execução de hipóteses científicas; (2) aplicar alguns conceitos de estrutura de proteínas na prática da purificação; e (3) introduzir os principais conceitos de purificação de proteínas.

Para cumprir o primeiro deles, elaborou-se um sistema de jogo que permitiu simular “experimentos” realizados nestas práticas, bem como verificar a eficácia deles a partir da execução de “ensaios” bioquímicos. O uso de simuladores virtuais é recorrente na educação em bioquímica (BOOTH, A. G., 1986; MARSON e TORRES, 2006; WHITE *et al.*, 2010). Galembeck e colaboradores (1998) apontam que estas ferramentas apresentam uma vantagem clara: a capacidade de produzir resultados em um curto período, bem como gerá-los sem erros de caráter procedimental. Mesmo que neste caso se trate de um material analógico, ele apresenta capacidade semelhante.

Ao elaborar e executar as estratégias, os estudantes realizam atividades investigativas que foram precedidas pela apresentação de um problema, semelhante ao que ocorre na ciência vigente. A elaboração dessa situação é de extrema importância em uma prática investigativa (CARVALHO, 2018). Ressalta-se, no entanto, que o problema introduzido pelas Cartas de Objetivo cumpre função motivadora, não sendo trabalhado ao longo do jogo. Os verdadeiros problemas são derivados das decisões tomadas pelos jogadores para separar as proteínas. Isto é, os alunos não extraem informações da carta

para elaborar um plano de trabalho, o que parece contradizer os pressupostos da abordagem didática. É necessário considerar o jogo em sua integridade como objeto de investigação, pois ele se assemelha a um “problema de aula de laboratório”, que levará os estudantes à procura de relações entre conceitos já aprendidos (CARVALHO, 2018). Por outro lado, as Cartas de Objetivo, ao apresentar temas relacionados ao câncer, evolução biológica, produção industrial de *Whey protein*, alergia ao leite etc., relacionam-se ao movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade, um dos eixos da alfabetização científica, contemplado no ensino por investigação (SASSERON, 2013).

A transcrição dos diálogos revelou que os jogadores elaboraram uma hipótese ou um plano de trabalho, executaram-no, discutiram os dados obtidos e fizeram conclusões. Ainda que as falas transcritas não nos informem, com clareza, qual foi a hipótese formulada por cada dupla de jogadores - dada a natureza do dado, limitado à comunicação verbal -, verificou-se que houve a elaboração de um plano de trabalho a partir das comparações entre os dados fornecidos inicialmente e os métodos disponíveis.

Adicionalmente, a tomada de decisão - evidência da autonomia do sujeito e característica tão importante em jogos e metodologias ativas - era baseada em argumentos discutidos pelos jogadores, sejam eles mais ou menos robustos. A literatura destaca que, mesmo nas práticas experimentais investigativas, muitos alunos buscam sempre o caminho mais fácil para solucionar o problema (ROSSI-RODRIGUES e GALEMBECK, 2009; SILVA e GALEMBECK, 2017). Isto não foi observado neste relato, uma vez que os jogadores se mostraram muito engajados durante a partida. A amostra não nos permite generalizar, mas dá indícios de que os alunos estavam imersos na atmosfera lúdica, não aparentando desleixo ou preguiça de pensar.

Inevitavelmente, estratégias elaboradas em interpretações errôneas, levaram os jogadores a cometerem erros. Contudo, o insucesso não foi penalizado, mas sim, uma forma de refletir criticamente sobre as ações elaboradas e refazer a estratégia. Carvalho (2011) afirma que, em uma prática investigativa, é ideal que o ambiente seja encorajador, no qual os alunos não devem ter medo de se expor e o erro não deve ser qualificado, mas tratado como uma oportunidade de aprender.

Ao longo da partida, várias discussões foram feitas entre os participantes e em determinado momento, todos os jogadores participaram de uma discussão sobre um conceito científico. Essas interações sociais, representadas pelo intercâmbio de ideias, são reconhecidas pela teoria de Vygostky (1991) como contribuições ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Messeder-Neto e Morillo (2018) apontam, no entanto, que a interação entre os pares é limitada pelo par mais capaz. Por tal razão, a presença constante e atenta de um mediador, um professor ou um monitor mais experiente, durante o jogo é fundamental para o sucesso da experiência educativa. Mesmo que o mediador tenha participado como um jogador, o que teve algumas consequências ao jogo, sua presença foi necessária em várias situações em que os alunos expunham suas incertezas.

O segundo objetivo educacional era aplicar os conceitos de estrutura de proteínas à prática de purificação. Enquanto a atividade principal concentrava-se no processo investigativo, algumas perguntas de revisão sobre aspectos estruturais das proteínas-alvo foram abordadas. Elas tiveram caráter superficial, porém, considera-se que o entendimento dos princípios de purificação está fundamentado em características estruturais das proteínas, derivadas das propriedades físico-químicas dos grupos químicos que as constituem. Na época da aplicação, o uso dos *QR codes* conectados ao PDB não tinha sido implementado, portanto, não foi possível observar o efeito deste recurso na dinâmica de jogo.

Ainda sobre a atividade secundária, observou-se também que ela injetou ludicidade através da sorte, o que propiciou momentos emocionantes durante a partida. Esta característica também contribuiu para o sucesso da aplicação, uma vez o recurso didático ainda é um *jogo*, portanto, deve possuir tanto a função lúdica quanto a função educativa em equilíbrio (KISHIMOTO, 2011).

O último objetivo era introduzir os conhecimentos relativos à prática de purificação de proteínas. Desde as primeiras concepções deste material, não se pretendia que, ao jogar, o estudante adquirisse conhecimentos profundos sobre a purificação destas biomoléculas, mas sim, que este tema permitisse discussões sobre a estrutura das proteínas, o que, de fato, aconteceu.

Uma vasta quantidade de métodos de separação, bem como ensaios de rastreamento, contempla a prática de purificação de proteínas. A cada década,

además, eles são modernizados com os avanços das pesquisas científicas. Optou-se, nesta proposta, por simplificar ao máximo esses métodos e evitar a memorização de informações, o que mostrou estar ajustado ao nível dos jogadores. Quando algum dado não era bem compreendido, o aluno poderia ser assistido pelo mediador.

Ressalta-se que esta aplicação ocorreu em condições específicas: em período extraclasse, após o encerramento do semestre, e com participação voluntária. Cada um destes fatores teve impactos na aplicação, como por exemplo, um jogador que relatou não se lembrar mais dos conteúdos de proteínas, e que isso prejudicou seu rendimento no jogo. Portanto, a implementação do objeto de ensino deve ser cuidadosamente planejada de forma a ser pertinente no currículo (CUNHA, 2012). Además, para enriquecer a experiência educativa promovida a partir do lúdico, é interessante que haja um momento de formalização do conhecimento, que pode ocorrer na forma de discussão, exercício etc. À semelhança das atividades investigativas, Carvalho (2013), baseada em uma perspectiva piagetiana, propõe que é necessário que ocorra a passagem das ações manipulativas em ações intelectuais, o que é formalizado a partir, por exemplo, de atividades escritas.

Uma análise mais detalhada do sistema de jogo, permite observar que ele é constituído por três mecânicas simples. São elas: fazer ações (execução dos métodos ou testes), a partir do investimento de uma “moeda” (as fichas de proteína bruta ou pura); obter mais “moedas” em pequenos desafios (responder perguntas) e uma mecânica de sorte (tirar uma carta aleatória do baralho de cartas coloridas). Esta combinação gerou uma grande quantidade de alternativas, advindas das possibilidades de combinação entre os seis métodos escolhidos para cada proteína.

Ainda que o número exagerado de cartas não tenha causado nenhum empecilho durante a partida, ele pode inviabilizar a difusão do material em outras instituições, já que há um alto custo para produzir este tipo de jogo. Uma solução possível é, no futuro, tornar “Pura Proteína!” um jogo híbrido, no qual, parte dos componentes estariam disponíveis em uma plataforma virtual (as Cartas de Resultado, Resultado de Teste, por exemplo) e outra parte está disponível fisicamente.

Infelizmente, a amostra apresentada neste estudo é pequena, o que faz desta avaliação um teste piloto para delimitar os parâmetros que devem ser adotados para uma futura investigação com o grupo apropriado. O cancelamento das aulas presenciais no início de 2020, dada a pandemia da COVID-19, inviabilizou mais aplicações do jogo e, portanto, impediu aferir o potencial educacional do jogo didático de forma mais robusta. Este relato, no entanto, apresenta um indício de que o jogo didático “Pura Proteína! - Uma Experiência no Laboratório de Bioquímica” foi capaz de atingir os objetivos educacionais propostos, integrando os aspectos bioquímicos da prática de purificação de proteínas com a ludicidade.

4. Perfil Lipídico

4.1. Introdução

Lipídeos são uma classe de biomoléculas agrupadas por sua alta solubilidade em soluções orgânicas e hidrofobicidade (MARZZOCO e TORRES, 2015). Eles são amplamente distribuídos nos seres vivos e possuem várias funções, dentre elas: participam das estruturas de membranas biológicas, de processos de sinalização celular, são fontes de energia, constituem vitaminas e pigmentos (FAHY *et al.*, 2011; ZHANG *et al.*, 2021).

Esta variedade de funções é possibilitada pela diversidade de suas estruturas. Os fosfolipídeos, por exemplo, são de natureza anfifílica, o que possibilita a formação de agregados lipídicos como bicamadas (MENDER, 2005; DRESCHER e HOOGEVEST, 2020). Por outro lado, os triacilgliceróis são hidrofóbicos e altamente reduzidos, o que os torna ideais para reservar energia sem o efeito osmótico da água, diminuindo o volume nos tecidos de armazenamento (MARZZOCO e TORRES, 2015).

Este grupo de moléculas também possui elevada importância nutricional. Os ácidos graxos poli-insaturados das famílias ômega-3 e ômega-6, encontrados em óleos vegetais e de peixes, são precursores de outros ácidos graxos e de fosfolipídeos (MERÇON, 2010). Estas moléculas, no entanto, não são sintetizadas pelos seres humanos, sendo necessária a suplementação pela alimentação. Sabe-se que uma dieta equilibrada em quantidade e qualidade de lipídeos é indispensável na prevenção de doenças (ALABDULKARIM *et al.*, 2012).

Por estes exemplos, verifica-se a importância do estudo dos lipídeos. No ensino de graduação, no entanto, este conteúdo é apresentado de forma sutil. A visão de como a estrutura de lipídeos deve ser abordada parece não ser consensual até nos livros-textos. Enquanto os *Princípios de Bioquímica de Lehninger* (NELSON e COX, 2019), canônica referência de estudo, dispõe um capítulo para apresentar várias classes de lipídeos, outros livros apresentam apenas os componentes lipídicos pertinente ao estudo das membranas biológicas em uma única sessão (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2014); ou

ainda em um apêndice, junto com a estrutura de carboidratos, intitulado “Revisão de Química Orgânica” ao final do livro (DEVLIN, 2011).

Observa-se, concomitantemente, que algumas propostas curriculares enfatizam mais a estrutura de proteínas e de ácidos nucleicos, ao invés da estrutura de lipídeos e carboidratos (PUGHT e SCHULTZ, 2000; VOET *et al.* 2003). Esta diferença é compreensível, já que o primeiro grupo de moléculas apresenta certa complexidade e é essencial nos processos biológicos. Nas pesquisas de educação em bioquímica, faz-se a mesma constatação. No levantamento bibliográfico de Pereira, Gonçalves e Hornink (2020), por exemplo, os autores detectaram vários trabalhos que discorriam sobre a temática de “proteínas”, enquanto não há um registrado claro se havia trabalhos nacionais sobre lipídeos.

Escassos são os relatos de atividades educativas sobre os lipídeos alternativas à aula expositiva. Em sua maioria, elas centram-se em práticas experimentais, que podem: explorar a purificação de um lipídeo por técnicas diversas (TABER *et al.*, 2011; BENDISCAKAS *et al.*, 2014; VEDIA *et al.*, 2017), enfatizando apenas aspectos estruturais de uma classe de lipídeos ou experiências com micelas ou membranas (PUGHT e SCHULTZ, 2000).

Quanto a estratégias que utilizam a ludicidade, o filme *Lorenzo's Oil* já foi utilizado para promover debates que correlacionem a química dos lipídeos a doenças (WINK, 2011; GONÇALVES; AVENIR-FERREIRA, 2020). Há também dois jogos didáticos publicados sobre este tema: um quebra-cabeças da estrutura de lipídeos (BÜDY, 2012) (vide Figura 5-B); e um jogo inspirado na Batalha Naval, intitulado “*You sank my lipid rafts!*” (CAMPBELL, 2009). Adicionalmente, este tema pode ser contemplado em jogos didáticos que abordem, de forma geral, as estruturas de todas as classes de biomoléculas, como em *Bioquim 4x* (FARKUH e PEREIRA-LEITE, 2014).

Compreender as principais classes de lipídeos, no entanto, é de extrema importância, uma vez que suas características químicas determinam seus efeitos biológicos. Dessa forma, tendo em vista os poucos materiais desenvolvidos para o ensino de lipídeos para o ensino superior, bem como as múltiplas vantagens do uso de jogos no ensino de bioquímica – já descritas nessa dissertação -, este trabalho teve como objetivo elaborar um jogo didático sobre a estrutura de lipídeos, enfatizando a diversidade estrutural destas moléculas.

4.2. Objetivos

Pretendeu-se, neste trabalho, elaborar um jogo didático que vise:

- Conhecer a diversidade estrutural dos lipídeos;
- Desenvolver habilidades de reconhecimento de estruturas químicas associadas a estas moléculas;
- Estimular o trabalho em grupo.

4.3. Materiais e Métodos

4.3.1 Desenvolvimento do Jogo

Para desenvolver o jogo, inspirou-se no jogo Perfil (GROW©). Na versão original, os jogadores devem descobrir a identidade de um objeto, pessoa ou lugar a partir de pistas. Nesta adaptação, a dinâmica do jogo sofreu algumas alterações, visando atender aos objetivos educacionais propostos. Para a reformulação foram estabelecidos os critérios apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 - Objetivos Educacionais, Critérios e Características do Jogo Perfil Lipídico.

Objetivo	Critérios	Característica/Ação
1	Conhecer a estrutura geral de alguns lipídeos.	Presença de Carta de Referência com a estrutura de todos os lipídeos do jogo. O componente está disponível para consulta.
	Evitar a memorização de nomes de moléculas.	
1	Relacionar o nome da molécula à sua estrutura.	Presença de Carta de Resposta, que exige que o jogador desenhe a estrutura e a nomeie.
1	Identificar o lipídeo.	Dicas que contém Informações que descrevem o lipídeo por sua estrutura e função biológica, quando possível.
2	Diferenciar as estruturas químicas de cada grupo de lipídeos.	Presença de fichas de estruturas que podem ser combinadas e montar a estrutura de um lipídeo.
2	Familiarizar-se com a nomenclatura de estruturas químicas presentes neste grupo.	Decodificar a pista emitida pelo mediador para descobrir a estrutura.
3	Distribuir tarefas entre os jogadores.	Variedade de ações disponíveis para facilitar a interpretação das pistas. São elas: escrever, desenhar a estrutura da molécula, procurar a estrutura nas fichas ou em materiais de referência.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.2. Avaliação preliminar

Foi feita uma avaliação preliminar a fim de obter indícios do potencial educacional da ferramenta desenvolvida. Nesta pesquisa, os participantes eram estudantes de pós-graduação em Bioquímica e áreas correlacionadas (Química, Genética, etc.) da Universidade de São Paulo e da Universidade Federal de Uberlândia. Este grupo-teste foi escolhido por serem alunos que possuem algum conhecimento prévio sobre o tema, mesmo não sendo especialistas da área de química de lipídeos.

A participação na pesquisa foi voluntária e a aplicação ocorreu de maneira remota. Utilizou-se a plataforma de videoconferências *Google Meet*. As regras do jogo foram adaptadas para facilitar a execução da atividade no novo formato. Estas alterações incluíram: (a) o envio dos arquivos virtuais das Fichas de Estrutura e da Carta de Referência aos jogadores, que puderam consultá-los durante todas as partidas; (b) a apresentação do desenho da estrutura na Carta de Resposta pela *Web Cam* como forma de avaliação da resposta; (c) os participantes jogaram individualmente; (d) Alterações no uso das cartas bônus. Estes recursos não foram utilizados integralmente, uma vez que suas ações seriam relevantes para o jogo apenas em aplicações presenciais e em grupos.

Também foi feita uma avaliação qualitativa a partir da gravação e transcrição de aplicações do jogo. A partir das falas entre os jogadores e com o mediador, buscaram-se relações que fornecessem indícios do poder educativo do jogo. Também foram analisados os desenhos produzidos pelos jogadores durante as partidas. Após a aplicação, os jogadores responderam a um questionário, no qual, além de indicar seu grau de apreciação ao jogo e o nível de dificuldade (em escala de 0 a 10), os entrevistados responderam a questões dissertativas que exploravam suas impressões e sugestões (Quadro 11).

Os participantes também emitiram seu grau de concordância com algumas afirmações. Utilizou-se, como referência, a escala proposta por Likert (1932) de cinco pontos, variando em um gradiente de 1 (Discordo Fortemente) a 5 (Concordo Fortemente). As afirmações de número 1-5 do documento, por outro lado, foram escritas a partir do modelo de avaliação de jogos proposto por Savi e colaboradores (2010), enquanto as proposições de número 6, 7 e 8 versavam sobre a aplicabilidade e os efeitos da ferramenta nas concepções prévias sobre

a Bioquímica (Quadro 11). O questionário está disponível integralmente no Apêndice E.

Quadro 11 - Afirmações e Questões dissertativas do Questionário de avaliação do Jogo "Perfil Lipídico".

Item	Aspecto	Categoria	Afirmativa
1	Game User Experience*	Divertimento	Eu me diverti durante a aplicação do jogo.
2	Motivação*	Relevância	Acredito que este jogo pode contribuir para o aprendizado de estudantes de graduação.
3			Pude relacionar o conteúdo do jogo com os tópicos abordados em disciplinas de Bioquímica na graduação.
4		Satisfação	Eu senti que aprendia novos conceitos enquanto jogava.
5			Eu senti que relembrei conceitos enquanto jogava.
6	Aplicabilidade		A dinâmica (modo de jogar) do jogo permite que ele seja aplicado facilmente em sala de aula.
7	Educação em Bioquímica		Este jogo auxilia a mudar a concepção de que “bioquímica é difícil”.
8			Este jogo não contribui para mudar a concepção de que “bioquímica é difícil”.
Questões Dissertativas (Seção V)			
1	Se você ministrasse uma disciplina de bioquímica, você aplicaria este jogo? Justifique		
2	Como foi sua experiência ao jogar “Perfil Lipídico”? O que poderia ser melhorado? Deixe uma crítica ou sugestão!		

* Segundo proposto por Savi *et al.* (2010).

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4. Resultados

4.4.1. O Jogo

"Perfil Lipídico" foi nome dado ao jogo didático desenvolvido (Figura 27-A). O título é intencionalmente dúbio, já que pode se referir ao jogo que serviu de inspiração ou ao exame clínico de mesmo nome. O recurso didático é composto por cartas e fichas e o objetivo do jogo é descobrir, a partir de dicas,

a identidade de um lipídeo (Figura 27-B). A atividade comporta de três a doze jogadores, optando-se por organizá-los em grupos quando o número total de participantes for superior a quatro. A presença de um mediador (monitor ou professor) é necessária para condução da atividade. A aplicação pode ser feita em sala de aula ou em outros espaços e possui duração aproximada de 30 minutos.

Figura 27- Identidade Visual do Jogo Perfil Lipídico



(A) Logotipo do Jogo (B) Exemplar do Jogo, mostrando sua caixa e componentes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.1.1. Componentes do Jogo

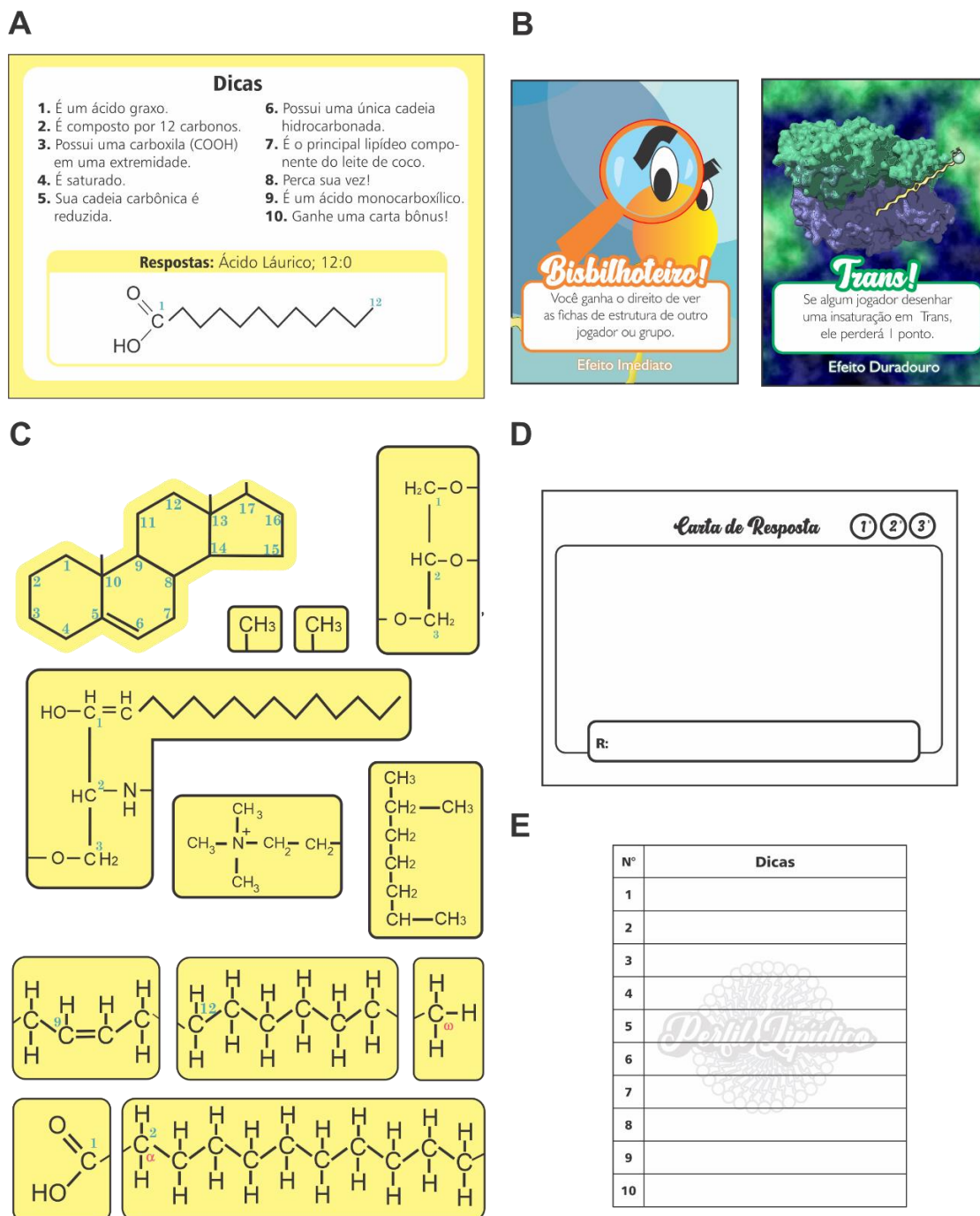
O jogo é constituído por cartas e fichas. O Quadro 12 apresenta os componentes e suas funções no jogo, enquanto as Figuras 28 e 29 os exemplificam.

Quadro 12 - Componentes do jogo "Perfil Lipídico" e suas respectivas funções.

Componente	Função no Jogo
Carta de Perfil	Apresentar as estruturas e de dicas dos lipídeos presentes no jogo.
Fichas de Estrutura	Possibilitar aos jogadores fazer combinações dos grupos químicos que formam a molécula sorteada.
Carta de Resposta	Identificar e desenhar a molécula do palpite.
Ficha de Dicas	Anotar as dicas que são reveladas ao longo da partida.
Carta de Referência	Consultar a estrutura ou nome do lipídeo.
Carta Bônus	Alterar a dinâmica do jogo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

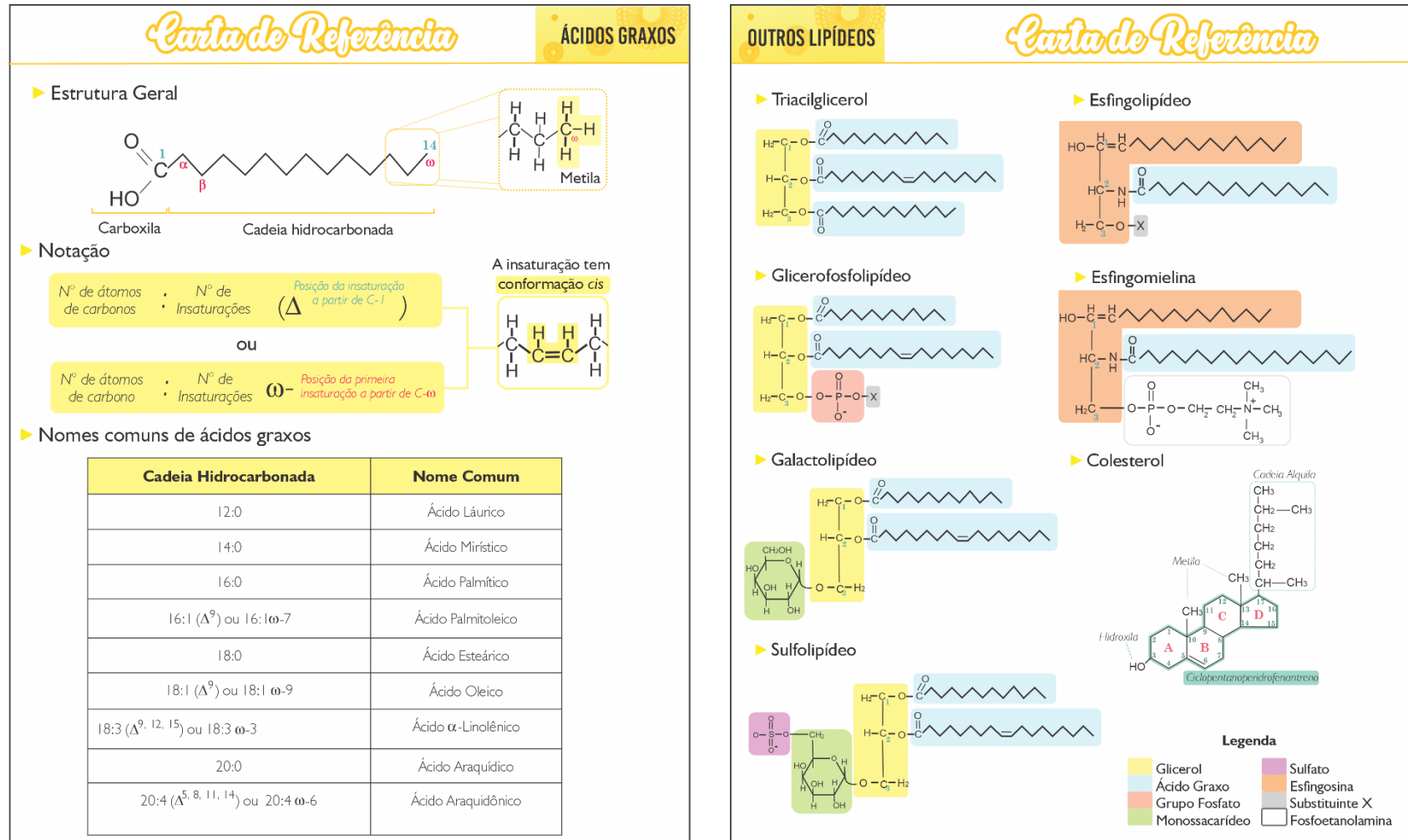
Figura 28 - Componentes do Jogo Perfil Lipídico.



(A) Carta de Perfil; (B) Cartas Bônus; (C) Fichas de Estrutura; (D) Cartas de Resposta; (E) Ficha de Dica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 29 - Carta de Referência do Jogo Perfil Lipídico.



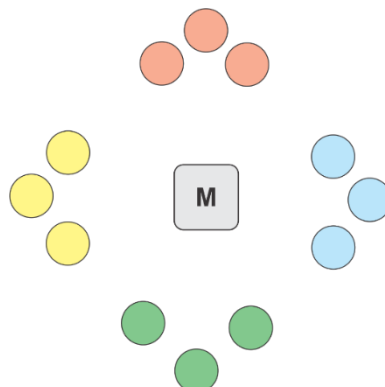
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.1.2. Dinâmica do Jogo

Em Perfil Lipídico, os jogadores devem descobrir a estrutura e o nome de um lipídeo sorteado. A seguir será descrita, brevemente, a dinâmica do jogo considerando um grupo de doze alunos e um professor.

Os estudantes deverão ser distribuídos em trios; cada grupo deverá receber um conjunto de Fichas de Estrutura (identificado por cores diferentes, como na Figura 30), uma Carta de Resposta e uma Ficha de Dicas. O mediador, por outro lado, terá em seu controle as Cartas de Referência, Cartas de Perfil e as Cartas Bônus.

Figura 30 - Disposição dos jogadores, em equipes (círculos coloridos), e do mediador (ao centro) durante aplicação do jogo.



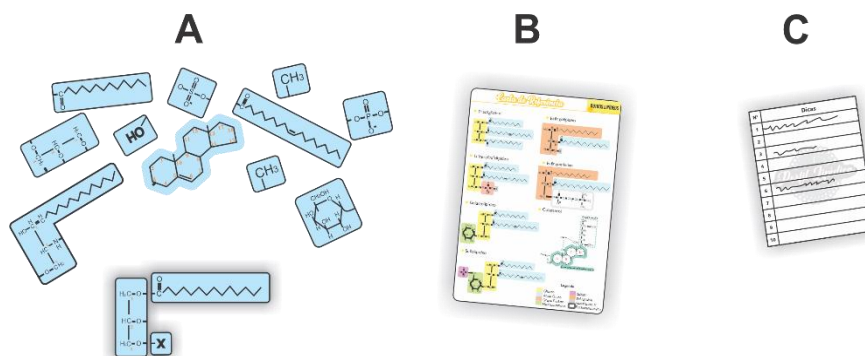
Fonte: Elaborado pelo autor.

O jogo se inicia quando uma Carta de Perfil, contendo as informações e a estrutura de um lipídeo, for sorteada pelo mediador. Estas cartas contêm dez dicas, das quais oito são informações sobre a molécula; as demais alteram a dinâmica do jogo (“perca sua vez” e “receba uma carta bônus”). Três a quatro são dicas-chaves, isto é, contêm informações decisivas para resolver o desafio. Ao todo, dispõe-se de quinze lipídeos - oito são ácidos graxos e sete lipídeos complexos, conforme apresentado na Carta de Referência (Figura 29).

Cada grupo, em seu turno, deverá solicitar uma dica ao mediador. Ela será lida em voz alta e os jogadores deverão tentar interpretar a informação. Para esta tarefa, eles podem anotar as informações na Ficha de Dicas, tentar esquematizar a estrutura da molécula utilizando as Fichas de Estrutura ou solicitar a Carta de Referência ao mediador (Figura 31).

Quando um grupo de jogadores fizer uma suposição sobre a identidade do lipídeo, poderá solicitar tempo ao mediador (2 minutos) para desenhar a estrutura da molécula e nomeá-la na Carta de Resposta. O grupo deverá gritar “Perfil Lipídico” para interromper a partida e entregar o desenho ao mediador. Outros jogadores, caso queiram, também podem tentar entregar suas Cartas de Respostas.

Figura 31 – Elementos utilizados para interpretar uma dica.



(A) Fichas que permitem montar as estruturas dos lipídeos; (B) Carta de Referência para conferir os dados; (C) Ficha para anotação das dicas

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Carta de Referência pode ser consultada para conhecer ou confirmar o nome e a estrutura da molécula, não havendo necessidade prévia de memorização. Para utilizá-la, os jogadores devem solicitar o componente ao mediador. Apenas duas cópias da Carta de Referência são disponibilizadas por jogo, portanto, ela não deve permanecer sob posse de nenhum grupo por mais de um turno.

A nomenclatura dos lipídeos complexos é a mesma indicada na Carta de Referência. Para os ácidos graxos se aceita, além do nome comum, as notações formalmente utilizadas para indicar suas cadeias hidrocarbonadas. O ácido α -linolênico, por exemplo, pode ter sua cadeia carbônica representada pela notação 18:3 ($\Delta^{9,12,15}$), utilizando-se o carbono da carboxila como referência.

Por fim, o mediador deverá avaliar a resposta apresentada pelos jogadores. Para isto, ele poderá comparar a Carta de Resposta entregue com as informações contidas na Carta de Perfil e atribuir pontos, de acordo os critérios propostos na tabela de pontuação (Quadro 13). Se a identidade do lipídeo tiver sido descoberta, o jogo terminará; caso contrário, a atividade continuará até que

algum grupo descubra a molécula. Se todas as pistas forem lidas e nenhum grupo descobrir, todos os jogadores perdem a partida.

Quadro 13 - Critérios para pontuação da Carta de Resposta do jogo “Perfil Lipídico”.

Critério	Pontos
Estrutura correta	8
Nome da molécula correta	2
Estrutura ou nome incorretos	0
Ser o primeiro a entregar a Carta de Resposta ao mediador	3
Ser o segundo a entregar a Carta de Resposta ao mediador	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante as partidas, os jogadores também podem utilizar Cartas Bônus (Figura 32). Elas darão vantagens ou desvantagens aos jogadores, permitindo alterar a dinâmica do jogo. Uma Carta Bônus é obtida quando a dica “Ganhe uma Carta Bônus” é escolhida pelo grupo. Estas cartas são divididas em duas categorias: efeito imediato, que dão vantagens ao jogador durante o turno e retornam ao baralho logo após a realização da sua ação e as cartas de efeito duradouro, que ajudam a acumular pontos e têm validade de seu efeito durante toda a aplicação.

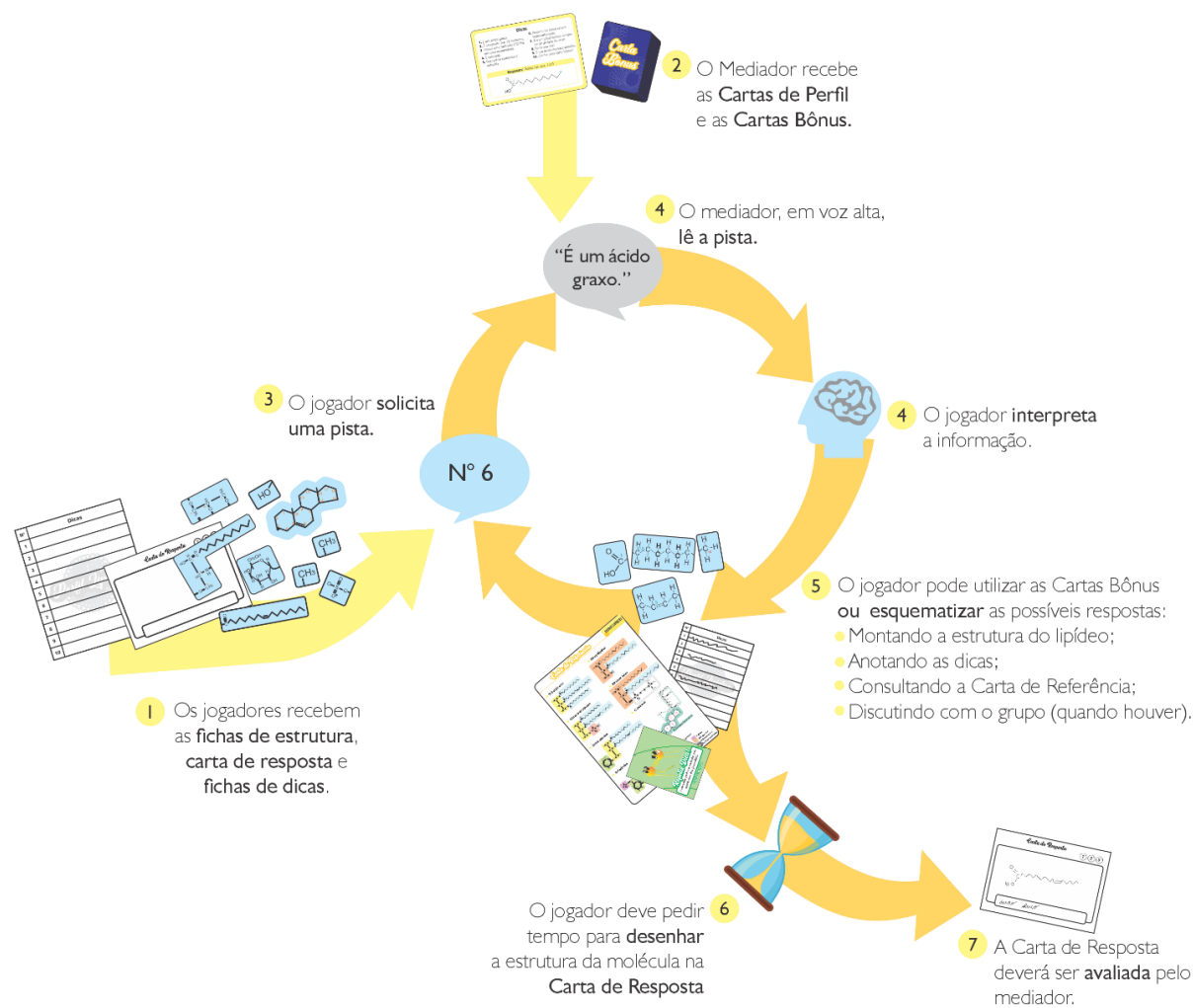
Figura 32- Cartas Bônus.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada rodada tem duração média de dez minutos. Recomenda-se que sejam feitas três delas e, ao final da atividade, somem-se os pontos obtidos, para assim determinar um grupo vencedor. A Figura 33 resume um esquema da dinâmica descrita.

Figura 33 - Dinâmica do Jogo Perfil Lipídico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.2. Avaliação Preliminar

Avaliação Qualitativa

Duas aplicações, com participantes diferentes, foram monitoradas a partir da gravação e transcrição do áudio. Estes dados forneceram indícios da dinâmica projetada, bem como do desenvolvimento dos jogadores ao decorrer da aplicação. As transcrições estão integralmente disponíveis nos Apêndices F e G.

Os participantes da primeira aplicação foram chamados de Jogadores M e A (Grupo 1), enquanto os Jogadores A, J e S (Grupo 2) participaram da segunda aplicação (Figura 34). Vários lipídeos foram sorteados durante as rodadas, porém o galactolipídeo, um lipídeo complexo, e o ácido oleico, um ácido graxo, foram sorteados em ambos os grupos. Estas duas moléculas serão utilizadas para exemplificar a experiência educacional proporcionada pelo jogo.

Figura 34 - Resumo das partidas nos grupos de aplicação.

Grupo 1		Grupo 2	
Rodada		Jogador	
		M	D
1°	Galactolipídeo		
2°	Triacilglicerol		
3°	Ácido α -Linolênico		
4°	Ácido Oleico		

Rodada		Jogador		
		A	J	S
1°	Ácido Oleico			
2°	Ácido Araquidônico			
3°	Esfingolipídeo			
4°	Galactolipídeo			

A cor cinza determina o vencedor da rodada, enquanto a branca, o perdedor. Em alguns casos, ocorreu empate entre os participantes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As rodadas de aplicação dos dois lipídeos foram retratadas a partir de um *diagrama de percurso dedutivo possível* (Figuras 35 e 38). Este mapa retrata, através da intensidade da cor, quais lipídeos tinham maior probabilidade de palpite correto em função das dicas reveladas. Esta análise permitiu verificar se a dinâmica projetada forneceu informações suficientes para identificar o lipídeo. As esferas coloridas indicam as respostas dadas pelos jogadores.

Durante a partida do galactolípídeo no Grupo 1, as dicas-chaves (números 4, 8 e 10) não foram totalmente reveladas, impedindo os jogadores de ter precisão sobre a identidade do lipídeo. Todavia, ambos fizeram o palpite correto. Por outro lado, todas as dicas-chave foram reveladas na aplicação do Grupo 2, permitindo aos Jogadores A e S concluir a tarefa, como verificado pela Figura 35. As representações feitas pelos jogadores não mostraram erros conceituais. Muitos deles, pressionados pelo tempo, fizeram a estrutura incompleta ou erraram na contagem de hidrogênios (Figura 36). Nas duas aplicações, os participantes tiveram acesso à Carta de Referência, portanto, a tarefa deles era copiar o desenho de sua estrutura.

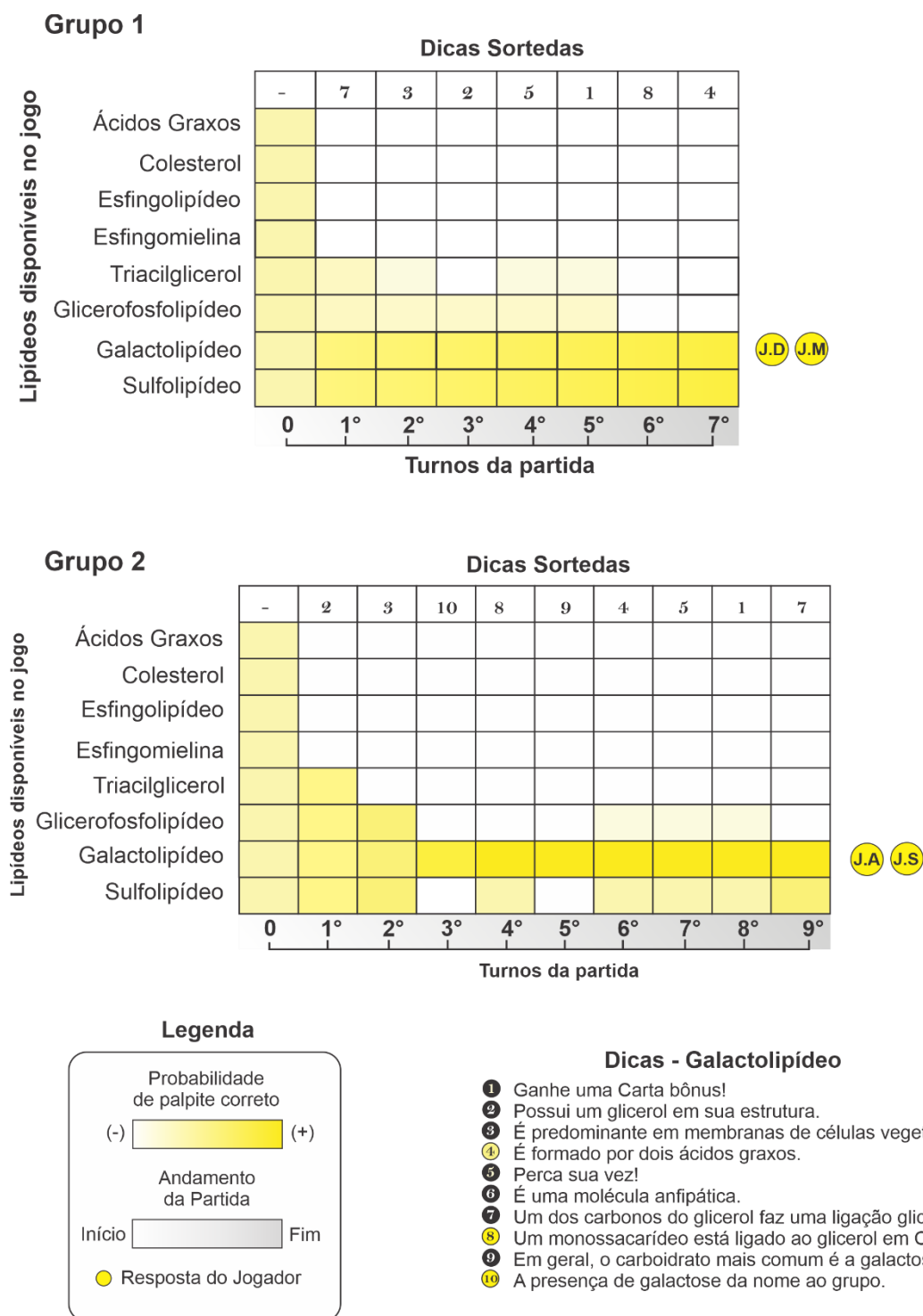
Quanto à atividade de desenho, a opinião dos participantes foi diversa. Em alguns casos, os jogadores apresentaram receio, enquanto outros se surpreenderam com a facilidade da tarefa, conforme os diálogos a seguir:

- 115. Jogador D: Ah!
- 116. Jogador M: Eu achei que ia dar mó trabalhadeira pra desenhar, até que foi...
- 117. Mediador: Mas não dá!
- 118. Jogador M: Não dá né...

(Diálogo da aplicação no Grupo 1)

- 324. Mediador: Tempo.
- 325. Jogador J: Tem que desenhar o carboidrato certinho também?
- 326. Mediador: Tem que desenhar o carboidrato certinho.
- 327. Jogador J: Ai Jesus, Ai Jesus!
- 328. Mediador: Não vem com “ai Jesus” nada.
- 329. Jogador J: Ai ai, não uai... aí... aí é cruel.

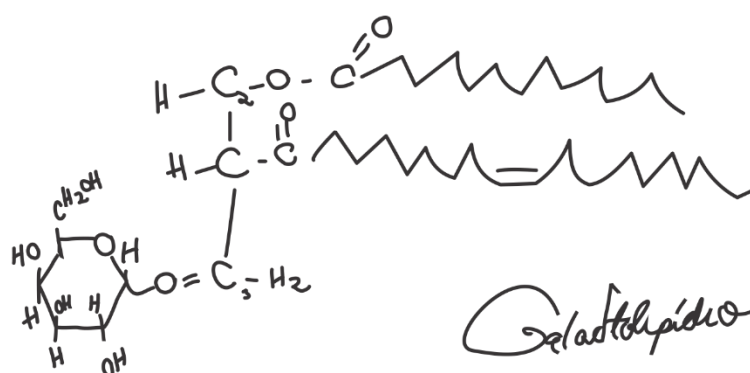
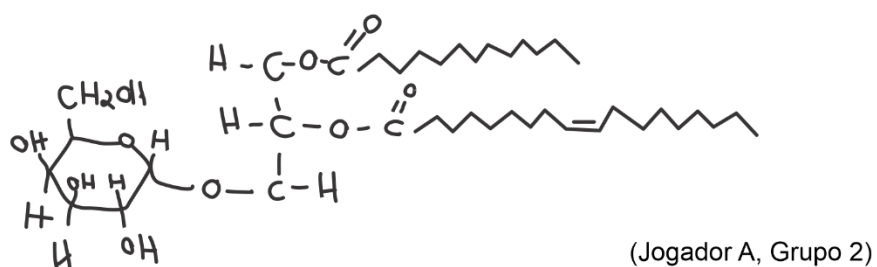
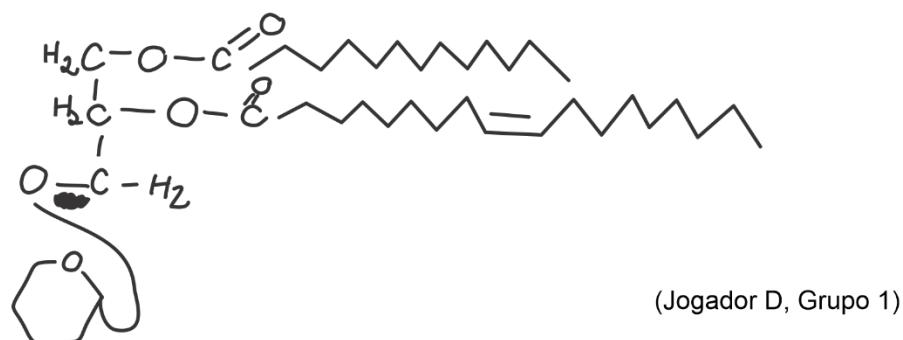
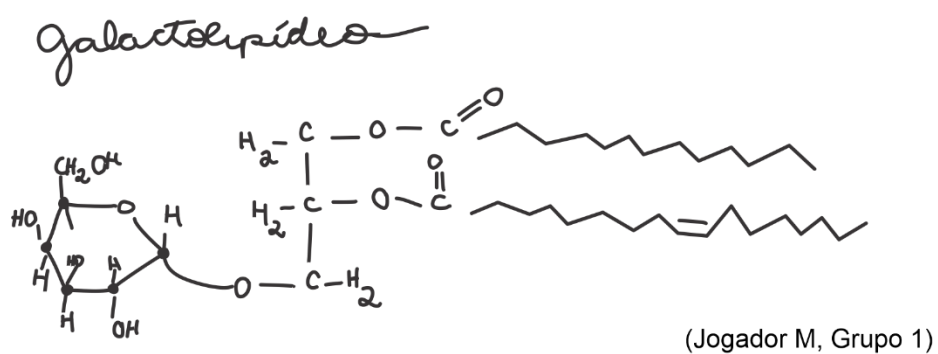
(Diálogo de aplicação no Grupo 2)

Figura 35 - Diagrama dedutivo possível das rodadas com o Galactolipídeo.

Cada diagrama representa a aplicação em um grupo de aplicação diferente. As dicas-chave estão destacadas em amarelo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 36 -Representações do Galactolípídeo elaboradas pelos jogadores.

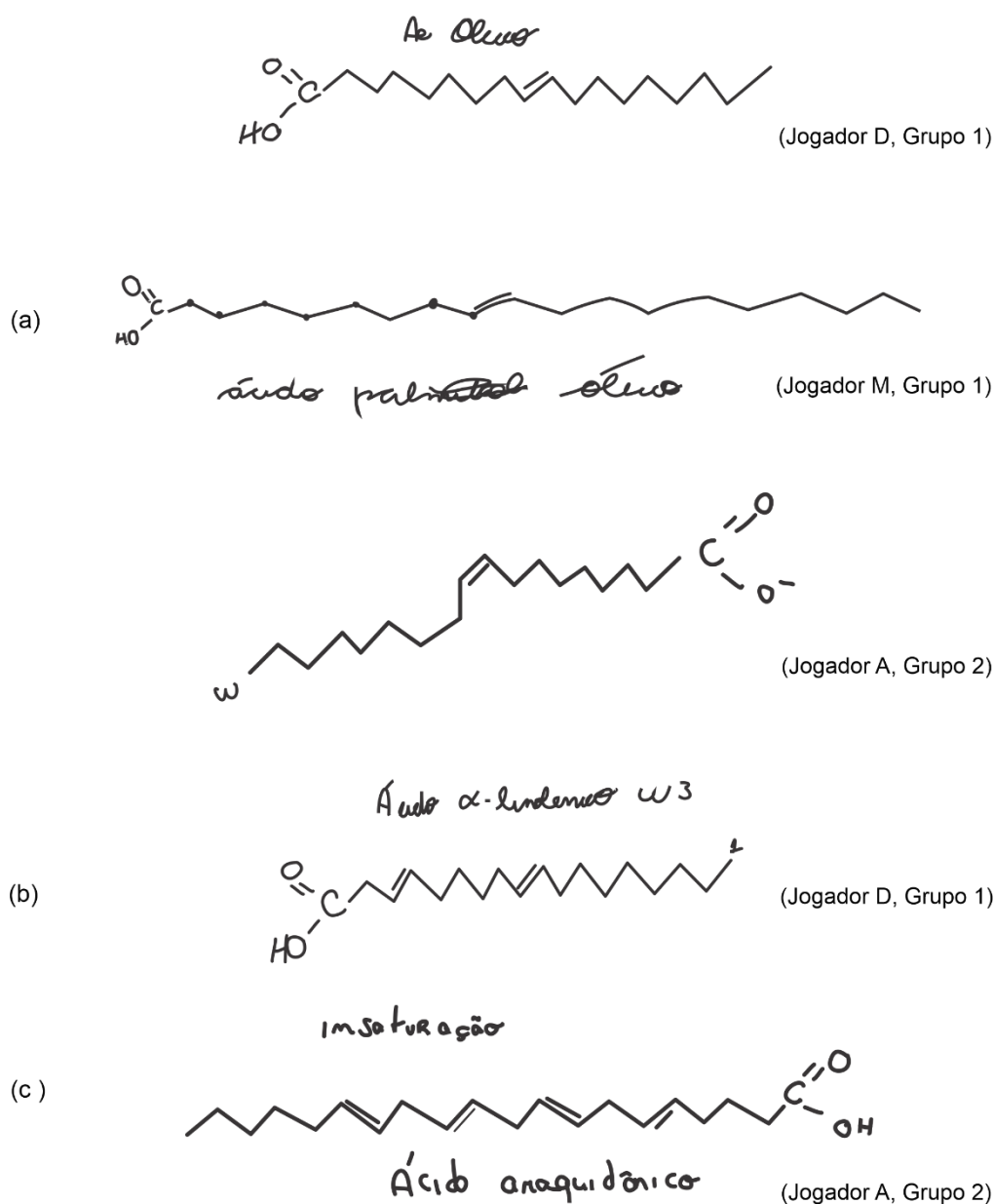


Fonte: Elaborado pelo autor.

Diferente do caso do galactolípídeo, a estrutura dos ácidos graxos disponíveis no jogo não estava representada na Carta de Referência. Foi disponibilizado apenas a estrutura geral da classe, um guia de notação das

cadeias carbônicas e uma lista dos ácidos graxos disponíveis no jogo. Em ambas as aplicações, foram reveladas dicas suficientes para identificar o ácido oleico (Figura 38). As dicas-chaves eram de números 1, 4, 6 e 8, das quais a revelação de apenas uma das duas últimas (6 *ou* 8) era suficiente para diferenciar o ácido graxo dos demais. Os desenhos apresentados, no entanto, traziam um erro conceitual: as insaturações foram desenhadas na configuração *trans* e não em *cis*, como ocorre nos lipídeos de origem biológica (Figura 37-a).

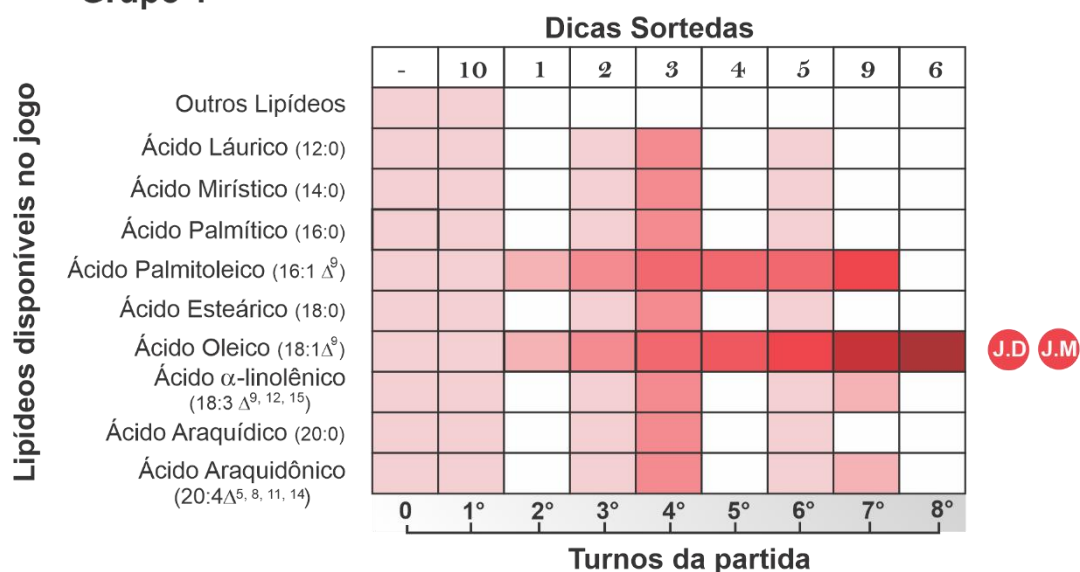
Figura 37 - Ácidos graxos desenhados pelos jogadores nas duas aplicações.



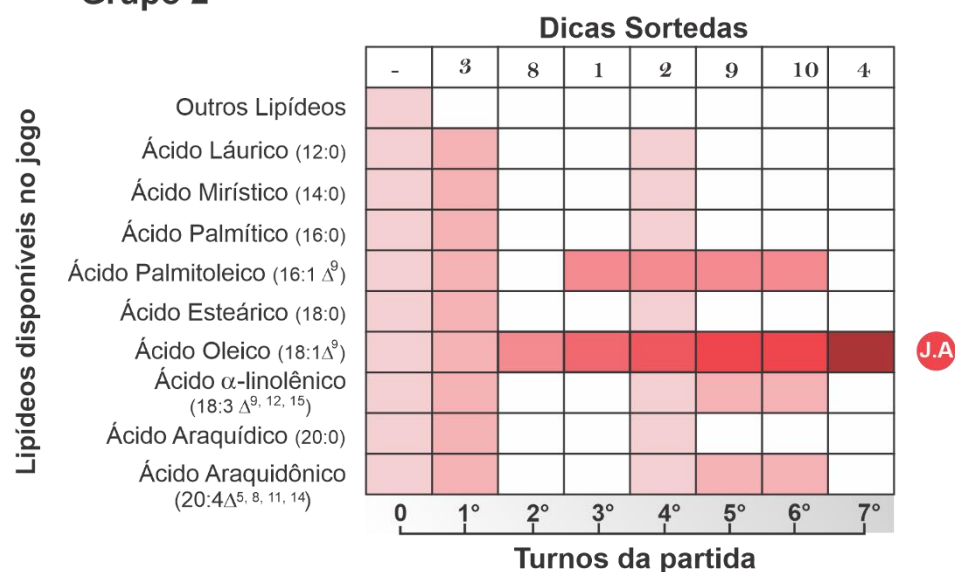
(a) Representações do ácido oleico. (b) Representação do ácido α -linolênico. (c) Representação do ácido araquidônico. Fonte: Elaborado pelo autor com dados coletados.

Figura 38 - Diagrama Dedutivo Possível das rodadas com o Ácido Oleico.

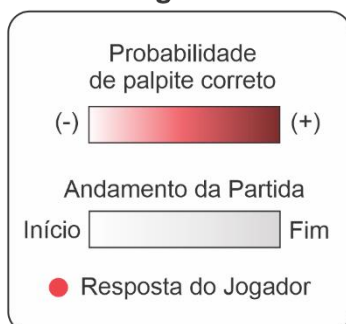
Grupo 1



Grupo 2



Legenda



Dicas - Ácido Oleico

- ① Possui uma insaturação.
- ② É um ácido graxo.
- ③ Possui uma carboxila (COOH) em uma extremidade.
- ④ A insaturação está entre os carbonos 9 e 10.
- ⑤ É um ácido monocarboxílico.
- ⑥ Possui 18 carbonos.
- ⑦ Perca sua vez!
- ⑧ É um ácido graxo ômega 9.
- ⑨ Possui função importante no metabolismo.
- ⑩ Ganhe uma carta bônus!

Cada diagrama representa a aplicação em um grupo de aplicação diferente. As dicas-chave estão destacadas em vermelho. Fonte: Elaborado pelo autor.

À exceção de um caso, sempre que um ácido graxo insaturado foi sorteado, os jogadores cometeram este erro (Figura 37). Durante a avaliação dos desenhos, o mediador discutiu a situação com os jogadores, como apresentado nos diálogos a seguir:

“167. Mediador: Então tá bom gente, a resposta é: ácido araquidônico. Só tem um detalhe no desenho do Jogador A que invalidou o desenho inteiro.

168. Jogador J: Uhum.

169. Mediador: Mostra pra gente, Jogador A.

170. Jogador A: Sim.

171. Mediador: Que que tem de diferente entre o meu desenho, da carta [de Perfil] , da estrutura aqui, e do desenho do jogador A?

172. Jogado J: As ligações do Jogador A estão em trans né?

173. Mediador M: Exatamente.

174. Jogador J: Hum...Eu tava desenhando assim, tava demorando muito. Tava tentando fazer isso mas é muito complicado.

175. Jogador S: É...

176. Mediador: Como tá escrito na carta de referência. “As insaturações tem conformação em cis, e não em trans”.

177. Jogador S: Ah eu não...

178. Jogador A: Ah sim, é verdade.”

(Diálogo entre participantes do Grupo 2)

“356. Mediador: Vai, jogador D, mostra!

[Jogador D mostra o desenho]

357. Mediador: ácido α -linolênino. Tá, agora. Então, tem um pequeno erro...

358. Jogador D: Tá errado? Ai meu deus que que eu errei?

359. Mediador: ó, vamo lá, vou abrir aqui... um, dois, três e...

360. Jogador D: Que que eu errei?!

361. Mediador: As insaturações são em trans, não em... opa! As insaturações são em cis, não em trans!

362. Jogador D: Ah, mas você vai avaliar isso?

363. Mediador: Vou, por que isso é bem.. isso é uma característica bem específica dos lipídeos.

364. Jogador D: Ah não, Mediador.”

365. Mediador: É sim! Tanto que tá...

366. Jogador M: Um gruda na artéria, o outro não. Aqueles...

367. Jogador D: Ah não, Mediador.

368. Mediador: Tanto que tá escrito aqui, ó

369. Jogador D: não tô acreditando!

370. Mediador: Tá escrito aqui [na carta de referência]. “As insaturações são sempre em cis”.

371. Jogador D: Ah, eu não li aqui isso ai!

372. Mediador: Uai, bom aí isso não é problema meu!

[Todos os jogadores riem]

373. Jogador D: Não, mas só porque eu errei a posição? O resto tá certo!

374. Jogador M: Pois é! É verdade, mediador. Você tá sendo carrasco!

(Diálogo entre participantes do Grupo 1)

Nos diálogos 167-178, o Jogador A justificou ter desenhado as insaturações em *trans* pela dificuldade em desenhar a configuração das insaturações em *cis*. Ressalta-se que a informação sobre a configuração estava descrita na Carta de Referência, mas os demais participantes aparentam ter apenas percebido o detalhe quando o mediador comentou com eles.

Na aplicação do Grupo 1, no entanto, o Jogador D mostrou-se indignado com a correção do mediador, admitindo que, mesmo tendo consultado a Carta de Referência, não havia lido a informação. O jogador M fez uma brincadeira referindo-se a patologias associadas à ingestão elevada de ácidos graxos *trans* “*Um gruda na artéria, o outro não [...]*”, o que indica que ele tinha algum conhecimento sobre a consequência biológica desta característica química nos ácidos graxos.

Na partida que se sucedeu à discussão sobre a configuração *cis* e *trans* no Grupo 1, os jogadores M e D descobriram a identidade do ácido oleico. Enquanto faziam seus desenhos, eles comentaram novamente sobre a situação da insaturação:

- “393. Jogador D: Eu vou errar isso aqui de novo, quer ver!
 394. Jogador M: Eu também, eu também, vou errar o trans, o cis e trans! Mas ó, perfil... lipídico. Perfil Lipídico!
 395. Mediador: Mostra na câmera, deixa eu ver.
 396. Jogador M: Eu errei o coiso [a configuração], era mais fácil fazer o trans.
 397. Mediador: Você errou de novo o trans. Deixa eu ver... Afasta um pouquinho, só para eu ver o tamanho da cadeia.
 398. Jogador M: Tá falando comigo ou com a...
 399. Mediador: Com você. Com você, jogador M. Um, dois, três, quatro, cinco, seis... (inaudível). Ácido oléico, certo! Só errou o trans. E você, Jogador D. Deixa eu ver o seu desenho.
 400. Jogador D: Ai ai (rindo).
 401. Mediador: De novo o trans?
 402. Jogador D: Eu só sei fazer assim! Eu não sei fazer de outro jeito.
 403. Jogador M: É mais fácil fazer assim. “

(Diálogo entre participantes do Grupo 1)

Mesmo com a correção feita e os pontos descontados pelo erro na rodada anterior, os Jogadores M e D voltaram a errar, justificando-se, novamente, pela facilidade em desenhar a configuração em *trans* (Falas 402-403), tal como o Jogador A no Grupo 2. Em uma fala posterior, o Jogador M comentou “*Não, pior que os dois sabiam que tava errado, nenhum dos dois fez por preguiça*” (Fala 412).

Após o término da aplicação, o mediador conduziu uma breve conversa com os jogadores dos dois grupos, solicitando que eles comentassem brevemente suas experiências com o jogo didático. Quando perguntados se os jogadores aprenderam algo com a atividade, eles afirmaram que lembraram muito sobre a estrutura de lipídeos.

“370. Mediador: Hum. Brigado, Jogador A. é... Você aprendeu alguma coisa jogando? Ou lembrou?”

371. Jogador A: Sim! É assim, a gente... a gente lembra, principalmente questões de estruturas, né? Questões das classificações, isso é muito bom. E... a gente mostra também da diversidade dos lipídeos, né? Que é uma classe diferente de carboidrato e proteína, que tem uma estrutura padrão. Aqui a gente vê que não é. Aí a pessoa pode perguntar, até meus alunos me questionam: “Ah mas os lipídeos não são formados por ácidos graxos?” Eu falei “Não, e o colesterol? Colesterol é um lipídeo que não tem ácidos graxos”. Então aí... é.. [...]”

(Jogador A, Grupo 2)

470. Mediador: Vocês aprenderam ou revisaram alguma coisa?

471. Jogador D: Eu revisei tudo aqui na carta [de referência]. Achei a carta boa!

472. Jogador M: Eu achei legal.

473. Jogador D: Acho que eu vou até imprimir essa carta.

474. Jogador M: Achei legal o código de cor também.

475. Mediador: Jogador D, no começo da nossa ligação, você falou assim “Ah, precisava estudar alguma coisa pro jogo?” Aí eu falei “não”. E agora, o que você acha sobre isso?

476. Jogador D: Não é, tá certo! É porque eu falei “gente, vou chegar em casa mais cedo e dar uma estudadinha”, né. Mas não deu tempo, não deu tempo de fazer nada, aí... É porque por exemplo, se você fala “esfingomielina”, aí eu tinha que... não lembrava de cor, sabe, assim?

477. Jogador M: Nossa, eu fiz matéria sobre lipídeo semestre passado, e esfingomielina, eu tenho que parar e lembrar...

478. Jogador D: É! Tipo...

479. Jogador M: Porque eu tipo, já esqueci.

480. Jogador D: Eu não tava com essas estruturas, assim, eu não sabia fazer. Mas olhando, olhando, olhando a gente vai lembrando e... vai dando certo.

(Jogadores D e M, Grupo 1)

O jogador A atestou que o jogo permitiu lembrar e perceber a diversidade estrutural dos lipídeos (Fala 371). Os Jogadores D e M (Fala 470-480), por outro lado, destacaram a importância do jogo como exercício para reforçar os grupos químicos que compõem algumas das classes de lipídeos. Ambos os participantes notaram que não tinham familiaridade com algumas estruturas químicas, mesmo com aulas recentes no curso de pós-graduação, como relatado pelo Jogador M.

No grupo 2, o Jogador J fez considerações acerca da dinâmica do jogo e do potencial educacional do jogo para auxiliar na aprendizagem, destacando a importância de desenhar a estrutura química como forma de compreender.

“391. Jogador J: Mediador, deixa eu falar agora. Muito didático, parabéns mesmo. Muito bem-feito! As regras bem definidas, fácil de entender. Olha que eu sou uma pessoa lerdinha, ainda mais que eu tô sem prática. Assim, já pegamos as regras do jogo. E... eu usaria com certeza, tanto que, eu tô fazendo estágio à docência agora com a turma de engenharia biomédica. Então você imagina dar Bioquímica pra uma disciplina de engenharia. Já é difícil bioquímica com biológicas, né? Aí, ainda mais com uma abordagem assim... Se eu tivesse acesso, com certeza eu daria na minha aula de estrutura de lipídeos. E eu achei bacana que mesmo, né? A gente tendo acesso, né... A carta, né... De, de referência ou uma pessoa pode ter acesso a outra informação, você tem que desenhar pra ganhar os pontos. E... o ato de desenhar, cê memoriza muito mais, né? Eu aqui foi um retorno as aulas da graduação aqui mesmo... Muita coisa eu relembrei e...é isso. Muito bom[...].”

(Jogador J, Grupo 2)

Os Jogadores A e J também comentaram sobre a possibilidade da aplicação do jogo nas condições do ensino remoto emergencial, regime de ensino adotado em função da pandemia da COVID-19.

403. Jogador J: É uma maneira de variar né, aula, o ensino remoto, né? Que já é triste, né?

404. Mediador: Uhum.

405. Jogador A: Sim e é facilmente aplicável ao ensino remoto. É assim, pelo menos as regras fixaram bom então, ou seja, não foi aquela coisa que descartou, assim: “Ah, agora é remoto e fica difícil de jogar”. Não! A forma como você tá abordando aqui deu super certo.

406. Mediador: Uhum.”

Por fim, o Jogador S comentou acerca da versatilidade do jogo didático, destacando o tipo de jogo adaptado e sua capacidade de aplicação, conforme o trecho a seguir.

410. Jogador S: Eu gostei muito É... gostei muito. Eu acho que, assim, é interessante que dá pra perceber que o jogo pode ser utilizado, inclusive, virtualmente, né? Assim a princípio ele foi criado para ser utilizado com os alunos fisicamente. Mas deu pra perceber que ele é adaptável a essa realidade. Isso é uma coisa muito boa. Quando eu perguntei em relação a... a... qual que ia ser sua população de aplicação, né? Quem que ia ser teu grupo é, justamente, pensando assim, qual que, na, na capacidade de adaptar o jogo a diferentes áreas, entendeu. Então, por exemplo, não é interessante para uma pessoa lá da nutrição compreender, por exemplo a estrutura, mas para [os alunos de] biotecnologia é. Mas ao mesmo tempo você pode, por exemplo, pegar esse jogo e adaptá-lo lá para a galera da nutrição e ao

invés de usar essas fórmulas ou alguma coisa. Você já coloca a fórmula e explora alguma outra coisa, sei lá, talvez, um de identificar qual que é o lipídeo que tá sendo ali falado, mais por exemplo, se é VDRL [o jogador S quis dizer VLDL], HDL, qual é o tipo, enfim. Mais focado para a área de saúde, sabe? Eu gostei disso porque é um jogo que cê consegue mudar ele ali e fazer atender a sua expectativa com aquela... com aquela turma [...]

(Jogador S, Grupo 2)

A Carta de Resultado, material de consulta dos jogadores foi elogiada durante a aplicação dos jogadores do Grupo 1, ora pela síntese de informações (Falas 471-472), ora pela estética (Fala 473). No Grupo 2, os jogadores A e S fizeram comentários semelhantes durante uma partida.

“237. Mediador: E a resposta é... esfingolipídeo. Muito bom, Jogador A.

238. Jogador J: Hum.

239. Jogador A: Beleza. Essa carta de Referência ajuda muito. Muito bom.

240. Jogador S: É. Também achei, a hora que eu abri, eu vi.”

(Diálogo entre participantes do Grupo 2)

Estes comentários são indícios da importância da Carta de Referência como um material didático. É, contudo, na última rodada da aplicação, que o jogador J revelou que tentou desenhar a estrutura de um lipídeo utilizando apenas a memória, como descrito a seguir:

“339. Mediador: Só... aproxima um pouco mais. Aí, tô vendo... muito bom. Jogador J, não deu certo?

340. Jogador J: Não... tô no açúcar ainda. E eu errei ele todo... achei que sabia de cor uma galactose. Mas... uhm uhm.”

(Diálogo entre participantes do Grupo 2)

O breve comentário do Jogador J exemplificou a importância da Carta de Referência dentro da dinâmica de jogo, uma vez que, sem consultá-la, o participante não obteve sucesso, seja pela complexidade da estrutura a ser desenhada, seja pelo tempo disponível para cumprir a tarefa.

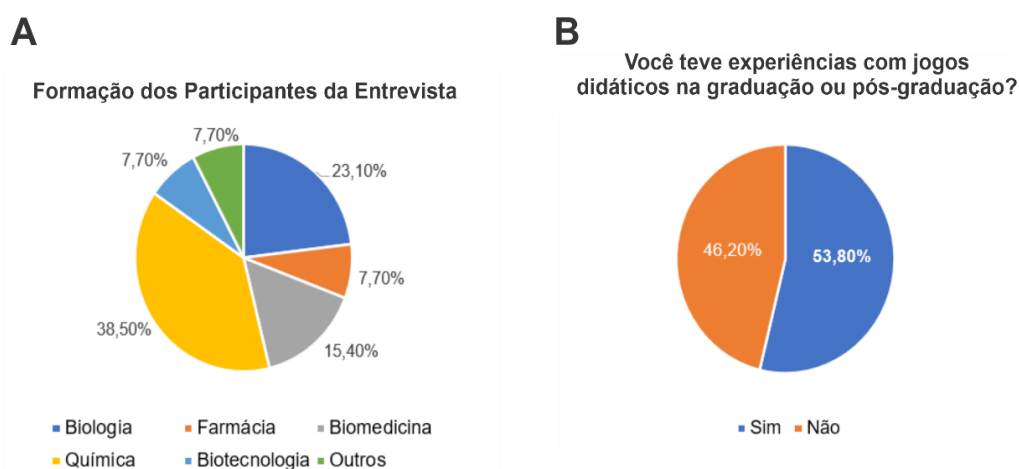
Verificou-se pelas transcrições e depoimentos que, ao jogar, os participantes revisaram características estruturais dos lipídeos. Ademais, eles aprovaram a dinâmica do jogo e suas possibilidades de aplicação no ensino de graduação.

Avaliação Quantitativa

Os dados desta avaliação foram obtidos a partir de um questionário respondido por 13 pós-graduandos após as aplicações do jogo didático. Estes estudantes tinham diferentes formações (Figura 39-A), sendo os cursos de química, biologia e biomedicina, os mais frequentes. Ademais, visando caracterizar o público em relação a suas experiências com jogos no ensino superior, verificou-se que 53,8% dos respondentes afirmaram ter tido contato com jogos na graduação ou pós-graduação (Figura 39-B).

Os participantes avaliaram o grau de dificuldade com os conceitos bioquímicos exigidos durante a atividade. Em uma escala de zero (muito fácil) a dez (muito difícil), 69,3% dos jogadores qualificaram o material com um grau de dificuldade acima de cinco (5). Em 38,5% das respostas, o número 6 foi atribuído (Figura 40), sugerindo que a atividade tem um grau de dificuldade de nível médio.

Figura 39 - Perfil dos participantes da entrevista

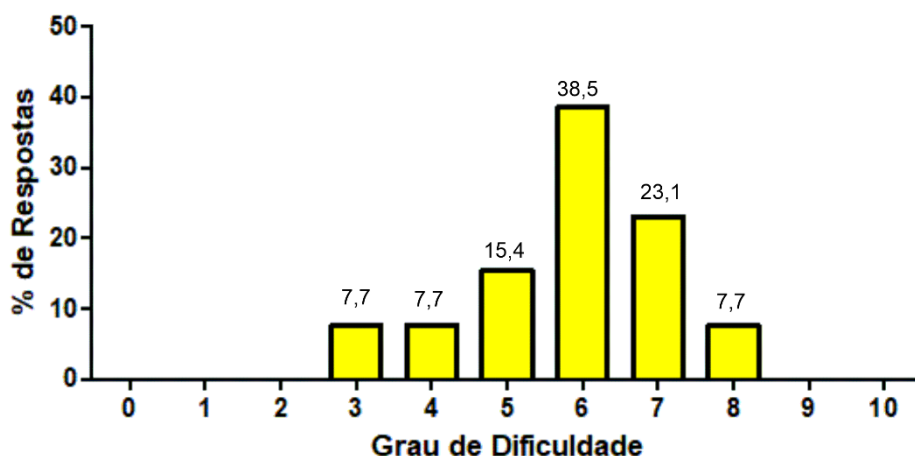


(A) Formação dos participantes da Entrevista (B) Experiências dos participantes com jogos didáticos na graduação ou pós-graduação (N = 13).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Este questionário avaliou aspectos lúdicos e educativos do objeto de ensino. Dentre as categorias que constituem a experiência do usuário, verificou-se se ele era capaz de gerar divertimento. Mais de 80% dos respondentes atestaram que se divertiram durante a aplicação (Figura 41-B). Este resultado corrobora com a apreciação feita pelos jogadores (Figura 41-A).

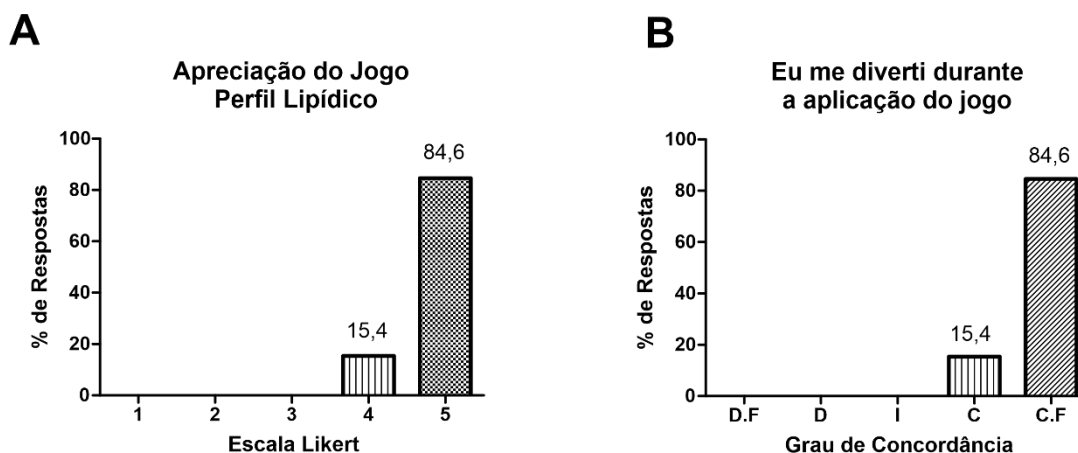
Figura 40 - Grau de Dificuldade com os conceitos bioquímicos exigidos no Jogo Perfil Lipídico.



A escala utilizada considera zero (muito fácil) e dez (muito difícil). (N =13)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 41 - Apreciação do jogo Perfil Lipídico.



Em ambos os gráficos foi utilizada a Escala Likert, porém em (A) adaptou-se para uma equivalência numérica, sendo 1 (não gostei) e 5 (gostei muito); em (B) as legendas seguem as abreviações adotadas: Discordo fortemente (D.F); Discordo (D); Indeciso/Indiferente (I), Concordo (C); Concordo Fortemente (C.F).

Fonte: elaborado pelo autor.

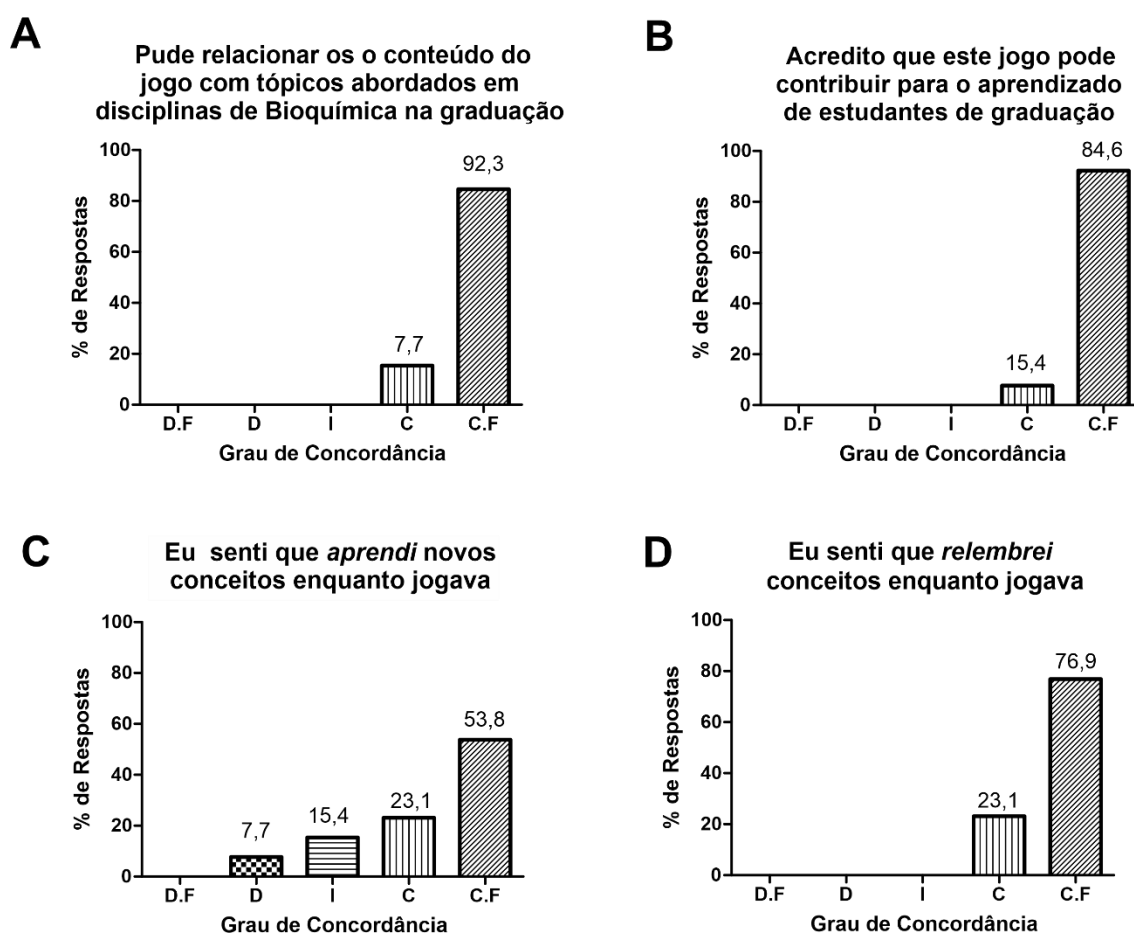
Ainda avaliando esta categoria, alguns depoimentos (Questão 2, seção V do questionário) ratificam o resultado apresentado anteriormente: *“Muito divertido! Relembrei conceitos importantes de bioquímica e aprendi coisas novas.”*

“Ótima experiência, o jogo é muito divertido, estimula a competição e torna aprender lipídeos algo prazeroso.”

“Foi ótima. O jogo é divertido e prático, além disso, permite fixar os conhecimentos acerca das estruturas lipídicas”.

Para avaliar a motivação em aprender que o jogo era capaz de gerar, foram analisadas duas categorias: a relevância e a satisfação ao jogar (Quadro 11). Em unanimidade, os participantes afirmaram que o tema abordado pela proposta é coerente com tópicos da disciplina de Bioquímica da graduação (Figura 42-A). Ademais, cerca de 90% dos participantes concordam fortemente que o jogo poderia contribuir para o aprendizado de graduandos (Figura 42-B). O segundo aspecto da motivação analisado foi a satisfação em aprender ou relembrar conceitos a partir do jogo. Cerca de 75% dos entrevistados afirmaram que *aprenderam* novos conceitos enquanto jogavam, enquanto outros participantes atestaram indiferença (15,4%) ou discordaram (7,7%), conforme a figura 42-C. Por outro lado, todos os respondentes concordaram ou concordaram fortemente que *relembrou* conceitos ao jogar (Figura 42-D).

Figura 42 - Aspectos motivacionais avaliados a partir da Relevância acadêmica e da Satisfação do jogar o Jogo Perfil Lipídico.

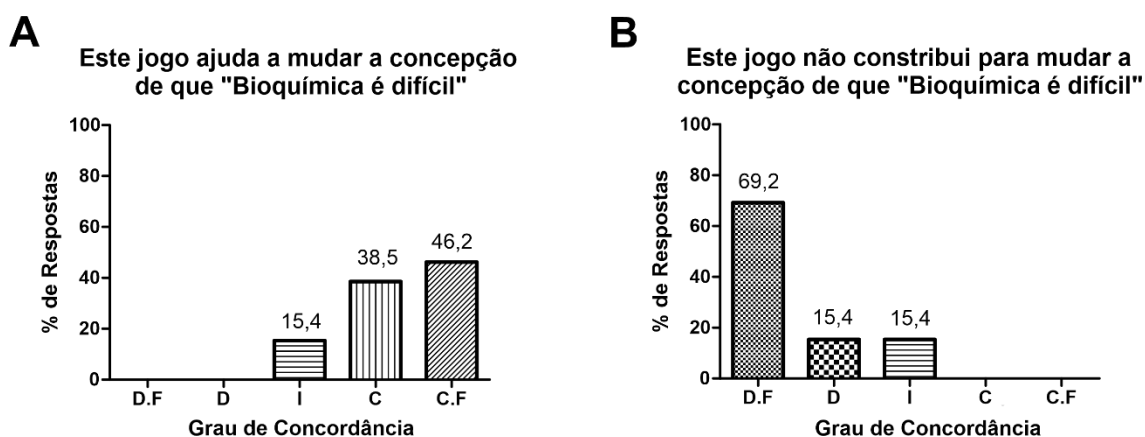


As alternativas que precederam os gráficos estão no título de cada figura. Legenda: Discordo fortemente (D.F); Discordo (D); Indeciso/Indiferente (I), Concordo (C); Concordo Fortemente (C.F).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ademais, buscou-se saber se o jogo didático era capaz de contribuir para mudança do estigma negativo da Bioquímica ("Bioquímica é difícil"), tão reproduzido pelos estudantes de graduação. Mais de 80% dos respondentes concordaram ou concordaram fortemente que o jogo é eficaz para tal fim, enquanto 15,4% foram indiferentes (Figura 43-A). Ao responderem à afirmação diametralmente oposta, o resultado obtido foi coerente (Figura 43-B).

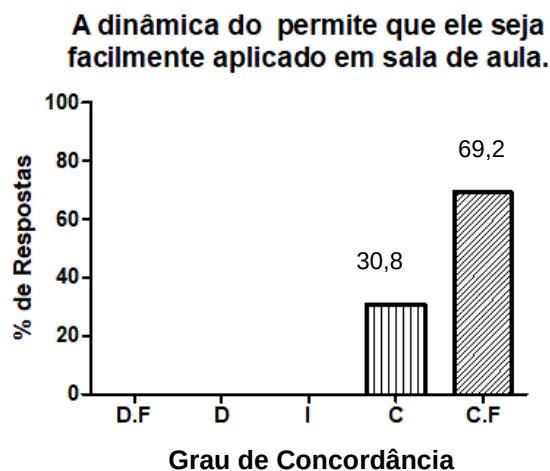
Figura 43- Contribuição do Jogo Perfil Lipídico à mudança de concepção dos jogadores sobre a dificuldade da Bioquímica.



Legenda: Discordo fortemente (D.F); Discordo (D); Indeciso/Indiferente (I), Concordo (C); Concordo Fortemente (C.F). Fonte: Elaborado pelo autor com dados coletados.

Perguntou-se aos participantes se o jogo teria uma fácil implementação em ambientes de ensino. Para isso, foram avaliadas a afirmação do item 6 do questionário, e a primeira questão dissertativa. No referido item, todos os participantes concordaram (30,8%) ou concordaram fortemente (69,2%) que a dinâmica do jogo permite sua aplicação na sala de aula (Figura 44), indicando que a estrutura do material é compatível com os ambientes de ensino.

Na questão dissertativa, todos os participantes afirmaram que utilizariam o jogo como ferramenta educacional. O Quadro 14 apresenta algumas declarações, categorizadas de acordo as justificativas dos jogadores. De forma geral, as respostas apresentaram justificativas lúdicas, educativas, de aplicabilidade e sem justificativa. Ressalta-se que, nas justificativas educativas, dois tipos de respostas foram observados. A grande maioria ressaltou a utilidade do jogo como uma ferramenta de revisão ou fixação e um grupo menor de respondentes reiterou a importância do jogo como um material que permite a análise das estruturas químicas dos lipídeos.

Figura 44 - Facilidade de aplicação do jogo didático em sala de aula.

Legenda: Discordo fortemente (D.F); Discordo (D); Indeciso/Indiferente (I), Concordo (C); Concordo Fortemente (C.F).

Fonte: Elaborado pelo autor com dados coletados.

Quadro 14 - Justificativas para uso do jogo “Perfil Lipídico” em sala de aula.

Justificativa	Exemplo
Lúdica	“Sim, acredito que iria contribuir no processo de aprendizagem dos alunos, por meio de um momento mais descontraído”. “Sim, pois tornaria as aulas mais dinâmicas e proveitosas”.
Educativa	Sim, após a finalização do conteúdo de lipídeos. Seria uma ótima maneira de avaliar a assimilação do conteúdo e fixar conceitos aprendidos.” “Aplicaria sim. Pois ele ajuda a elucidar a questão estrutural das moléculas, o que muitas das vezes pode ficar vago para os alunos quando ele esse somente vê as estruturas no livro didático. Além de fazer o aluno recordar a matéria.” “Sim, é uma boa oportunidade para abordar com o grupo como se desenha uma estrutura lipídica e associar isso a elementos da odontologia, no caso pensando já sobre aulas de bioquímica dentro de uma graduação a qual estou relacionado.”
Aplicabilidade	“Sim fácil de preparar e aplicar, e o jogo são rápido”
Sem Justificativa	“Sim! Adoraria trabalhar dessa forma com meus estudantes.”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, os depoimentos dos participantes mostraram a boa aceitação do jogo didático. Alguns deles, com contribuições relevantes, são apresentados a seguir:

Foi uma experiência bem leve e divertida mais do que o esperado. E, ao mesmo tempo, contribui bastante para o armazenamento de informações que são mais difíceis de memorizar por vias tradicionais. Ex: se o aluno confunde galactolípídeo com sulfolípídeo pode ser um jeito muito bom de gravar aquela diferença que é mais complicada de memorizar. O esquema de cores também ajuda bastante na memorização. Um outro ponto forte é a questão de haver uma pessoa corrigindo o erro de todos, porque sanando a dúvida de um resolve a dúvida de todos. Exemplo: em uma estrutura que uma pessoa errou a conformação cis ou trans, a outra pessoa aprende com essa, debate os erros. Falar e discutir sobre é com certeza um método bem mais eficaz do que apenas ler sobre o assunto pelo método tradicional. Foi ótimo!

Foi bem gostosa e tranquila, observei que surgiram dúvidas interessantes como a questão do ômega, também relembrei conceitos de nomenclatura e estrutura como hidroxila e grupo metil. No geral aprendi coisas novas que não cheguei a ver especificamente quando realizei a disciplina de bioquímica básica no meu curso (Odontologia) como a questão do ômega e delta na estrutura lipídica.

Os relatos destacam duas características pertinentes ao desenvolvimento e aplicação de jogos didáticos: a importância de um mediador como um agente que intermedeia as discussões geradas ao jogar, retirando dúvidas, fazendo esclarecimentos e, dessa forma, construindo conhecimento; e a possibilidade de introduzir, por meio do jogo, novos conhecimentos aos estudantes.

4.5. Discussão

O Jogo Perfil possui inúmeras adaptações no ensino de Química (NEVES, *et al.*, 2010; CAVALCANTI, *et al.*, 2012; ROMANO *et al.*, 2017; ARAÚJO e BONIFÁCIO, 2018; CHRISTOFORI, 2020; PAIXÃO *et al.*, 2020), Biologia (BRANCO, VIANA e RIGOTAS, 2012; SIMÕES, 2019; RIBEIRO, 2014) e Bioquímica (BARBOSA, 2014). Apesar das diferentes áreas, a tarefa dos jogadores é a mesma: usar a dedução para descobrir a identidade de algo. Esta é, portanto, a característica principal deste jogo e a atividade que favorece a aprendizagem, juntamente com as discussões posteriores entre jogadores e o mediador. As particularidades de cada adaptação encaixam-se na forma de

modificações na dinâmica do jogo didático, como por exemplo, pela adição de um novo componente ou uma nova regra.

A versão apresentada neste texto, intitulada *Perfil Lipídico*, foi desenvolvida a partir três objetivos educacionais: (1) conhecer a diversidade estrutural dos lipídeos; (2) desenvolver a habilidade de reconhecimento de grupos químicos associados a estas moléculas e (3) estimular o trabalho em grupo. Para resolvê-los, foram adicionadas novas características ao jogo, o que o destaca das versões relatadas na literatura.

Os primeiros dois objetivos são muito próximos, uma vez que a compreensão das diferentes classes de lipídeos baseia-se, primariamente, nas diferenças químicas de cada grupo de moléculas. O primeiro deles foi contemplado, no jogo, a partir da disponibilidade de 15 lipídeos diferentes nos componentes, que variam desde ácidos graxos até colesterol. Outros lipídeos, como as ceras, derivados dos terpenos, leucotrienos etc. não foram adicionados ao material por serem classes menos estudadas. A “fragmentação” feita nas estruturas dos lipídeos, nas fichas de estruturas, e a redação de dicas focadas na estrutura dos lipídeos, por outro lado, contemplaram a segunda meta.

Durante as aplicações apresentadas no início da pesquisa, os participantes mostraram-se envolvidos na atividade proposta, já que todos executaram os desafios oferecidos pelo jogo: descobrir a identidade de uma molécula e desenhá-la.

Exercitar o desenho de estruturas químicas pode aumentar o entendimento de conceitos científicos e a retenção de informações (COOPER, STIFF, DeSUTTER, 2017). Segundo Schönborn e Anderson (2010), a Bioquímica utilizada diversas representações simbólicas para comunicar informações. É pertinente, portanto, oferecer aos estudantes oportunidades para desenvolver habilidades de reconhecimento e construção dessas representações (SCHÖNBORN e ANDERSON, 2010). No presente trabalho, esta atividade mostrou-se desafiadora aos pós-graduandos, seja pelas condições impostas pelo jogo, seja pela habilidade de transpor informações verbais em uma representação química – como ocorre no caso dos ácidos graxos. Ainda assim, os próprios jogadores confirmaram os benefícios de desenhar e discutir suas produções durante o jogo.

Observou-se também que os desenhos, desde que feitos de forma não mecânica, podem ser utilizados como uma ferramenta diagnóstica para acessar o entendimento dos alunos (RYAN, 2019). Nesta investigação, isto foi importante, já que a transcrição permitiu acessar somente a informações de comunicação verbal, impedindo verificar, por exemplo, se os alunos realmente entendiam as informações reveladas a cada rodada.

O erro mais frequente, como já citado, foi o desenho das insaturações de ácidos graxos. Os dados sugerem um conflito já notificado por Messeder Neto e Moradillo (2018): o jogo precisa acontecer em um determinado *tempo*, que pode demandar atitudes rápidas dos jogadores, não favorecendo atitudes pedagógicas. Em nosso caso, o tempo e o desejo de vencer podem ter influenciado os participantes a ignorar o detalhe estrutural. Vale lembrar, ainda que o tema dos isômeros *Cis-Trans* compõe os conhecimentos básicos de química necessários na bioquímica. Sabe-se, no entanto, que uma parcela significativa dos graduandos é deficiente nesses conceitos e que tal dificuldade pode não ser totalmente sanada durante as etapas acadêmicas seguintes.

Na segunda parte da pesquisa observou-se que parte dos entrevistados atestou ter vivenciado experiências com jogos didáticos no ensino superior, o que foi inesperado, pois a implementação desses objetos educacionais neste nível de ensino é menos frequente (ANTUNES, PACHECO E GIOVANELA, 2012). Este resultado, no entanto, pode não representar a realidade dada a pequena amostra de participantes.

Houve discrepância no grau de dificuldade outorgado ao jogo pelos respondentes, o que pode ser um indício da heterogeneidade do grupo de estudo já que os participantes possuíam diversas formações de graduação e pós-graduação. Apesar das diferenças, a maior frequência de respostas indica que o jogo está ajustado a este público, o que é importante para manter os participantes engajados na resolução do desafio. Um jogo muito fácil ou muito difícil pode fazer os jogadores subestimar a atividade ou desencorajá-los a continuar, respectivamente. Dessa forma, conforme atestado por Cunha (2012), verificar e adequar o grau de dificuldade é um importante critério a ser avaliado pelo professor.

A motivação que o jogo didático gera pode estar relacionada a aspectos lúdicos ou educativo (SAVI *et al.*, 2010). Os respondentes reconheceram o jogo

como relevante, pertinente a um currículo de bioquímica; e satisfatório, ele recompensa aos jogadores em seu saber, principalmente por revisar conceitos. Os pós-graduandos possuem um grau de maturidade acadêmica maior. É possível, portanto, que o jogo não tenha apresentado novas informações a alguns deles, o que justifica a diferença de resultados observados nas figuras 42-C e 42-D. Estes dados, por fim, reforçam a importância da função educativa no jogo didático e, sobretudo, que ela deve ser reconhecida pelos alunos ao jogar.

A dificuldade em aprender Bioquímica é frequentemente relatada na literatura por sua quantidade elevada de conteúdos somada a falta de conhecimentos básicos dos alunos e ao uso de estratégias educacionais passivas (MYERS, 1961; YOKAYCHIA, GALEMBECK e TORRES, 2004; WOOD, 2006; CICUTO e TORRES, 2016). Este contexto popularizou a ideia de que as disciplinas de Bioquímica “são terríveis”. Seria o jogo didático capaz de influenciar nessa visão? Os dados obtidos mostraram-se favoráveis. O jogo, no entanto, não deve ser entendido como uma solução única, mas sim como um recurso que, somada a outras experiências educacionais, tem potencial para tornar o aprendizado de Bioquímica motivador e prazeroso.

Todos os aspectos avaliados anteriormente contribuíram para a boa avaliação deste material didático. Acredita-se que uma forma de difundir a cultura de jogos didáticos seja a partir das aplicações com professores ou, como neste caso, com pós-graduandos, que poderão seguir carreira docente. Neste sentido, o objeto de ensino foi reconhecido pelo grupo como uma estratégia de aprendizagem que poderia ser facilmente implementada, o que foi retificado pelos vários comentários dos participantes.

Este jogo começou a ser desenvolvido em maio de 2020, no início da pandemia da COVID-19. Acreditava-se, na época, que o isolamento social não ultrapassaria mais de seis meses e o jogo poderia ser aplicado, portanto, ele foi planejado para ser utilizado de forma presencial. Com o passar dos meses e o agravamento da pandemia, foi necessário fazer adaptações no jogo para o ensino remoto emergencial, o que impediu a verificação do terceiro objetivo educacional: estimular o trabalho em grupo.

Como observado nos dados apresentados, dúvidas e dificuldades emergiram ao jogar e as correções feitas durante as discussões, não foram

suficientes para sanar completamente a situação. É importante, dessa forma, que os conhecimentos e habilidades abordados no jogo continuem a ser trabalhados em etapas seguintes da disciplina e que sua aplicação seja planejada e integrada ao currículo.

Este relato constitui um teste piloto. Apesar da pequena amostra, os dados obtidos fornecem indícios de que Perfil Lipídico permite aos jogadores revisar os conceitos principais sobre a estrutura de lipídeos, principalmente, pelo exercício da identificação e desenho das estruturas químicas destas moléculas. Ao ser aplicado em um grupo heterogêneo de alunos de pós-graduação relacionados à Bioquímica, o jogo expôs algumas dificuldades dos jogadores, que tentaram ser sanadas durante as discussões. Por fim, o objeto de ensino foi bem apreciado pelos estudantes, que reiteraram a relevância deste material como estratégia alternativa no ensino de Bioquímica. Mais aplicações, no entanto, precisam ser feitas para aferir o potencial educacional do jogo.

5. Considerações Finais

Ao longo desta pesquisa, verificou-se que estabelecer uma estratégia para a incorporação dos conteúdos de bioquímica ao sistema de jogo, possibilitou o desenvolvimento de ferramentas didáticas com as funções lúdica e educativa, essenciais para qualquer jogo didático. Ressalta-se que este processo não foi repentino ou aleatório - ao contrário, foi fruto da observação de problemas de ensino que se pretenderam resolver ou atenuar a partir de uma abordagem lúdica. É por esta razão, que se utilizou o termo “desenvolver” ou “construir” os jogos, ao invés de “criar”.

É interessante pontuar que, em vários relatos do uso de jogos na educação, pouco é descrito sobre a forma como o jogo foi construído pelos autores. Normalmente, ao descrever a metodologia, os autores relatam os procedimentos operacionais, mas não as ideias que precederam o desenvolvimento do material. Ainda que haja trabalhos que propõem métodos de elaboração de jogos educativos (XEXÉO, 2021), não há um consenso de como construí-los. Talvez porque o desenvolvimento de um jogo cruza um certo limite com a arte. Como um processo artístico, dificilmente ele será bem retratado a partir da visão metódica da ciência.

A aparente ausência de um método, entretanto, pode sugerir que “criar um jogo é algo simples e intuitivo”, contribuindo para a perpetuação da ideia do jogo trivial e recreativo. Portanto, são necessários esforços para demonstrar, academicamente, que a elaboração destes objetos de aprendizagem, tal como de qualquer outro material didático, segue um procedimento, na medida do possível, com caráter e rigor científico.

Faz-se uma provocação aos leitores: quais outras possibilidades de jogos poderiam ser exploradas para o ensino de Bioquímica? Inúmeras. Um jogo pode ser inédito em sua dinâmica, como Pura Proteína! Ou ainda, ser inédito em seu tema, como Perfil Lipídico. Na área de Bioquímica alguns tópicos como estrutura de lipídeos, de carboidratos, biossinalização, metabolismo de ácidos graxos, de aminoácidos e regulação do metabolismo carecem de atividades didáticas além da exposição. Relembra-se também que os jogos são um *exemplo* de uso do lúdico. Há outros, como as histórias em quadrinhos, dramatização, que são pouco explorados na Educação em Bioquímica.

A partir das transcrições, verificou-se que os jogos cumpriram seus objetivos propostos com jogadores de diferentes níveis do ensino superior. No caso de Perfil Lipídico, outro componente valioso de pesquisa foi a análise dos desenhos. Destaca-se que, em ambos os jogos, foram adicionados componentes de anotações (Ficha de Purificação, Ficha de dicas, Carta de Resposta). Além de permitirem monitorar o jogo, eles podem ser utilizados como instrumento de pesquisa, já inseridos no próprio sistema de jogo.

As aplicações ocorreram em ambientes extraclasse, seja presencial ou virtual, e apenas com alunos *voluntários*. Esta condição diverge da situação mais frequente do uso de um jogo: a sala de aula. Concordamos com o que já foi notificado por vários autores (SOARES, 2008a; MESSEDER-NETO e MORILLO, 2016): o jogo não deve ser utilizado de forma descontextualizada em uma situação de ensino. Não foi determinado o momento pedagógico preciso de execução do jogo, por acreditar que o docente deverá ser responsável por escolher o melhor momento de introdução do recurso lúdico a partir de seus objetivos educacionais.

Infelizmente a pandemia da COVID-19, fez com que medidas de isolamento social, iniciadas em março de 2020 no Brasil, cancelassem as aulas presenciais e a adotassem o ensino remoto emergencial. Tais procedimentos, por mais que necessários, impactaram na execução de investigações mais profundas acerca do potencial educacional dos recursos didáticos desenvolvidos. É inegável, ademais, que a experiência da pandemia impactou a educação e a saúde física ou mental daqueles que ainda estão em vida.

A complexidade natural da Bioquímica jamais mudará. Ela é, de fato, uma ciência interdisciplinar que demanda diversos conhecimentos dos estudantes, que muitas vezes estão ausentes. Para atenuar este problema, o autor desta dissertação desenvolve, desde 2015, jogos didáticos relacionados à alguns tópicos ensinados na graduação. Com esta dissertação, completou-se uma coleção de oito jogos didáticos de bioquímica estrutural e metabólica, um potente arsenal para complementar o espaço da sala de aula.

Figura 45 - Coleção de Jogos Didáticos de Bioquímica elaborados pelo autor.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Por fim, as pesquisas com jogos e atividades lúdicas no ensino de ciências estão começando a se formalizar no meio acadêmico. O uso de jogos em bioquímica não é recente, como já apresentado, mas eles ainda não são muito bem compreendidos seja como recursos didáticos no ensino superior, seja como objeto de pesquisa. É, portanto, do desejo mais sincero do autor que este texto possa ser uma introdução a todo aquele que queira conhecer e explorar a área dos jogos na Educação em Bioquímica.

6. Referências

ADITOMO, A.; GOODYEAR, P.; BLIUC, A. M.; ELLIS, R. A. Inquiry based learning in Higher Education: principal forms, educational objectives and disciplinary variations. **Studies in Higher Education**. v.38 n.9. p. 1-20, 2011.

ALABDULKARIM, B.; BAKEET, Z. A. N.; ARZOO, S. Role of some functional lipids in preventing diseases and promoting health. **Journal of King Saud University- Science**. v. 24, n. 4 p. 319-329, 2012.

ALPIM, V. S.; SANTOS, J. B.; SILVA, J. S. J.; MENEZES, T. D. C.; AMORIM, R.; LADEIA, B. T.C.; MARQUES, H.; QUEIROZ, L. B.; GANDRA, M. Enigma: A Board game as a potential tool for biochemistry and microbiology learning and integration. In: **XXXVIII Encontro Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. 2009, Águas de Lindóia**. Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, 2009.

ALVES, A. F.; MACHADO, L. S.; FELIPE, C. F. B. ARminoGame: Um jogo colaborativo com realidade aumentada para ensino de bioquímica estrutural. In: **V Congresso sobre tecnologias na Educação (Ctrl+E 2020) – Educação do Futuro: Tecnológicos e Pessoas para Transformar o Mundo**. 2020, João Pessoa – PB, 2020. Artigo. 2020.

ANDERSON, T. R. Bridging the gap – Bridging the educational research – teaching practice gap – The power of Assessment. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 35. n. 6. p. 471-466, 2007.

ANTUNES, M.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. Design and implementation of na educational game for teaching chemistry in higher education. v. 4. n. 89. p. 517-521, 2012.

ARAÚJO, C. B.; BONIFÁCIO, V. G. Análise do jogo perfil nos trabalhos publicados sobre ensino de química entre 2007 a 2016. In: **III Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia. Level III**. Foz de Iguaçu, 2018.

ARAÚJO, D. R.; GALEMBECK, E.; SILVA, J. A. Insulin-leptin game: a new approach to teach hormonal signalling. In: **XXX Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular**. K-19. 2001, Caxambu.. Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, 2001.

ASTROF, N. S.; HOWORITZ, G. Protein colorimetry experiments that incorporate intentional discrepancies and historical narratives. **Journal of Chemical Education**. n. 95. v. 7. p. 1198-1204, 2018.

AVANÇO, L. D.; LIMA, J. M. Diversidade de discursos sobre jogo e educação: delineamento de um quadro contemporâneo de tendências. **Educação e Pesquisa**, v. 46, p.1-17, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046215597>>. Acesso: 26 de out 2021.

AZZI, A. IUBMB 50th Anniversary and the History of BAMBED. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 33, n. 3, p. 151-153, 2005.

BAÊTA, F. J. M.; HORNINK, G. G. As aventuras de Kreber: o jogo digital sobre o metabolismo energético. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v. 17. n. 1. p. 17-36, 2019.

BARBOSA, P. P. S.; GADELHA, T. S.; GADELHA, C. A. A.; DARLENE, C. P. Perfil- Biomoléculas. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v. 16. n. 1. p. 24-33, 2014.

BASCOS, N. A. D.; CRAIG, P. A.; LAPEÑA JR, J. F. F.; ORTIZ, P.; YU, G. F. B.; MACAULAY, J. O. Publishing in education: A parallel session at the IUBMB/PSBMB 2019 “Harnessing interdisciplinary Education in Biochemistry and Molecular Biology” conference. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 48. n. 6 pp.635-639, 2020.

BENDINSKAS, K.; WEBER, B.; NSOULI, T.; NGUYEN, H. V.; JOYCE, C.; NIRI, V.; JASKOLLA, T. W. A teaching laboratory for comprehensive lipid characterization from food samples. **Journal of Chemical Education**. v. 91. n. 10. P. 1697-1701, 2014.

BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 7° ed. Rio de Janeiro: Guanabara - Koogan, 2015.

BERRY, C.; BOARD, J. A protein in the palm of your hand through augmented reality. **Biochemical and Molecular Biology Education**. v. 42. n. 5. Pp. 446-449, 2014.

BIBIC, L.; DRUSKIS, J.; WALPOLE, S.; ANGULO, J.; STROKES, L. Bug off Pain: An Educational Virtual Reality Game on Spider Venoms and Chronic Pain for Public Engagement. **Journal of Chemical Education**. n. 96. v. 7 p.1486-1490, 2019.

BLOOM, B.; ENGELHART, M.D.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D. R. **Taxonomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo**. Tradução: Flávia Maria Sant’Anna. 6° Ed. Porto Alegre: Globo, 1977.

BOMFIM, L. M.; SANTO, C. F. E.; QUADROS, H. C.; ORGE, C. T. D. M.; CARNEIRO, R.T. O.; MAGALHÃES, C. P.; LIMA, F. R. Ensino por investigação em imunologia: as células de defesa e seus mecanismos efetores frente a doenças específicas. **Atas de Ciência da Saúde**. v. 7. p. 66-81, 2019.

BOOTH, A. G. Simulation of protein separation techniques on a personal computer. **Biochemical Society Transactions**. n. 14. v. 15. p. 908-909, 1986.

BRAGA, R. G.; MATOS, S. A.; KRONOS: Refletindo sobre a construção de jogo com viés investigativo. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 8. n. 2. p. 1-19, 2013.

BRANCO, A. L. C.; VIANA, I. B.; RIGOLON, R. G. A utilização do jogo “Perfil Botânico” como estratégia de ensino de botânico. 2012 In: VIII ENPEC. Campinas – SP. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2012.

BROUGÈRE, G. **Juego y educación** – 1° ed. Ciudad autónoma de Buenos Aires: Prometo Libros, 2020.

BROWN, P. J. P. Process-oriented-guided-inquiry learning in a introductory anatomy and physiology course with no diverse student population. **Adv. Physiol. Educ.** v.34. n. 3. p. 150-155, 2010.

BRUNAUER, L. S. Purification and electrophoretic characterization of lactate dehydrogenase from mammalian blood: a different twist on a classic experiment. **Journal of Chemical Education.** v. 93. n. 6. p. 1108-1114, 2016.

BRYDGES, S.; DEMBINSKI, H. E. CATALYZE! Lowering the activation barrier to undergraduate students’ success in chemistry: a boardgame for teaching assistants. **Journal of Chemical Education.** v. 96. n.3 p.511-517, 2019.

BÜDY, B. Fatty acid – containing lipid puzzle: a teaching tool for Biochemistry. **Journal of Chemical Education.** v. 89. n. 3. p. 373-375, 2012.

CALLOIS, R. **Os jogos e os homens – a máscara da vertigem.** 1° ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2017.

CAMPBELL, P. N. Recent Activities of IUB Comittee on Education. **Biochemistry and Molecular Biology Education.** v. 10, n. 1, p. 47, 1982.

CAMPBELL, P. N.; NIKOLOV, T. K.; GONNARD, P.; HOFFMANN, E.; SEMENZA, G. Teaching of Biochemistry and Education of Biochemists. **FEBS Letters**, v. 2, n. 2, p. 124-136, 1972.

CAMPBELL, P.N.; KILBY, B. A. Origins, Aims and Aspirations. **Biochemistry and Molecular Biology Education.** v. 1, n.1, p.1-2, 1972.

CAMPBELL, T. N. You sank my lipid rafts! **The American Biology Teacher.** v. 71. n. 1. p. 36-38, 2009.

CAMPOS, J. G.; SENA, D. R. C. Aspectos teóricos sobre o ensino de ciências por investigação. **Ensino em Re-vista.** v.27. n. esp. p. 1467-1491, 2020.

CARVALHO, A. M. P. As práticas experimentais no ensino de física. In: Carvalho, A. M. P (org.). **Ensino de Física - Coleção Ideias em Ação.** Ed. Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo. In: **O uno e o diverso na educação.** Marcos Daniel Longhini (org.). Uberlândia: EDUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 18. n. 8, 2018.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. Ana Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo. Ed. Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, J. C. Q.; BELTRAMINI, L. M.; ABEL, L. D. S.; BOSSOLAN, N. R. S. "Sintetizando Proteínas", o jogo: proposta e avaliação de uma ferramenta educacional. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v. 12. n. 1. p. 49-61, 2014.

CARVALHO, J. C. Q.; COUTO, S. G.; BOSSOLAN, N. R. S. Algumas concepções de alunos do ensino médio a respeito das proteínas. **Ciênc. Educ. (Bauru)**. v. 18. n. 4. p. 897-912, 2012.

CAVALCANTI, E. L. D.; CARDOSO, T. M. G.; MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Perfil Químico: debatendo ludicamente o conhecimento científico em nível superior de ensino. **Revista electrónica de Investigación en Ciencias**. v. 7 n. 1. p. 73-85, 2012.

CHATEAU, J. **O Jogo e a Criança**. Editora Summus. 1987.

CHEN, P. S.; SMITH, R. A coin game based on the hexoses. **Journal of Chemical Education**, n. 21 v. 2 p. 74-75, 1944.

CHRISTOFORI, L. M. B.; MERLIM, R. S.; CRESPO, L. C.; ALEIXO, S. Avaliação da percepção do jogo Perfil Periódico Alimentos como um recurso didático auxiliar a uma aula para o ensino da tabela periódica. **Brazilian Journal of development**. v. 6. n. 10. p. 76286-76302, 2020.

CICUTO, C. A. T.; TORRES, B. B. Implementing an active learning environment to influence students' motivation in Biochemistry. **Journal of Chemical Education**. v. 93 n. 6 p. 1020-1026, 2016.

CLARCK, D. D.; EDWARDS, D. J. Virtual protein purification: A simple exercise to introduce pH as parameter that effects ion exchange chromatography. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 46. n. 1. p. 91-97, 2017.

CLEOPHAS, M. G; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B.;. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no Ensino de Química/Ciências? Colocando os pingos nos "is". In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B.(orgs). **Didatização lúdica no Ensino de Química/Ciências – Teorias de Aprendizagem e Outras Interfaces**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

COLEMAN. A. B. New ideas for and old enzyme: a short, question-based laboratory project for the purification and identification of an unknown LDH

isozyme. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 38. n. 4. p. 253-260, 2010.

CONWAY, C. J.; LEONARD, M. Insulin-glucagon interaction: using a game to understand hormonal control. **Journal of Chemical Education**. v. 91. n.4. p.536-540, 2014.

CONWAY, C. J.; LEONARD, M. Playing an electron transport System game to improve health students' learning. **Journal of Chemical Education**. n. 92, v. 5. p. 871-873, 2015.

COOPER, M. M.; STIEFF, M.; DeSUTTER, D. Sketching the invisible to predict the visible: from drawing to modeling in chemistry. **Topics in Cognitive Science**. v. 9. n. 4. p. 902-920, 2017.

COOPER, S.; KHALTIB, F.; TRUILLE, A.; BARBERO, J.; LEE, J.; BEENEN, M.; LEAVER-FAY, A.; BAKER, D.; POPOVIC, Z.; Foldit player. Predicting protein structure with a multiplayer online game. **Nature**. v. 466. p.756-760, 2010.

COSTA, M. J. Carbohydrate: a card game to teach the stereochemistry of carbohydrates. **Journal of Chemical Education**. v. 84, n. 6. P. 977-978.

COSTA, M. J.; GALEMBEK, E.; HERMES-LIMA, M.; BELTRAMINI, L. M.; TORRES, B. B. Biochemistry and Molecular Biology Education in Latin America and Iberia. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 37, n. 5, pp. 267, 2009.

COTICONE, S. R. Utility of self-made crossword puzzles as an active learning method to study biochemistry in undergraduate education. **Journal of College Science Teaching**. v. 42. n. 4. p. 33-37, 2013.

CRAIG, P. A. Something old; something new: teaching the BMB labs. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 48, n. 6, p.640-642, 2020.
CRUZ, K. P. NERY, G. L.; REBOUÇAS, A. A.; DANTAS-SILVA, P.R.; CRUZ, J. S.; ANDRADE, C. G. S.; RAHIMY, R. M. L. Microbiologia no cotidiano: proposta de ensino por investigação de baixo custo. **Atas de ciências da saúde**. v. 7. p. 82-100, 2019.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**. v. 34, n.2. p.92-98, 2012.
DeBOER, G. E. Historical perspectives on Inquiry Teaching in schools. In: **Scientific Inquiry and Nature of Science**. L. B. Flick e N. G. Lederman (orgs.). Editora Springer, Dordrecht, 2006.

DEVLIN, T. M. **Manual de Bioquímica com Correlações Clínicas**. 7º Ed. São Paulo: Blucher, 2011.

Do NASCIMENTO, A. S.; OLIVEIRA, F. S.; BIANCONI, M. L. Bibliometric Analysis of the Brazilian Periodical Journal of Biochemistry Education. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 47. n. 3. p-249-256, 2019.

DOBSON, C. M. The structural bases of protein folding and its links with human disease. **Philosophical Transaction of the Royal Society**. n. 356, v. 1406. p. 133-145, 2001.

DRESCHER, S.; HOEGEVEST, P. V. The phospholipid research center: current research in phospholipids and their use in drug delivery. **Pharmaceutics**. v. 12. n. 12 p. 1235-1271, 2020.

FAHY, E.; COTTER, D.; SUD, M.; SUBRAMANIAM, S. Lipid classification, structures and tools. **Biochim Biophys Acta**. n. 1811 v.11, pp. 637-647, 2011.

FARKUH, L.; PEREIRA-LEITE, C. Bioquim ^{4x}: um jogo didático para rever os conceitos de bioquímica. **Revista de Ensino de Bioquímica** v. 12. n. 2. p. 38-54, 2014.

FARLEY, P. C. Using the computer game “Fold It” to entice students to explore external representations of protein structure in a biochemistry course for nonmajors. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 41. n.1. p.56-57, 2013.

FARREL, S. O; CHOO, D. A versatile and inexpensive enzyme purification experiment for undergraduate biochemistry labs. **Journal of Chemical Education**. v. 66. n. 8. pp. 692-693, 1989.

FERREIRA, C. R.C; GONÇALVES, H. J. L. Mapeando tendências da pesquisa na área de Educação em Bioquímica da SBBq de 2006 a 2016. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 15, n. 1, p. 15-23, 2017.

FISHOVITZ, J.; CRAWFORD, G. L.; KLOEPPER, K. D. Guided head-up: a collaborative game that promotes metacognition and synthesis of material while emphasizing high order thinking. **Journal of Chemical Education**. n. 97. v.7. p. 681-688, 2020.

FRANCO, J. Online gaming for understanding folding, interactions, and structure. **Journal of Chemical Education**. v. 89. n. p. 1543-1546, 2012.

GAETA, H. H.; ORTOLAN, B. D.; RODRIGUES, C. F. B.; COSTA, C. R. C.; BELCHOR, M. N.; TOYAMA, D. O.; TOYAMA, M. H. “METABOLIC RIDE” – a conceptual evaluation tool for metabolic biochemistry teaching for graduate and postgraduate students in biological sciences and related areas. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v.15. Esp. p. 88-99, 2017.

GALEMBECK, E. KUBO, R. T.; MACEDO, D. V. TORRES, B. B. Oxygen Consumption by isolated Mitochondria software for planning and interpreting experiments. **Biochemical Education**. v. 26. n.1. pp.41-43, 1998.

GALIZA-NETO, G. C.; PITOMBEIRA, M. S. Aspectos moleculares da anemia falciforme. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**. v. 39 n. 1. p. 51-56, 2003.

GALLEY, W. C. Exothermic Bond Breaking: a persistent misconception. **Journal of Chemical Education**. v. 81. n. 4. p.523-525, 2004.

GARZÓN, J. C. V.; MAGRINI, M. L.; DA COSTA, C.; GALEMBECK, E. Realidade aumentada no ensino de vias metabólicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v.12. n. 2. p. 130-142, 2014.

GARZÓN, J. C. V.; MAGRINI, M. L.; GALEMBECK, E. Using augmented Reality to teach and learn biochemistry. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. n.45 v. 5. p.417-420, 2017

GOMES, C.R. P. **O uso do Jogo Mistério no Zoo em uma sequência didática sobre vertebrados**. 2018. Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação. Universidade de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018.

GOMES, L. M. J. B.; MESSEDER, J. C. Fotossíntese e Respiração aeróbica: vamos quebrar a cabeça? Proposta de Jogo. **Revista de Ensino de Bioquímica** v.2. n. 12, p. 92-107, 2014.

GONÇALVES, J. D.; LEAL, M. S.; ALBUQUERQUE, C. C.; NUNES, K. L; QUEIROZ, L. B.; GANDRA, M. A Domino Game Developed to Integrate Basic disciplines of graduation courses in the biomedical area. In: XXXVIII Encontro Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. 2009, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, 2009.

GONÇALVES, L. L.; AVERSI-FERREIRA, T. A. Use of the movie “Lorenzo’s Oil” for didatic purpose in neuroscience and other health fields. **Dement. Neuropsychol**. n. 14 v. 1. p. 7-13, 2020.

GOODMAN, R. E. The Game of “Metabolism”. **The American Biology Teacher**. v. 34 n. 2. p.75-83, 1972.

GRANDO, C. R. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. 2000. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

HARLES, M.; TOWNS, M. H. Students’ understanding of primary and secondary protein structure: drawing secondary protein structure reveals student understanding better than simple recognition of structures. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 41. n. 6. p. 369-376, 2013.

HELSEY, T. L. Aminoacid Discovery. **Journal of Chemical Education**. v. 69 n. 12 p. 970, 1992.

HELSEY, T. L. An elementar quiz for periodic biochemists. **Journal of Chemical Education**. n. 63. v. 12. p. 1051, 1986.

HELSEY, T. L. Enzyme Activity: the Ping-pong Ball torture Analogy. **Journal of Chemical Education**. v. 69 n. 2 p. 137, 1992.

HELSEY, T. L. Gene expression wordsearch. **Journal of Chemical Education**. v. 87 n. 4 p. 408, 2010.

HELSEY, T. L. Glycolysis wordsearch. **Journal of Chemical Education**. v. 78 n. 4 p. 503, 2001.

HELSEY, T. L. Picture Biochemistry: a Puzzle. **Journal of Chemical Education**. v. 67 n.12 p. 1010, 1990.

HELSEY, T. L. Picture biochemistry: a puzzle. **Journal of Chemical Education**. v. 62 n. 12 p. 503, 1990.

HELSEY, T. L. Terminology: Four puzzles from one wordsearch. **Journal of Chemical Education**. v. 80. n. 4. p.414-416, 2003.

HERMAN, T.; MORRIS, J.; COLTON, S.; BATIZA, A.; PATRICK, M.; FRANDEN, M.; GOODSELL, D. S. Tactile teaching: exploring protein structure/function using physical models. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 34. n. 4. p. 247- 254, 2006.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: O jogo como elemento de cultura**. 19º Ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2019.

HUNT, E. A.; DEO, S. K. Board-game gel filtration and affinity chromatography. **Journal of Chemical Education**. v. 86. n. 1. p.19-20, 2009.

JHONSON, J. E.; DONG, P. I. Methods in Study Play. In: The Cambridge Handbook of Play – Developmental and Disciplinary Perspectives (Ed: Peter K. Smith; Jailpul. L. Roopnarine). 2018.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. In: Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a educação. 14ª ed. Kishimoto, T. M. (org.) São Paulo: Editora Cortez, 2011.

LANG, F. K.; BODNER, G. M.A. A Review of Biochemistry Education Research. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 8, p. 2091-2103, 2020.

LAUREANO, M. O. L.; CAMPOS, M. L. C. B.; SASSI, F. M. C.; ALMEIDA, M. E. F. Uso do Role-Playing Game (RPG) como complemento didático no ensino de imunologia. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v. 15. n. 1. p. 65-81, 2017.

LEAL, L. A. B. BROUGÈRE, GUILLES: JOGOS E EDUCAÇÃO. Porto Alegre. Editora Artes Médicas, 2003. **Revista Entreideias**, v. 3, n. 2, p.177-183, 2014.

LEE, N. Y.; TRUCKER-KELLOG, G. An accessible, open-source mobile application for macromolecular visualization using A.R. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 48. n. 3. p. 297-303, 2020.

LEMLEY, P.V. A Game Show approach to teaching Peptide Sequencing. **Journal of Chemical Education**. v. 6. N. 12. p. 1011, 1989.

LIKERT, R. A Technique for the measurement of attitudes. **Arch. Psychol.** v. 140. p.5-53, 1932.

LIMA, R. M.; BARRETO, L. G.; SILVA, L. G.; MARCELINO, V.S. Dyslipidemias as generating issue in Biochemistry Classes. *In: 44th Annual Meeting of the Brazilian Society for Biochemistry and Molecular Biology.* Foz de Iguaçu-PR, 2015.

LIMA, R. M.; CONCEIÇÃO, A. S. Discourse Analysis and the teaching of Biochemistry: contextualized learning based on “alcoholic beverages” as generative theme. *In: 45° Reunião Anual da SBBq.* Natal – RN. 2016.

LINENBERGER, K. J.; BRETZ, S. L. Biochemistry students’ idea about shape and charge in enzyme-substrate interactions. **Biochemistry and Molecular Biology Education.** n. 42. v.3. p. 203-212, 2014.

LOGUERCIO, R.; SOUZA, D.; DEL PINO, J. C. Educação em Bioquímica: um programa disciplinar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p.30-44, 2003.

LOGUERCIO, R.; SOUZA, D.; DEL PINO, J. C. Mapeando a educação em Bioquímica no Brasil. **Ciência & Cognição.** v. 10, p-147-155, 2007.

LOUGHRAN, S. T.; WALLS, D. **Protein Chromatography.** 1° ed. Humana Press (Springer Science + Business Media): New York, 2011.

LOVATO, F. L.; CHRISTO, T. M.; PAGLIARINI, D. S.; COSTA, F. R.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Na trilha dos genes: uma proposta de jogo didático para o ensino de genética. **Revista de Ensino de Bioquímica.** v. 16. n. 2. p. 6-30, 2018.

MANZONI-DE-ALMEIDA, D.; PSCHIEDT, A. C.; COELHO, C. B. Inovação em ensino de biologia: o desenvolvimento de uma sequência didática de ensino por investigação utilizando modelos sintéticos de vegetais para aula de botânica. **INOVAE.** v.7. p. 79-93, 2015.

MARSON, G. A.; TORRES, B. B. Principles of gel permeation chromatography: interactive software. **Journal of Chemical Education.** v. 83 n. 10 p. 1576-1568, 2006.

MARTIN-LARA, M. A.; CALERO, M. Playing a board game to learn bioenergy and biofuels topics in an interactive, engaging context. **Journal of Chemical Education.** v. 97. n.5 p.1275-1380, 2020.

MARTINS, R. M. **A transposição didática do papel termodinâmico do ATP gera conceitos alternativos?** 2012. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica.** 4° Ed. Rio de Janeiro: Guanabara – Koogan, 2015.

McCLURE, C. P. A logic puzzle to determine a polypeptide sequence. **Journal of Chemical Education**. v.86, n. 4. p. 457, 2009.

MELONI, J. S.; SPIEGEL, C. N.; GOMES, S. A. O. “Biotecnologia em jogo” – Desenvolvimento de uma estratégia lúdica para ensino de Biotecnologia no Ensino Médio. In: **Anais do IV CONEDU**. João Pessoa-PB. 2017.

MENGER, F. M.; CHLEBOSKI, M. E.; GALLOWAY, A. L.; LU, H.; SEREDYUK, V. A.; SORRELLS, J. L.; ZHANG, H. A tribute to phospholipid. **Langmuir**. v. 21. n. 23. p.10336-10341, 2005.

MERÇON, F. O que é uma gordura Trans? **Química Nova na Escola**. v. 32 n. 2. pp. 72-83, 2010.

MESSEDER-NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da psicologia histórico-cultural. **Química Nova na Escola**. v.38. n. 4. p.360-368, 2016.

MESSEDER-NETO; H. S.; MORADILLO, E. F. O jogo no ensino de química e a interação entre os pares: revisitando o conceito de zona de desenvolvimento iminente (ZDI). **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 17. n. 3. p. 664-685, 2018.

MESTANZA, P. E. C. **O uso de jogos didáticos como abordagens alternativas para o ensino de bioquímica**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

MESTANZA, P. E. C.; RODRIGUES, V. M. Quem é o carboidrato? **Revista de Ensino de Bioquímica**. v.15 Esp. p.11-20, 2017.

MEYER, S. C. 3D Printing of protein models in an undergraduate laboratory: leucine zippers. **Journal of Chemical Education**. v. 92. n. 12. p. 2120-2125, 2015.

MILENKOVIC, D. D.; HRIN, T. N.; SEGEDINAC, M. D.; HORVAT, S. Development of a three-tier test as a valid diagnostic tool for identification of misconceptions related to carbohydrates. **Journal of Chemical Education**. v. 93. n. 9. p. 1514-1520, 2016.

MILLER, J. A.; KHATIB, F.; HAMMOND, H.; COOPER, S.; HOROWITZ, S. Introducing Foldit Education Mode. **Nature Structural & Molecular Biology**. v. 27. p. 769-770, 2020.

MINDERHOUT, V.; LOERTSCHER, J. Lecture-free Biochemistry. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. v. 35. n. 3 p. 172-180, 2007.

MIRANDA, S. G. D. **O uso de jogos pedagógicos no ensino-aprendizagem e na avaliação de bioquímica para o ensino médio**. 2019. Dissertação

(Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2019.

MORENO, E. L.; HEIDELMANN, S. P. Recursos instrucionais inovadores para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 39, n.1, p.12-18, 2017.

MORONI, F. T.; MORINI, R. B.; JUSTINIANO, S.C.B.; SANTOS, J. M. M. Pescando nucleotídeos: um novo jogo educativo para o ensino do processo de síntese proteica para estudantes do ensino médio. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v.7 n. 1. p.36-40, 2009.

MURTHY, P. P. N.; THOMPSON, M.; HUNG, U. K. Development of a semester long Inquiry based Laboratory course in upper level Biochemistry and Molecular Biology. **Journal of Chemical Education**. v. 91. n.11. p. 1909-1912, 2014.

MYERS, H. M. Revised teaching of biochemistry. **Journal of Chemical Education**. n. 38. v. 7 p. 363, 1961.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 7° ed. Porto Alegre: ARTMED, 2019.

NEVES, M.; ARAÚJO, K.; SEREJO, T.; OLIVEIRA, M. Desenvolvimento de jogo didático como auxiliador do ensino de físico-química na graduação. In: **Anais do VI CONNEPI**. Maceió, 2010.

NICOLAIDOU, V.; NICOLAOU, P.; NICOLAOU, S. A. Transforming a cookbook undergraduate microbiology laboratory to inquiry based using a semester-long PBL case study. **Adv. Physiol. Educ.** v. 43. n. 1. p. 82-92, 2019.

OLIVEIRA, F. S.; LACERDA, C. D.; OLIVEIRA, P. S.; COELHO, A. A.; BIANCONI, M. L. Um jogo de construção para o aprendizado colaborativo de Glicólise e Gliconeogênese. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v.13. n. 1. p. 46-47, 2015.

OLIVEIRA, N.; SOARES, M. H. F. B. **As atividades de experimentação investigativa em ciências na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico**. In: XV do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Brasília, D.F. 2010.

OOI, B. G.; SANGER, M. J. Which pathway Am I? Using a Game approach to teach students about biochemical pathways. **Journal of Chemical Education**. v. 86. n. 4. p.454-455, 2009

OSBORNE, J.; HENESSY, S. **Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future directions**. Bristol: United Kingdom, 2003.

PAIXÃO, G. A.; SILVA, G.F. A.; SILVA, A. M.; GOMES, S. F.; OLIVEIRA, R. D. V. L. Perfil Narcoquímico – um relato de experiência sobre a elaboração e

implementação de um jogo didático sobre drogas, hormônios e funções orgânicas. **REDEQUIM**. v. 6. n. 1. p. 243-257, 2020.

PASLOW, G. R. Commentary: Biochemistry, the game: a strategy to capture the gaming generation. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 35. n. 5. p.381-382, 2007.

PELLA, M. O. The Laboratory and Science Teaching. **The Science Teacher**. v. 28. n. 5. p. 29-31, 1961.

PEREIRA, A. V.; GONÇALVES, N. N.; HORNINK, G. G. Panorama dos trabalhos de educação apresentados nas reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular entre 1993 e 2019. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v. 20, n. 1, p. 80-103, 2020.

PEREZ, A. L.; LAMOREAUX, G. Sudoku puzzles for first-year organic chemistry students. **Journal of Chemical Education**. v. 84. N. 4. P. 614, 2007.

PRICE, N. C.; NAIRN, J. **Exploring proteins: a student's guide to experimental skills and methods**. 1ª ed. Editora Oxford University Press: New York- USA, 2009.

PUGH, M. E.; SCHULTZ, E. A laboratory experiment demonstrating the dynamic character of membranes. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 28; n. 6. pp-322-326, 2000.

PULUKURI, S.; ABRAMS, B. Improving learning outcomes and metacognitive monitoring: replacing traditional textbook reading with question-embedded videos. **Journal of Chemical Education**. v. 98 n. 7. p.2156-2166, 2021.

RALWS, R. Biochemistry: The Game Nobel e-museum's virtual Biochemistry lab is going to a computer screen near you. **Chem Eng. News**. v. 79. n. 30. p.42, 2001.

REIS, J. A.; MARQUES, R. M.; DUARTE, E. C. Análise da produção argumentativa com o uso de jogo didático investigativo em uma aula de biologia. **REnCiMa**. v.11. n. 1. p.341-360, 2020.

RIBEIRO, R. **Perfil Evolutivo – o jogo da evolução**. 2014. Monografia (Especialização em Genética para Professores) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

ROMANO, C. G.; CARVALHO, A. L; MATTANO, I. D.; CHAVES, M. R. M.; ANTONASSI, B. Perfil Químico: um jogo para o ensino de tabela periódica. **Rev. Virtual Quim**. v. 9. n. 3. p. 1235-1244, 2017.

ROSSI-RODRIGUES, B. C.; GALEMBECK, E. Aminoácidos e Proteínas: proposta de atividade sob uma abordagem investigativa. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular (Atual Revista de Ensino de Bioquímica)**. n. 1. E1-E8, 2011a.

ROSSI-RODRIGUES, B. C.; GALEMBECK, E. Desvendando objetos desconhecidos: uma experiência investigativa em aulas práticas de bioquímica. In: **Atas do VIII ENPEC**, 2011b.

ROSSI-RODRIGUES, B. C.; OLIVEIRA, E. A.; GALEMBECK, E. Sistemas-tampão: uma estrutura didática teórico-prática. **Quim. Nova**. v. 32. n. 4. p.1059-1063, 2009.

RYAN, S. A. C.; STIEFF, M. Drawing for assessing learning outcomes in chemistry. **Journal of Chemical Education**. v. 96 n. 9 p.1813-1820, 2019.

SAKABE, N. J., MARSON, G. A., TORRES, B. B. Estudo interativo da estrutura e função de proteínas **Biblioteca Digital de Ciências**, 01 jun. 2006. Disponível em: <<https://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=247>> . Acesso em: 25 ago. 2021.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Regras do Jogo – Fundamentos ao design de jogos**. Volume 1. Editora Blucher – São Paulo, 2012.

SANTANA, A. M.; RIBEIRO, F. A.; LIMA, R. M. Cellular aspects of diabetes mellitus: a ludic educational approach for high school students. 2019. In: **Anais do 48º Reunião Annual da SBBq**. Águas de Lindóia – SP, 2019.

SANTANA, R. S.; OLIVEIRA, L. T. S.; LIMA, R. A. Jogos didáticos e ensino por investigação: contribuições do jogo “Mundo dos parasitos”. **Revista Internacional de Formação de Professores**. v. 4. n. 1. p. 80-97, 2016.

SANTOS, W. L.; CARREIRA, A. P.; MARQUARDT, F. V.; LIMA, H. C. G.; SANTOS, S.; GANDRA, M. Equilibrium: na investigative game based on biomedical evidences of crimes. In: XXXVIII Encontro Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. 2009, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, 2009.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula; o papel do professor. In: **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. Ana Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo. Ed. Cengage Learning, 2013.

SAVI, R. WANGENHEIM, C. G.; ULBRITCH, V.; VANZIN, T. Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v.8. nº 3. 2010. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/18043/10630>>. Acesso em 8 de març. 2021.

SCHELL, J. **The art of Game Design – A book of lenses**. 2º Ed. Boca Raton, Florida: CRC Press – Taylor & Francis group, 2015.

SCHNEEDORF, J. M. Playing Medical Biochemistry using cards and boards. In: XXX Encontro Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia

Molecular. K-15. 2001, Caxambu. **Anais [...]**. Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, 2001.

SCHONBORN, K. J.; ANDERSON, T. R. Bridging the Educational Research-teaching practice gap. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 38 n. 5. p. 347-354, 2010.

SCOPES, R. K. Overview of Protein Purification and Characterization. **Current Protocols in Protein Science**. c. 1. Unit 1.1, 1994.

SILVA, F.A. R. **O ensino de ciências por investigação na educação superior: um ambiente para o estudo da aprendizagem científica**. 2011. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG. 2011.

SILVA, L. D.; MAIA, A. F.; PAZINATO, M. S.; SUDATI, J. H. Percepções dos Licenciados em Ciências da Natureza sobre aminoácidos e proteínas. **Revista Debates em Ensino de Química**. v. 3. n. 2 esp. p. 142-155, 2017.

SILVA, M. I.; PINHEIRO, S. B.; MENDES, S. A. B. A.; CAMPELO, MT. W. M; SANTOS, Y. V. S.; GROSS, M. C.; RODRIGUES, D. P. AminoUno: uma ferramenta alternativa para o Ensino de síntese de proteínas no Ensino médio. **Revista de Ensino de Bioquímica**. n. 13. v. 1., p. 37-53, 2013.

SILVA, T. GALEMBECK, E. An inquiry-based freshman biochemistry lab set to enhance students' autonomy. **Quim. Nova**. v. 40. n. 4. pp.465-468, 2017.

SILVA, T.; GALEMBECK, E. Surveying biochemistry application for mobile devices to compare availability and topics covered. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 7, p.1256-1260, 2015.

SILVEIRA, J. T.; ROCHA, J. B. Produção científica sobre estratégias didáticas utilizadas no ensino de bioquímica. Uma revisão sistemática. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 14, n. 1, p. 8-21, 2016.

SIMÕES, L. S. C. **Perfil dos animais: jogo didático de zoologia como ferramenta facilitadora do ensino e a aprendizagem de biologia**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2019.

SIMS, P. A. Aminoacid crossword puzzle. **Journal of Chemical Education**. v. 88. n. 4. pp. 434-437, 2011.

SMITH, C. A.; Checkerboard Chromatography. **Journal of Chemical Education**. v. 81, n. 3. pp.384A – 384B, 2004.

SOARES, M. H. F. Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química: Teoria, Métodos e Aplicações. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). UFPR. Curitiba – PR, 2008b.

SOARES, M. H. F.B. **Jogos para o Ensino de Química – Teoria, métodos e Aplicações**. Guarapari: Editora Ex Libris, 2008a.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por Investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. In: XXI Simpósio Nacional de Física, Uberlândia. 2015.

SPIEGEL, C. N.; ALVES, G. G.; CARDONA, T. S.; MELIM, L. M. C.; LUZ, M. R. M.; ARAÚJO-JORGE, T. C.; HENRIQUE-PONS, A. Discovering the cell: and educational game about cell and molecular biology, **Journal of Biological education**. n. 43. v. 1. p. 27-36, 2008.

STRINGFIELD, T. W.; KRAMER, E. F. Benefits of a game based review module in chemistry courses for nonmajors. **Journal of Chemical Education**. v. 91. n. p.56-58, 2014.

TABER, D. F.; LI, R.; ANSON, C. M. Isolation of Cholesterol from and Egg Yolk. **Journal of Chemical Education**. v. 88. n. 11 p.1580-1581, 2011.

TORRES, B. B.; GALEMBECK, E.; TERENCE, H. F. T.; VOET, D. Editorial. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 1, n.1, p. 1-2, 2001.

TOYAMA, M. C.; GAETA, H. H.; ORTOLAN, B. D.; RODRIGUES, F. B.; COSTA, C. R. C.; BELCHOR, M. N.; TOYAMA, D. O. *Biotechnological War*. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v.15 Esp. p.64-74, 2017.

VASCONCELLOS, M. S.; CARVALHO, F. G.; ARAUJO, I. S. **O jogo como prática de saúde**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2018.

VEDIA, V. G. A.; NATALE, P.; CHEN, S.; MONROY, F.; ROSILION, V.; LÓPEZ-MONTERO, I. iGUVs: preparing giant unilamella vesicles with a smartphone and lipids easily extracted from chicken eggs. **Journal of Chemical Education**. v. 94. n. 5. p. 644-649, 2017.

VELLA, F. The IUBMB and Biochemical Education. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. n. 25. p. 8-10, 1995.

VERGENE, M. J.; SIMMOS, J. D.; BOWEN, R. S. Escape the lab: an interactive Escape Room game as laboratory experiment. **Journal of Chemical Education**. n. 96. v.5 p. 985-991, 2019.

VILHENA, L.; MOTA, F. N. N.; OLIVEIRA, F. C.; BATISTA, F. T. S.; DREFFS, Y. D. S.; ROSA, L. O. Bozó genético: uma proposta didática como alternativa para o Ensino da replicação do DNA no Ensino médio. **Revista de Ensino de Bioquímica**. v.14 n. 3. p. 58-67, 2016.

VOET, J. G.; BELL, E.; BOYER, R.; BOYLER, J. O'LEARY, M.; ZIMMERMAN, J. K. Recommended curriculum for a program in biochemistry and molecular biology. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 31. n. 3. pp. 161-162, 2003.

VOET, J. G.; VOET, D. **Bioquímica**. 4 ed. Editora ARMET: Porto Alegre, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **A formação Social da Mente**. São Pauço: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A formação Social da Mente**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1991.

WARTHA, E. J.; KIOURANIS, N. M. M.; VIEIRA, R. M. Jogos educativos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico. In CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B.(orgs). **Didatização lúdica no Ensino de Química/Ciências – Teorias de Aprendizagem e Outras Interfaces**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

WHITE, B.; KAHRIMAN, A. LUBERICE, L.; IDLEH, F. Evaluation of software for introducing protein structure. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 38 n. 5. p. 284-289, 2010.

WILMOTT, C. J. R. Revision Bingo. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. n. 29. v.5. p.193-195, 2001.

WINK, D. Lorenzo's Oil as a vehicle for teaching chemistry content, processes of science, and sociology of science in a general education chemistry classroom. **Journal of Chemistry Education**. v. 88 n. 10 p. 1380-1384, 2011.

WISCH, J. K.; FARREL, E.; SIEGEL, M.; FREYERMUTH, S. Misconceptions and persistance: resources for targeting student alternative conception in biotechnology. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. n. 46 v. 6 p. 602-611, 2018.

WOOD, E. T. Chemistry for the biosciences: the essential concepts. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 3. n. 6. p. 459-462, 2006.

YOKAICHIYA, D. K.; GALEMBECK, E.; TORRES, B. B. O que os alunos de diferentes cursos procuram em disciplinas extracurriculares de Bioquímica? **Revista de Ensino de Bioquímica**.v. 1 n. , 2004.

ZHANG, Y.; ZHANG, T.; LIANG, Y.; JIANH, L.; SUI, X. Dietary bioactive lipids: a review on absorption, metabolism and health properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 69 n. 32 p. 8929-2943, 2021.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades Investigativas no ensino de ciências. Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio**. v.13. n. 3. pp. 67-80, 2011.

ZORZAL, E. R.; OLIVEIRA, M. R. F.; SILVA L. F.; CARDOSO, A.; KIRNER, C.; LAMOUNIER JÚNIOR, E. A. Aplicação de Jogos Educacionais com Realidade Aumentada. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 6. n. 2. 2008. Disponível em: <

<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14575/8482>>. Acesso em: 08 jan. 2022.

XEXEÓ, G. Jogos de tabuleiro modernos como inspiração para criar jogos para aprendizado de ciências. In: **O lúdico em redes – Reflexões e práticas no Ensino de Ciências da Natureza**. [Recurso Eletrônico]. SOUZA, J. F. M. (Org). Porto Alegre – RS: Editora Fi, 2021.

7. Apêndices

APÊNDICE A – Quadro e Lista de Referências utilizadas para construção do jogo “Pura Proteína! – Uma Experiência no Laboratório de Bioquímica”

Tema	Autores
Purificação de Proteínas	ROE, S. (2001)
	PRINCE, N. C.; NAIRN, J. (2009)
	JANSON, J. C. (2011)
	VOET, D.; VOET, J. D. (2013)
Proteínas do Leite, Purificação da β -Lactoglobulina e da α -Lactalbumina	BOYER, R. F. (1991)
	WANG, Q.; SWAISGOOD, H. E (1993)
	SGARBIERI, V. C (2005)
	THOMPSON, A.; BOLAND, M.; SINGH, H (2009).
	SANTOS, M. J.; TEIXEIRA, J. A.; RODRIGUES, L. R. (2012).
	MAO, X <i>et al.</i> (2017)
Purificação da Lactato- desidrogenase	SCOPES, R. K. (1977a)
	SCOPES, R. K.(1977b)
	TAYLOR, S. S.; DIXON, J. E (1978)
	PETTIT, S. M.; NEALON, D. A.; HENDERSON, A. R (1981)
	FARREL, S. O; CHOO, D (1989)
	COLEMAN. A. B (2010)
	KARAMANOS, Y (2014)
	BRUNAUER, L. S (2016)
Proteínas da Peçonha de <i>Bothrops pauloensis</i> , purificação de Fosfolipases A ₂	ROCK, C. O.; SNYDER, F (1975)
	HAZLETT, T. L.; DENNIS, (1985)
	LOMONTE, B. <i>et al.</i> (1994)
	RODRIGUES, V.M. <i>et al.</i> (1998)
	FAROOQUI, A. A.; HORROCKS, L. A (1999)
	SOARES, A. M. <i>et al.</i> (2000)
	RODRIGUES, R. S <i>et al.</i> (2007)
	COSTA, F. L. S. <i>et al.</i> (2009)
	NAVES DE SOUZA, D. L <i>et al.</i> (2012)

	STÁBELI, R. G <i>et al.</i> (2012)
	ACHÊ, D. C <i>et al.</i> (2015)

Lista de Referências

ACHÊ, D. C.; GOMES, M. S. R.; NAVES DE SOUZA, D. L.; SILVA, M.; A.; BRANDEBURGO, M. I. H.; YONEYAMA, K. A. G.; RODRIGUES, R. S.; BORGES, M. H.; LOPES, D. S.; RODRIGUES, V. M. Biochemical properties of a new PI SVMP from *Bothrops pauloensis*: In International **Journal of Biological Macromolecules**. v. 72. pp. 445-453, 2015.

BOYER, R. F. Purification of milk whey α -lactalbumin by immobilized metal-ion affinity chromatography. **Journal of Chemical Education**. v. 68. n. 5. pp.430-432, 1991.

BRUNAUER, L. S. Purification and electrophoretic characterization of lactate dehydrogenase from mammalian blood: a different twist on a classic experiment. **Journal of Chemical Education**. v. 93. n. 6. pp. 1108-1114, 2016.

COLEMAN, A. B. New ideas for and old enzyme: a short, question-based laboratory project for the purification and identification of an unknown LDH isozyme. **Biochemistry and Molecular Biology Education**. v. 38. n. 4. pp. 253-260, 2010.

COSTA, F. L. S.; RODRIGUES, R. S.; IZIDORO, L. F. M.; MENALDO, D. L.; HAMAGUCHI, A.; HOMSI-BRANDEBURGO, M. I.; FULY, A. L.; SOARES, S. G.; SELIESTRE-DE-ARAÚJO, H. S.; BARRAVIERA, B.; SOARES, A. M.; RODRIGUES, V. M. Biochemical and functional properties of a thrombin-like enzyme isolated from *Bothrops pauloensis* snake venom. **Toxicon**. v. 54. n. 6. Pp-725-735, 2009.

FAROOQUI, A. A.; HORROCKS, L. A. Purification of lipases and phospholipases by heparin-sepharose chromatography. **Methods in Molecular Biology** v. 109. pp.133-143, 1999.

FARREL, S. O; CHOO, D. A versatile and inexpensive enzyme purification experiment for undergraduate biochemistry labs. **Journal of Chemical Education**. v. 66. n. 8. pp. 692-693, 1989.

HAZLETT, T. L.; DENNIS, E. A. Affinity chromatography of phospholipase A₂ from *Naja naja naja* (Indian cobra) venom. **Toxicon**. v. 23. n. 3. pp.457-466, 1985.

JANSON, J. C. **Protein Purification: principles, high-resolution methods, and applications**. 3^a ed. Editora John Wiley and Sons. New Jersey, USA. 2011.

KARAMANOS, Y. Purification and characterization of lactate dehydrogenase: an undergraduated biochemistry laboratory experiment. **Advances in Biochemistry**. v. 2. n. 1. pp.14-23, 2014.

LOMONTE, B.; TARKOWSKI, A.; BAGGE, U.; HANSON, L. A. Neutralization of the cytosolic and myotoxic activities of phospholipases A₂ from *Bothrops asper* snake venom by glycosaminoglycans of the heparin/heparan sulfate family. **Biochemical Pharmacology**. v. 47. n.9. pp.1509-1518, 1994.

MAO, X.; ZHANG, G. F.; LI, C.; ZHAO, Y. C.; LIU, Y. WANG, T. T.; DUAN, C. Y.; WANG, J.Y.; LIU, L.B. One-step method for the isolation of α -lactalbumin and β -lactoglobulin from cow's milk while preserving their antigenicity. **International Journal of food properties**. v. 20. n. 4. pp.792-800, 2017.

NAVES DE SOUZA, D. L.; GOMES, M. S. R.; FERREIRA, F. B.; RODRIGUES, R. S.; ACHÊ, D. C.; RICHARDSON, M.; BORGES, M. H.; RODRIGUES, V. M. Biochemical and enzymatic characterization of BpMP-I, a fibrinogenolytic metalloproteinase isolated from *Bothropoides pauloensis* snake venom. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**. n. 161, pp.102-109, 2012.

PETTIT, S. M.; NEALON, D. A.; HENDERSON, A. R. Purification of lactate dehydrogenase isoenzyme-5 from human liver. **Clin. Chem**. v. 27. n. 1. pp. 88-93, 1981.

PRICE, N. C.; NAIRN, J. **Exploring proteins: a student's guide to experimental skills and methods**. 1^a ed. Editora Oxford University Press. New York- USA, 2009.

ROCK, C. O.; SNYDER, F. Rapid purification of phospholipase A₂ from *Crotalus adamanteus* venom by affinity chromatography. **The Journal of Biological Chemistry**. v. 20. n. 16. pp.6564-6566, 1975.

RODRIGUES, R. S.; IZIDORO, L. F. M.; TEIXEIRA, S. S.; SILVEIRA, L. B.; HAMAGUCHI, A.; HOMSI-BRANDEBURGO, M. I.; SELISTRE-DE-ARAÚJO, H. S.; GIGLIO, J. R.; FULY, A. L.; SOARES, A. M.; RODRIGUES, V. M. Isolation and functional characterization of a new myotoxic acidic phospholipase A₂ from *Bothrops pauloensis* snake venom. **Toxicon**. v. 50. pp-153-165, 2007.

RODRIGUES, V.M.; SOARES, A. M.; MANCIN, A. C.; FONTES, M. R. M.; HOMSI-BRANDENBURGO, M. I.; GIGLIO, J. R. Geographic variations in the composition of myotoxins from *Bothrops neuwiedi* snake venoms: biochemical characterization and biological activity. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**. v.121. pp-215-222, 1998.

ROE, S. **Protein Purification Application**. 2^o ed. Editora Oxford University Press. New York – USA. 2001.

SANTOS, M. J.; TEIXEIRA, J. A.; RODRIGUES, L. R. Fractionation of the major whey proteins and isolation of β -lactoglobulin variants by anion exchange

chromatography. **Separation and Purification Technology**. v. 90. pp. 133-139, 2012.

SCOPES, R. K. Multiple enzyme purification from muscle extracts by using affinity-elution-chromatographic procedures. **Biochem J**. v. 161. n.2. pp. 265-277, 1977b.

SCOPES, R. K. Purification of glycolytic enzymes by using affinity-elution chromatography. **Biochem. J**. v. 161. n. 2. pp. 253-263, 1977a.

SGARBIERI, V. C. Propriedades estruturais e físico-químicas das proteínas do leite. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 8. n. 1. pp. 43-56, 2005.

SOARES, A. M.; GUERRA-SÁ, R.; BORJA-OLIVEIRA, C. R.; RODRIGUES, V. M.; RODRIGUES-SIMIONI, L.; RODRIGUES, V.; FONTES, M. R. M.; LOMONTE, B.; GUTIÉRREZ, J.; GIGLIO, J. R. Structural and Functional Characterization of BnSP-7, a Lys49 myotoxic phospholipase A₂ homologue from *Bothrops neuwiedi pauloensis* venom. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. v. 378. n. 2. pp.201-209, 2000.

STÁBELI, R. G.; SIMÕES-SILVA, R.; KAYANO, A. M.; GIMENEZ, G. S.; MOURA, A. A.; CALDEIRA, C. A. S.; COUTINHO-NETO, A.; ZAQUEO, K. D.; ZULIANI, J. P.; CALDERON, L. A.; SOARES, A. M. Purification of phospholipases A₂ from american snake venoms. In: **Chomatography – The most versatile method of Chemical analysis**. CALDERON, L. A. (org). 2012. Disponível em:< <https://www.intechopen.com/books/chomatography-the-most-versatile-method-of-chemical-analysis/purification-of-phospholipases-a2-from-american-snake-venoms>>. Acesso em: Mar. 2019.

TAYLOR, S. S.; DIXON, J. E. Affinity Chromatography of lactate dehydrogenase: a biochemistry experiment. **Journal of Chemical Education**. v. 55. n. 10. pp. 675-677, 1978.

THOMPSON, A.; BOLAND, M.; SINGH, H. **Milk Proteins: From expression to food**. Ed. Elsevier. San Diego – USA, 2009.

VOET, D.; VOET, J. G. **Bioquímica**. 4^a ed. Editora Arned, Porto Alegre, RS. 2013.

WANG, Q.; SWAISGOOD, H. E. Characteristics of β -lactoglobulin binding to the all-trans-retinal moiety covalently immobilized on Celite TM. **J. Dairy. Sci**. n. 76. v. 7. pp. 1895-1901, 1993.

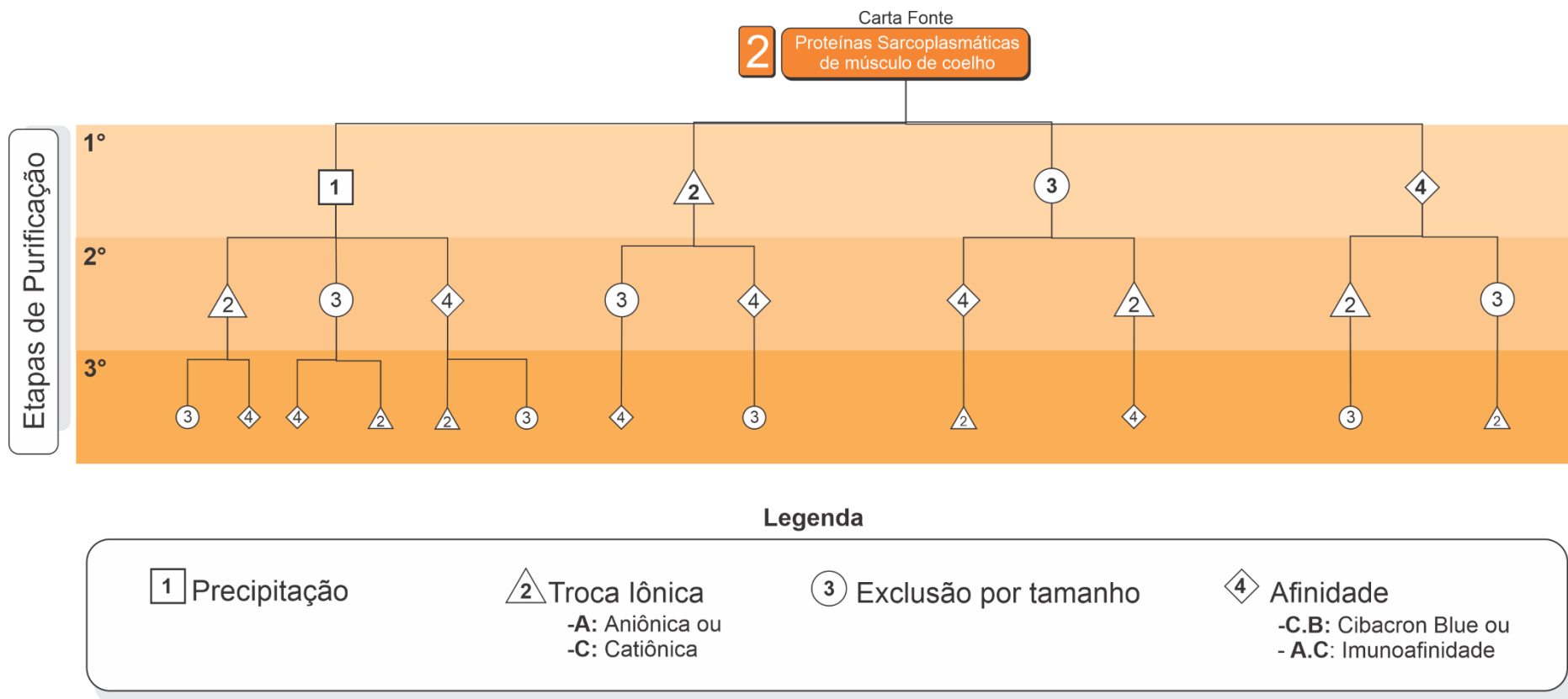
APÊNDICE B – Lista de Componentes do Jogo “Pura Proteína”.



Lista de componentes por kit de Proteínas

Componente	Quantidade de Cartas/Fichas			
	β -lactoglobulina	Lactato Desidrogenase	α -Lactalbumina	BnSP-7
Cartão de Proteína	1	1	1	1
Cartas de Objetivo	3	3	3	3
Cartas Finais	3	3	3	3
Cartas de Método	6	6	6	6
Carta “Repetir método anterior”	1	1	1	1
Cartas de Teste	4	4	4	4
Cartas de Resultado	228	330	228	298
Cartas de Resultado de Teste 1 (SDS-PAGE)	228	330	228	298
Cartas de Resultado de Teste 2 (Imunoblotting)	228	330	228	298
Cartas de Resultado de Teste 3	228	330	228	298
Fichas de Fração e Teste	26	26	26	26
Cartas Coloridas	18	18	18	18
Tabuleiro	1	1	1	1
Fichas de Proteína Bruta	76, comum a todos os jogadores.			
Fichas de Proteína Pura	76, comum a todos os jogadores.			

APÊNDICE C – Mapa de Combinações Simplificadas do Jogo “Pura Proteína!”.



APÊNDICE D -Transcrição da Aplicação do Jogo “Pura Proteína”.

PARTE I – Apresentação

[00:00]

1. **M:** Boa tarde!
2. **J.N:** Boa Tarde!
3. **M:** A partir de agora todos nós somos purificadores de proteínas, pessoas que trabalham no laboratório pegando, purificando proteína. Qual é o objetivo... ah tá! Primeira coisa, cada um tira uma aqui [cartão de proteína] escolhe! Uma dessas cartas ... é!
4. **J.V:** Pode ler?
5. **M:** Não.
6. **J.V:** Não dá para ler?
7. **M:** Você escolheu, você pegou o 3 [Cartão de Proteína nº3], né?
8. **J.N:** Foi, tem que trocar de lugar?
9. **M:** Então a gente tem que trocar de lugar.
10. **J.G:** Ah, então troca...
11. **J.N:** Ah bom porque eu já li a desse daqui que você falou que não era pra ler.
12. **M:** Não, tanto faz. Não tem problema, isso não tem problema não!
13. **J.V:** Ah meu deus!
14. **M:** Tá bom então... Ok? Essa proteína que vocês receberam nessa carta [cartão de proteína] é a proteína que vocês vão ter que purificar, que é a mesma proteína que tá aqui, que tá aqui [no tabuleiro e na carta fonte].
15. **J.V:** Uhum.
16. **M:** Onde tá nossa mistura de proteínas pra purificar? Aqui nessa carta daqui [carta fonte]. Vocês podem virar ela, que ela tem a composição proteica, certo?

[01:00]

17. **M:** E agora, pra gente saber o que a gente vai purificar e quanto a gente vai purificar, cada equipe pega uma dessas cartas aqui [cartas de objetivo] ... é secreta, heim!
18. **J.V:** Só a gente pode ver?
19. **M:** Só vocês podem ver!
20. **M:** Qual é o nosso objetivo?
21. **J.N:** Esse aqui!

[01:17 – 01:31:Leitura das cartas de objetivo em silêncio]

22. **J.V:** Show!
23. **M:** Show. Entendeu?
24. **J.G:** Hum...
25. **M:** Certo?
26. **M:** Então esse é o objetivo que a gente tem que atingir.
27. **J.N:** Uhum!
28. **M:** Para conseguir o objetivo, nós temos essas cartas aqui, que são chamadas de cartas de método.
29. **J.G:** Uhum.
30. **M:** Essas aqui. Essa carta aqui é uma carta de teste, tá?

[02:00]

31. **M:** Se você olhar atrás do método, tem a explicação do método, quais são os princípios...e tem um valor de... Isso... E tem um gasto. Para você poder usar um método, você tem que gastar uma quantidade de fichinhas, certo? E aí depois você recupera um tanto. Essas fichinhas azuis representam as proteínas brutas, proteína não purificada. E essas amarelinhas, representam as proteínas puras. Então, quando fala no objetivo que tem que ter tanto X de proteína pura,

quer dizer que você tem que ter esse tanto de fichinha amarela, certo? Para isso, a gente tem que descobrir formas de purificar, combinando esses métodos aqui. Certo?

32. **M:** É... tá, algumas cartas... É... Não... É isso! Então, cada rodada é uma etapa de purificação, certo?

[03:00]

33. **M:** Então a primeira rodada, primeira etapa. Então vou fazer, vamos supor, isso aqui [adicionar uma carta ao tabuleiro], vou gastar o que precisa ser gasto, vou recuperar, e vou ganhar meu resultado. Alguns experimentos não tem exatamente um resultado em um gráfico, é só.. você faz uma escolha.

34. **J.G:** Uhum

35. **M:** E aí você coloca aqui nas... esses negócios aqui [fichas de fração] para ir marcando.

36. **J.N:** Uhum.

37. **M:** Em algumas rodadas eu faço um método, em outras rodadas eu posso fazer um teste, se eu quiser. Se eu fizer o teste, eu vou ganhar o resultado do teste e descobrir se tá ali [a proteína de interesse] ou não. Certo? Mais ou menos se a proteína tá onde eu quero que esteja, ou se não está. Quando eu completo a terceira etapa, eu tenho... Eu posso parar de fazer o jogo...Não! Eu posso recomençar a purificação, para ter mais quantidade de proteína ou se eu... ou... nada! Depende, se você chegou aqui e conseguiu purificar a quantidade que você precisa, beleza, mas normalmente não é assim, tá?

[04:00]

38. **M:** Toda vez que eu combino duas cartas de método ou três, eu falo... eu criei uma estratégia de purificação, e essa estratégia, ela pode ser repetida, tá?

39. **J.G:** Tá.

40. **J.V:** Uhum!

41. **M:** Tipo, na próxima... aqui, cheguei na terceira [etapa], fiz a estratégia, terminou? Ah, posso repetir de novo! Cheguei na segunda [etapa], purifiquei a proteína. Posso começar de novo? Pode! Tá bom?

42. **J.N:** Uhum.

43. **M:** E assim que eu termino de fazer minha jogada, seja fazendo isso aqui [usando uma carta de método], trocando os valores [as fichas de proteína bruta por pura] e recebendo do resultado; ou seja fazendo teste, no final, tenho que pegar uma cartinha desse bolo aqui [baralho de cartas coloridas], que vocês têm aqui. Essa cartinha vem com coisas. E é isso! OK?

44. **J.V:** OK!

45. **J.N:** Quem começa, no par ou ímpar?

46. **M:** Vocês já leram? Aqui os... [versos das cartas de método]?

47. **M:** Pode ser par ou ímpar ou pode ser... é.. pode ser!

48. **J.V:** São iguais? [As cartas de método].

49. **M:** Sim, são iguais, todas são iguais. [Os adversários possuem as mesmas cartas de método]

[05:00]

[05:00- 05:10 - *Leitura das Cartas de Método*].

50. **M:** E aí, se tiver dúvida vocês me falam, tá? E ganha o jogador que conseguir atingir... A equipe que conseguir atingir o objetivo primeiro.

51. **J.N:** Uhum.

52. **M:** Qual é o nosso objetivo, por sinal?

53. **J.G:** Esse eu não conheço.

54. **J.V:** Qual? Esse aqui?

55. **J.G:** Uhum, a precipitação. Uhum... O.K.

56. **M:** Certo? Ah outra coisa. Quando a gente faz o segundo método e o terceiro a gente tem que gastar, tá vendo esse ou amarelinho e azul? Tem que gastar um pouco de amarelo e outro tanto de azul em qualquer proporção.

[06:00]

57. **M:** Tá? Não precisa ser...

58. **J.V:** Pera aí, precisa gastar...

59. **M:** [fichas] Amarelo e azul a partir da segunda etapa.

60. **J.V:** Tá, precisa ser amarelo e azul.

61. **M:** Tem que ser amarelo e azul em qualquer proporção. Tipo, você pode me dar cinco [fichas de proteína pura – amarelas], e sei lá, tem que gastar cinquenta. Então você me dá cinco de azul tsc! Cinco de amarelo e quarenta e cinco de azul ou, se quiser, dez de amarelo e tal... tá? É livre, O.K?

62. **J.G:** A partir da segunda etapa...

63. **M:** A partir da segunda etapa, na primeira é só azul e na segunda azul e amarelo, azul e amarelo, tá?

64. **J.N:** Tá!

65. **M:** O.K? Então tá, vamos tirar o par ou ímpar. Tira aí... um, dois, três e...

66. **J.N:** Par? Né?!

67. **M:** Ah é! Verdade, verdade, é que eu não jogo par ou ímpar tem muito tempo!

68. **J.V:** Par! Ganhei!

69. **M:** Quem ganhou?

70. **J.N:** Ela.

71. **M:** Ah, então tá. Pode começar!

72. **J.V:** Uff! Tá. Cadê o nosso objetivo?

[06:47- 07:00 – Pensando na estratégia de purificação em silêncio]

PARTE II – Primeira Rodada

[07:00]

73. **M:** Ah! Tem uma coisa... Pode fazer a ação!

74. **J.V:** Estamos pensando!

75. **M:** Ah tá, não, pode pensar, fica à vontade.

76. **J.G:** Vai fazer... mais...poder fazer... tem o pl também... tem como excluir também...

77. **J.V:** Tem método que não exclui... to achando mais fácil esse daqui...

78. **J.G:** Então, mas isso aqui...chega até...

79. **M** (dirigindo-se a N): O que a gente vai fazer?

80. **J.N:** Tava pensando em usar essa daqui porque olha a massa molar dela. Onde ela vai excluir, eu acho que vai ficar só esses dois.

81. **M:** Hum... bastante coisa, né? Mas aí... Na verdade bate com tudo isso [proteínas] aqui.

[08:00]

82. **M:** só que essa aqui vai ficar muito junta!

83. **J.N:** Vai ficar.... Essas três?

84. **J.V:** E se a gente fizer a precipitação?

85. **J.G:** É pode ser! Mas como é que faz a precipitação? Olha a eficiência, é menor!

86. **J.V:** Então qual?

87. **J.G:** Pode ser essa daqui [precipitação], aí separa essas aqui. A gente ficaria com esses [proteínas] quatro. Tem que como fazer por massas. E aí por último, com troca iônica.

88. **J.V:** Sim, pode ser!

89. **J.G:** Você quer fazer essa primeiro?

90. **J.V:** Pode ser.

91. **J.G:** Só que a gente não vai conseguir tudo...Aqui ó o total de amarelinho [fichas de proteína pura]. Não vai dar!

92. **J.N:** Quando fala “evitar acúmulo de sais”, mas vai ter que usar de qualquer jeito né, porque o único jeito de diferenciar ela [a beta-lactoglobulina] da caseína é fazendo...

93. **M:** é fazendo isso, né? Também acho. Aí, se purificar na segunda etapa, a gente faz mais uma pra tirar mais sal... hipoteticamente.

[09:00]

94. **M:** (Dirigindo-se a todos) Ó, isso aqui é uma fichinha [Ficha de Purificação] onde você anota os passos que você for fazendo, acho que facilita. Para você não esquecer depois.

95. **J.V:** Tá bom. Eu só não tenho uma caneta.

96. **M:** Eu tenho, relaxa.

97. **J.G:** Hum...

98. **J.N:** Quer chocolate, Queen?

99. **J.V:** Não posso.

100. **J.N:** Não pode?

101. **M:** Promessa?

102. **J.V:** Não, *piercing*.

[09:20-10:00 – Momento de dispersão]

[10:00]

103. **M:** E aí?

104. **J.G:** A gente vai começar com essa.

105. **J.V:** A gente vai começar a precipitação.

106. **M:** O.k. Então tá, vocês vão precipitar, né?.

107. **J.G:** Isso.

108. **M:** Cadê o *Money*?

109. **J.V:** Pera aí, que esse aqui...

110. **M:** Aqui! Para vocês!

111. **J.V:** Cadê nossa carta secreta?

112. **J.G:** Ah... tá... aí... não tá?

113. **M:** A carta de objetivo?

114. **J.N:** Perderam a carta de objetivo!

115. **J.V:** Perdemos o objetivo?!

116. **M:** É aquela ali, não é ó? Essa aqui!

117. **J.V:** Haha escondi tão bem que nem eu lembrei!

118. **M:** Quanto vocês têm que recuperar?

119. **J.G:** vinte, vinte miligramas mais cento e trinta.

120. **M:** vinte miligramas amarelo...

121. **J.N:** mais cento e trinta azul.

122. **J.V:** Mas pera aí, a gente precisa então fazer...

123. **J.G:** a conta.

124. **J.V:** Esse é seu.

125. **J.N:** Esse é meu! Que que isso? Isso é depois né, quando estiver no segundo turno.

126. **M:** Vocês já pegaram as amarelinhas, aqui ó [para os jogadores G e V]?

127. **J.V:** Não é pra gente colocar aqui [na ficha de purificação] o quanto a gente tem que usar de...

128. **J.N:** É o que coloca aqui?

129. [11:00]

130. **M:** Não, ó, vocês querem precipitar em que porcentagem?

131. **J.V:** A partir de cinquenta.

132. **M:** De cinquen... Qual intervalo? Cinquenta- sessenta...

133. **J.V:** Cinquenta-sessenta!
 134. **M:** Precipitado ou sobrenadante?
 135. **J.V:**Hum!

[11:12-11:15 *Alguns segundos de reflexão*]

136. **J.G:** Precipitado.
 137. **M:** Precipitado?
 138. **J.G:** Uhum, porque sobrenadante são esses aqui, né?
 139. **M:** O que precipita é o que vai ser precipitado naquela fração. Quem precipita naquela fração precipita [está indicado na carta], o resto vira sobrenadante.
 140. **J.N:** Ah!
 141. **J.V:** A gente precisa do precipitado!
 142. **M:** Aí vocês colocam aqui [a ficha de fração no tabuleiro].
 143. **J.N:** De cá pra cá?
 144. **M:** Isso. Pronto. O.K, é isso. Essa é a rodada de vocês! O que a gente vai fazer? [perguntando ao jogador N].
 145. **J.N:** Isso aqui mesmo ou...? Olha os dados...
 146. [12:00]
 147. **J.N:** Você lembra do objetivo né?
 148. **M:** Não esquece da cartinha hein! De pegar a cartinha no final [dirigindo-se aos jogadores G e V]. E aí o que tem a cartinha?
 149. **J.G:** Hum! “Explique aos seus colegas a estratégia que você desenvolveu até este momento”.
 150. **M:** E aí, o que vocês desenvolveram até este momento?
 151. **J.V:** É... a gente quis separar parte das proteínas que não precipitariam... Com esse...
 152. **M:** Por quê?
 153. **J.G:** É que a gente pensou em fazer ou por massa, ou por precipitação.
 154. **M:** Uhum. Uhum
 155. **J.G:** Só que por precipitação... é.. essas [proteínas com] porcentagens[de saturação com sulfato de amônio] menores não iam precipitar, então a gente ia conseguir... eu pensei que a gente conseguia os quatro [proteínas] de baixos, mas por esse aqui [método], a gente tira mais, né? Você consegue...
 156. **M:** Isso, você tira só essas duas [proteínas].

[13:00]

157. **J.G:** Mas eu não sei, porque aqui tá falando que a eficiência é trinta por cento, ou seja, não vem só isso, vem bastante suj... sei lá..
 158. **M:** É trinta por cento porque do tanto que você investe, você recupera só trinta por cento.
 159. **J.G:** Huuuum.
 160. **M:** ...De puro [fichas de proteína pura]!
 161. **J.G:** Ah tá!
 162. **M:** Tá?
 163. **J.G:** Tá bom!
 164. **M:** Porque tipo assim, você investiu duzentos, aí você recebeu cento e cinquenta, não é? Do que dos cento e cinquenta, só vinte [miligramas] são...
 165. **J.G:** É!
 166. **M:** Então a eficiência é baixa. Purificou um pouquinho? Purificou, mas... muito pouco
 167. **J.G:** Uhum.
 168. **M:** Em relação ao investimento e a recuperação.
 169. **J.G:** Sim. Era melhor ter feito o outro... Por Massa.

170. **J.N:** Aqui fica mais fácil né?
 171. **M:** Essa aqui né? Bem mais [a recuperação].
 172. **J.N:** É bom que a gente usou uma estratégia diferente da deles para não ficar os dois iguais.
 173. **M:** Sim. Tá! Vamos ver! Vamos ver o que que sai.
 174. **M:** Vai!
 175. **J.N:** Cadê a carta...? Ah tá aqui!
 176. **M:** A carta fonte. Tá, a gente vai fazer cromatografia de exclusão por tamanho. Aí...

[14:00]

177. **J.G:** A gente devia ter feito esse primeiro [método], depois esse.
 178. **J.V:** Agora já foi!
 179. **J.G:** Mas agora não tem o que fazer...
 180. **M:** Vocês podem desistir também e recomeçar se quiserem, não tem problema não.
 181. **J.V:** O.K! É...
 182. **M:** Pera aí, calma que a gente não terminou nossa jogada ainda!
 183. **J.N:** Gasto foi de... cem né...
 184. **J.V:** A gente precisa de um desses [carta de resultado] também então!
 185. **M:** Não, esse vocês não têm. Esse método [precipitação], não tem resultado gráfico. Por isso que eu falei para vocês escolherem o que [a fração] vocês queriam.
 186. **J.V:** Hum!
 187. **M:** Por isso agora vocês podem fazer um teste ou vocês podem seguir continuando, se vocês têm certeza que está tudo certo. Que saiu o que vocês estavam querendo que ia sair [na fração escolhida].

[14:36- 14:42: *Silêncio jogadores pensativos*]

188. **J.G:** Pergunta para ele [o mediador].
 189. **J.N:** Tem que achar o resultado nosso [dirigindo-se ao mediador].
 190. **J.G:** Aí a gente pode usar essa depois [conversando com V].
 191. **M:** ó, nosso resultado.
 192. **J.V:** Nossa faz tanto tempo que eu estudei esse negócio, não lembro!
 193. [15:00]
 194. **M:** Me dá o *Money*?
 195. **J.N:** Nosso *Money* é... Gasta cem e volta quarenta de cada.
 196. **M:** vinte, trinta, quarenta e... Vinte, trinta, quarenta. É, eu vou aumentar o tamanho das fichas, eu prometo! Vinte, trinta, quarenta. Aqui!
 197. **J.N:** O que a gente bota na amostra?
 198. **M:** Leite.
 199. **J.N:** Leite! Gostoso! Ninguém vai ouvir isso aqui não né?
 200. **M:** Não.
 201. **J.N:** Só você né?
 202. **M:** Só eu.
 203. **J.N:** Ah tá.
 204. **J.G:** Toda preocupada com os direitos autorais! [risadas]
 205. **J.N:** Certo! Eu não lembro como interpretar isso [Carta de Resultado].

206. **J.G:** Tô pensando na gente trocar. Fazer essa! E a gente faz essa [carta de método] no final.
 207. **J.V:** Então vamos ver!
 208. **J.G:** Eu acho que faz mais sentido. Tipo assim essa daqui é... pera aí deixa eu pensar... O pl dessa aqui, da alfa [lactalbumina] é 4,5. Se a gente for usar a massa molar primeiro, a gente vai separar...

209. **J.V:** É sim, é mais fácil.
 210. **J.G:** Aí a gente separa por pl, aí ela vai separar as duas.
 211. **J.V:** É sim.
 212. **J.G:** Essa aqui [carta de método], ela separa por carga também. Então, mesmo que tenha massas próximas, ela consegue separar.
 213. **J.V:** Aparentemente não seria essa aqui?
 214. **G:** É, aparentemente. Mas para separar essas três ela é útil. A gente faz tipo um pl 5, aí separa 4,5 do 5. Só que não sei qual das duas é melhor usar [cartas de método troca iônica]. Acho melhor essa aqui, ela tem mais eficiência.
 215. **J.V:** Não, mas não é! Depende!

216. **M:** [explicando o cromatograma a N]. Aqui é a absorbância. Certo? E aqui é o volume.
 217. **J.N:** Certo.
 218. **M:** A amostra está passando. Tá passando a amostra pela coluna e à medida que vai passando, vai saindo.

[16:00]

219. **M:** Cada pico, na absorbância a 280 ela revela que está saindo proteína. Por que a 280 A luz absorve resíduos de triptofano, resíduos aromáticos. Então tipo assim, se aqui tem esse tanto, isso quer dizer que está saindo um “tantinho” de proteína.
 220. **J.N:** E aqui outro “tantinho”.
 221. **M e J.N:** E aqui outro “tantão”!
 222. **M:** Aí saí essa coisa. E esse “tantão” é proporcional a isso aqui.
 223. **J.N:** Isso aqui da composição?
 224. **M:** É! Então provavelmente o “tantão”...
 225. **J.N:** O “tantão” é o que tem mais! Que é a caseína!
 226. **M:** Sim, é.. São as caseínas misturadas.
 227. **J.N:** Não necessariamente vai ser. “isso vai ser isso, aquilo vai ser aquilo” [apontando para os picos no cromatograma].
 228. **M:** Não necessariamente. Você não consegue determinar por aí, você tem apenas uma ideia leve [do cromatograma na carta de resultado].
 229. **J.N:** Hum! Ciência! Que droga!

[17:00]

230. **M:** Ah, a gente não pegou nossa cartinha, né?
 231. **J.N:** Não.
 232. **M:** “Você está aberto a colaborações e pode pedir ajuda aos especialistas. Receba a carta enviar dados para análise do especialista”.
 233. **J.N:** Ai, adorei! Onde que fica isso?
 234. **M:** Tá aqui em algum lugar.
 235. **J.N:** Ah, mas tem gastos!
 236. **M:** Nada é de graça nessa vida, né?
 237. **J.N:** Nada é de graça nessa vida! Cinco miligramas... Você é o jogador mediador, como que resolve esse dilema? [risadas]
 238. **M:** Hahaha!
 239. **J.N:** Da para eu não gastar essa carta, né? Da para tipo guardar para depois?
 240. **M:** Dá sim. Essas cartas são guardadas, você usa e você também não perde. Você usa e pode usar elas de novo. Só essas aqui [cartas de método] que ficam no tabuleiro e não saem mais.

PARTE III – Segunda Rodada

241. **J.G:** Ah tá. Lembrei! É... tá abaixo... Se a gente por um pH maior, ela vai estar... ela vai estar toda protonada. Aí tá toda protonada, é. toda protonada.

242. **J.V:** Quando ela estiver desprotonada, ela vai sair aqui no meio. Maior que 4,5.

[18:00]

243. **J.G:** Se ela vai estar desprotonada... Não, ela vai estar desprotonada! Não, não sei... Em pH maior que o pI, ela [a proteína], acho que ela vai estar protonada.

244. **J.V:** Eu não lembro mais!

245. **J.G:** Depende do ácido. Da força do ácido!

246. **M:** Quê? O que vocês estão em dúvida?

247. **J.V:** Quando está em um pH maior que o pI, ela [a proteína] está protonada ou desprotonada?

248. **M:** pH maior que o pI...

249. **J.N:** Desprotonada.

250. **M:** Ela tá... majoritariamente desprotonada.

251. **J.V:** Desprotonada, tá!

252. **M:** Mas ó... um pI...

253. **J.N:** Se tem uma coisa que eu aprendi foi isso!

254. **M:** Que bom, fico feliz!

255. **J.N:** Por causa do jogo, no começo do ano.

256. **M:** Dos Aminoácidos, né?!

257. **J.N:** Uhum.

258. **M:** Um pI mais baixo diz que ela tem mais aminoácidos... é... resíduos de aminoácidos com carga negativa.

259. **J.V:** Repete, vamos lá!

260. **M:** Um pI mais baixo indica que a proteína tem mais resíduos com carga negativa. Tipo carboxilas, glutamato e aspartato.

[19:00]

261. **M:** Um pI mais alto diz que ela tem mais cargas positivas, tá? Então, em geral, se ela estiver em pH 7, ela vai tá ainda... com um predomínio menor de cargas... de cargas... calma! Se a proteína tiver mais cargas negativas ela vai formar ânions, se ela tiver mais cargas positivas, ela vai formar cátions, tá?

262. **J.V:** O.K.

263. **J.G:** Tá.

264. **J.V:** E aí, vamos usar essa? [falando para G]

265. **J.V:** Então a gente vai recomeçar!

266. **M:** Você vai recomeçar? Então tá.

267. **J.V:** A gente vai colocar...

268. **J.G:** Essa... Essa.

269. **J.V:** Cromatografia por tamanho. Para a gente ver o quanto...

270. **J.G:** Aí a gente devolve? Os pontos [as fichas de proteína pura e cartas]?

271. **M:** Não, você conseguiu isso aí. Fica aí.

272. **J.G:** Ah fica aqui?

273. **M:** Uhum.

274. **J.G:** Então tem que anotar o que a gente fez antes?

275. **M:** Tem.

276. **J.V:** O que a gente fez anteriormente ou...?

277. **M:** Pode deixar numa tabela atrás.

[20:00]

278. **M:** Anota atrás o que vocês fizeram antes e pode continuar com essa folha.

279. **J.V:** Ah! Opa!

280. **J.G:** Foi troca iônica...

281. **J.V:** Ah, olha aqui, que mágico! [ao receber a carta de resultado]

282. **J.G:** Foi precipitação... precipitação... gasto de duzentos...

283. **M:** Aqui ó!
 284. **J.V:** A gente recebeu de volta...
 285. **J.G:** Vinte.
 286. **M:** Tá, me dá o pacotinho rosa ali, por favor.
 287. **J.G:** Hum. A gente não ganhou esse aqui. Tá explicado!
 288. **M:** Ah, é verdade. Eu não dei!
 289. **J.G:** A gente fica uma rodada sem jogar!
 290. **J.V:** Oh!
 291. **J.N:** Roubando...
 292. **M:** O que aconteceu?
 293. **J.V:** P**a m***a. Que mão podre, J.G!
 294. **J.G:** A gente tirou o dia para estudar a proteína de interesse!
 295. **M e J.N:** Hahaha!

[21:00]

296. **J.N:** Muito bom! Mas tipo... eu não sei dizer o que eu faço agora com esse resultado. Tipo tá aí...
 297. **M:** A gente tem que escolher um pico agora.
 298. **J.N:** a gente tem que colher
 299. **M:** A gente tem que escolher um pico para a próxima etapa.
 300. **J.N:** Certo.
 301. **M:** Aqui o resultado de vocês. (dirigindo-se a J.G e J.V).
 302. **J.G:** Obrigado. Tanto faz se a gente usar essa ou essa porque...
 303. **J.V:** Não!
 304. **J.G:** Sim, porque...essa aqui vai ser aniônica, essa vai ser catiônica. Onde a gente vai usar o pH? Aqui!
 305. **J.V:** Aqui, aí a gente usa uma aniônica por causa desse valor de pH.
 306. **J.G:** Mas olha aqui tá protonada, então, aí ela vai “grudar”... Só que a gente pode usar a aniônica também. Aí a aniônica vai grudar ...ela [a resina] vai... grudar o ânion, que é o que tiver e acho que vai separar. Os cátions vão passar, entendeu?
 307. **J.V:** Sim..., mas....
 308. **J.G:** Depende do método... Tipo eu acho que nesse caso tem que pensar na eficiência porque ambos você consegue dosar. Porque uma vai solubilizar primeiro, a outra vai solubilizar por último.
 309. **J.V:** Tá!
 310. **J.G:** Mas nem é uma regra.
 311. **J.V:** É, olha essa aqui!
 312. **J.G:** Que essa daqui é oitenta, e essa sessenta [a recuperação]. Porque a gente tem bastante moedinha azul, dá pra fazer!
 313. **J.V:** Uhum. Deixa eu ver aqui...

 314. **M:** A gente tem que saber aonde é que deve estar nossa proteína.
 315. **J.N:** Sim! No “picão” só tá... provavelmente estão essas duas [outras proteínas],né?
 316. **M:** Sim.
 317. **J.N:** É o próximo, a próxima na ordem que seria... a amostra de interesse, né?
 318. **M:** O F1... vamos pensar! Essas aqui... é troca iôni... exclusão não é, depende do tamanho.
 319. **J.N:** Sim! Essas menorzinha, tipo essa ficou super piquinixa, e sei lá essa daqui.
 320. **M:** Deve estar aqui, né?
 321. **J.N:** Deve que é a F4.
 322. **M:** É porque, o que sai primeiro são as maiores, né?

[22:00]

323. **M:** Então, a F1 deve ser... essa, a dois deve ser essa e as outras vai sair uma coisa junta... várias juntas... mas ó.. 24, 24 e 19. Então, essa aqui de repente, elas podem ser três misturadas ou duas misturadas.

324. **J.N:** Sim.

325. **M:** O “Picão” deve ser, realmente, essas duas aqui. Vamos fazer um teste, para ter certeza?

326. **J.N:** Aí vamos!

327. **M:** Ver onde tá. Vocês terminaram, né?

328. **J.G:** Uhum.

329. **M:** É fique uma rodada sem jogar, né?

330. **J.G:** Uhum.

331. **M:** Então tá, agente joga duas vezes, tá?

332. **J.N:** A gente vai fazer uma eletroforese?

333. **M:** A gente vai fazer uma eletroforese.

334. **J.N:** Então Bora!

335. **M:** Quanto é?

336. **J.N:** “Cinco miligramas por fração”. Como assim por fração?

337. **M:** Cada...

338. **J.N:** Cada pico?

339. **M:** É! Então são vinte! Aqui! Tô pagando.

340. **J.N:** Uhum.

341. **M:** Me passa ali o pacotinho da eletroforese.

[23:00]

342. **J.N:** Etapa dois?

343. **M:** Ai você anota aqui [na ficha de purificação], no “teste”.

344. **J.G:** É por tamanho... então...conforme for aumentando...

345. **J.V:** As maiores passaram primeiro.

346. **M:** As maiores saem primeiro.

347. **J.G:** É.

348. **M:** Aqui.

349. **J.N:** Nosso é dezoito [a massa molar da proteína alvo] né?

350. **M:** É.

351. **J.N:** Tá no F4 mesmo.

352. **M:** Uhum. Misturado com outras duas coisas.

353. **J.N:** Uhum.

354. **M:** Olha só, a gente fez eletroforese e aqui o nosso resultado da eletroforese.

355. **J.G:** Uhum

356. **J.V:** Tá.

357. **M:** Então a gente vai escolher para aproxima rodada o [fração] F4, né?

358. **J.N:** Isso.

359. **M:** Aí a gente coloca aqui. Olha só, aí a gente coloca aqui... ai olha só... coloca a F4 para a próxima. Isso aqui pode ficar de fora do tabuleiro. Não tem “coiso” [espaço no tabuleiro].

[24:00]

360. **J.N:** Ele não conta como etapa?

361. **M:** Não, ele não conta como etapa. E a gente fez o teste de eletroforese. Viu?

362. **J.N:** Ai que lindo. Adorei, quero tirar uma foto já.

363. **M:** Ai agora como vocês não vão jogar, a gente vai jogar de novo né!

364. **J.N:** Exato!

365. **M:** O que a gente vai fazer, N?

366. **J.N:** Vamos ver.

367. **M:** Ficaram três coisas né? Ficou...

368. **J.N:** Ficou... Acho que essa... de quatorze, dezoito e dezenove [kDa]... ficou a caseína... ficaram essas três.

369. **M:** Uhum. Muito bem!

370. **J.G:** É... Pode ser.. pode ser...pode ser aqui com uma troca iônica ou a exclusão...

371. **J.V:** Então, mas a agente vai pegar a F3 ou F4?

372. **J.G:** Hum... F4, né? F4 porque é a mais de lá [última eluída]. Ela vai estar junto com essa daqui. Tem que ver que ela [a proteína] vai estar assim ou assim. Mas aí se você quiser fazer..

373. **J.V:** A gente pode pegar a F4 e passar por uma... (inaudível).

374. **J.N:** A gente vai ter que precipitar será?

375. **M:** Não, a gente não pode mais precipitar.

376. **J.N:** Não?! HUUUUUM.

377. **M:** A gente tirou nossa cartinha?

378. **J.N:** Não.

[25:00]

379. **M:** "Houve uma falha elétrica no laboratório. Todos os jogadores perdem um pouco de suas proteínas. Menos dez amarelinho".

380. **J.V:** Nós também?

381. **J.N:** Ah!

382. **M:** Aham.

383. **J.V:** Ah. A gente vai precisar de troco.

384. **J.N:** Então, pelo pl acho que dá para eliminar a alfa [lactalbumina]

385. **M:** É...

386. **J.N:** e separar a misturas dessas duas né?

387. **M:** É. Vamos fazer então a... a aniônica, né? Porque elas têm pl mais baixo, então elas vão estar formando ânions e aí elas vão grudar até sair. Na hora de eluir, quem vai sair primeiro vai ser quem tem menos ânions. Então tá! A gente vai fazer a cromatografia de troca iônica aniônica.

388. **J.N:** Quanto custa isso?

389. **M:** Quanto custa? Ah, é verdade. Bota... Dez de amarelo.

390. **J.N:** Dez ou cinco de amarelo...

391. **J.G:** A gente pode fazer esse método... a gente pode fazer eletroforese ela vai separar essas duas.

392. **J.V:** Não, mas olha, a eletroforese é só uma técnica para saber em qual [fração] que está.

393. **J.G:** Uhum, faz sentido.

394. **J.V:** Então por exemplo, a gente pega a F4...

395. **J.G:** E faz a...

396. **J.V:** E faz a...

397. **J.G:** Aniônica?

398. **J.V:** É, a aniônica...

399. **J.G:** Não é melhor catiônica?

400. **J.V:** Oi?

401. **J.G:** Não é melhor a catiônica? Sim, ela é mais eficiente, só que a gente ganha mais amarela.

402. **J.V:** Você é que decide, é o que você tinha falado por eficiência.

403. **J.G:** Pode ser.

[26:00]

404. **M:** Cinco de amarelo e cento e noventa e cinco de azul. E aí vai ser quanto nossa recuperação?
 405. **J.N:** Sessenta, mais cento e vinte da azulzinha.
 406. **J.N:** Mais sessenta.

407. **J.V:** Segue com o que você falou, se você quiser trocar, pode trocar.
 408. **J.G:** Ah, não sei... Porque a gente tem bastante azul, né? Não acho que vai ser um empecilho!
 409. **J.G:** A gente vai ter que...
 410. **J.V:** Dava outra coisa só que...
 411. **J.G:** Tá. A gente vai ter. Só que agora a gente vai ter que gastar amarela. A gente podia gastar dez e... ganhar...
 412. **M:** Pode gastar cinco amarelas se quiser, viu? Só trocar aqui.
 413. **J.V:** Então tá! Troca para nós por favor.
 414. **M:** Troco!
 415. **J.N:** É aqui que estão os resultados?

[27:00]

416. **M:** Não, calma. Tá! É... um-ponto-três-ponto-dois-a (1.3.2.-A), um-ponto-três-ponto-dois-a, F4. F2, F3...F4. Bota aqui. Eita, separou! Separou né?
[Enquanto isso, o jogador V conta as "moedas" que tem]
 417. **J.N:** Ai que lindo, separou!
 418. **M:** E a gente vai tirar mais uma carta né?
 419. **J.N:** Uhum.
 420. **M:** "A estrutura da beta-lactoglobulina possui mais alfa-hélices ou folhas beta?" Olha alí ó.
 421. **J.N:** Aqui?
 422. **M:** Não, aqui embaixo, embaixo no tabuleiro.
 423. **J.N:** Parece mais folhas beta né?
 424. **M:** Você tá vendo alguma alfa-hélice? Eu só to vendo uminha bem pequenininha, né?
 425. **J.N:** Hum, não é nem isso. Isso aqui né [apontando à figura no tabuleiro]? Esse "cachinho".
 426. **M:** Então tem mais... folha-beta.
 427. **J.N:** Folha beta!
 428. **J.V:** Isso aí!
 429. **M:** Então é isso. Ganhamos cinquenta miligramas...

[28:00]

430. **J.N:** Da azul?
 431. **M:** De proteína pura... de bruta. Perdão. Pronto, são vocês, *boys*.

PARTE IV: Terceira Rodada

432. **J.V:** Tá, a gente vai fazer uma aniônica...
 433. **M:** Hum...
 434. **J.V:** O amarelinho... uai é que eu tinha separado! O azulzinho...
[separando as fichas de proteína pura e bruta]
 435. **M:** Tá. É... Cento e vinte, né? A recuperação.
 436. **J.V:** Isso. Cento e vinte azul...
 437. **J.G:** E sessenta.
 438. **M:** E sessenta amarelos. Vocês estão copiando da gente [a estratégia de purificação], seus safados! Hahaha.
 439. **J.N:** Escrevi errado, tem uma borracha que eu possa...?
 440. **M:** Ah, pega ali da régua dos aminoácidos. Pronto.
 441. **J.V:** A gente quer o pH...
 442. **M:** Agora deixa eu ver o resultado de vocês...

443. **J.V:** A gente não tem que escolher um pH?
 444. **M:** Qual pico, qual pico vocês vão pegar, para começo de conversa?
 445. **J.V:** O F4.
 446. **M:** O quatro. Não precisa escolher o pH, viu? O pH é fixo, é sete.

[29:00]

447. **M:** Eu não escrevi, mas o pH é sete. Não precisa escolher o pH. Porque olha... vou te mostrar agora, daqui a pouco.
 448. **J.V:** Aí fudeu!
 449. **M:** Não vai não, vocês vão ver que não.
 450. **J.G:** A gente ganhou um novo método de purificação:
 451. **M:** Ah!
 452. **J.G:** Cromatografia de afinidade.
 453. **M:** Eita!
 454. **J.N:** Olha!
 455. **J.G:** “Imunoafinidade com anticorpos imunoglobulina G anti-alfa-lactoalbumina”. Uau!
 456. **M:** Safados! Vou dar para vocês a carta. Tcharam! Leiam essa carta com atenção.
 457. **J.G:** Tá bom, agora é a vez de vocês.
 458. **M:** N, o que a gente vai fazer, N?
 459. **J.N:** Então...
 460. **M:** Não sei.
 461. **J.N:** pegamos dois piquinhos.
 462. **M:** Só para pegar um!
 463. **J.N:** Não... é... Tivemos, obtivemos dois picos. O que tem o pl mais baixo... vai ter o pico primeiro?

[30:00]

464. **M:** Uhum...
 465. **J.N:** Então com isso a gente...
 466. **M:** Não pera, esper... Isso! Ou não? Não, o pl mais alto tem o pico primeiro.
 467. **J.N:** Tá então... acho que a gente conseguiu separar tudo! Não foi? Por que tipo...o que tem mais alto seria a caseína, depois a beta-latoglobulina e por último a alfa-lactoalbumina.
 468. **J.G:** Uhum.
 469. **M:** Então separou meio mais ou menos, mas a gente só pode pegar esse aqui... o P1. O que a gente vai fazer com esse P1
 470. **J.N:** O P1! Com o P1 a gente faz a precipitação...
 471. **M:** Mas a gente não pode fazer mais a precipitação!
 472. **J.N:** Então a gente recomeça! E faz a precipitação.
 473. **M:** É né... é melhor.
 474. **J.N:** É!
 475. **M:** Também acho.
 476. **J.N:** É o único jeito de separar essas duas. Então, como a gente faz? Eu tiro tudo isso aqui?!
 477. **J.G:** A gente tem dois picos, né?
 478. **J.V:** Uhum.
 479. **J.G:** Como a gente acabou de fazer uma [cromatografia] aniônica...
 480. **J.V:** Uhum.
 481. **J.G:** A gente vai pegar algo positivo... Esse aqui tá [a carga de uma proteína] negativo, então o protonado tá positivo. É o protonado que liga primeiro e... então dá certo pra esse aqui.
 482. **J.V:** Pode ser!

[31:00]

483. **M:** A gente vai recomeçar... a estratégia.

484. **J.N:** Sim
 485. **J.G:** T á bom.
 486. **M:** E aí a gente vai fazer precipitação. Quanto que gasta? Duzentos, né?
 487. **J.N:** Duzentos, e recupera cento e cinquenta.
 488. **M:** Aqui tem cento e cinquenta? Cento e trinta, perdão! E nossos vinte. Quanto a gente tá de proteína pura por sinal?
 489. **J.N:** Tem bastante, viu!
 490. **M:** Tem cinquenta...
 491. **J.N:** Já deu cem! Ham!
 492. **M:** Deu cem?!
 493. **J.N:** Cento e cinco!
 494. **M:** Uuh! Ganhamos!
 495. **J.N:** Ganhamos, um beijo! Não precisava nem ver o resultado do negócio desse [O método de precipitação]! Não tem resultado?
 496. **M:** Não, tem que escolher o pico e deixar...

[32:00]

497. **J.N:** Como assim escolher o pico?
 498. **M:** Tem que escolher o pico... que a gente... tem que escolher a fração que a gente vai precipitar, tipo qual vai ser porcentagem de precipitação.
 499. **J.N:** Ah sim. Seria o... seria o cinquenta-sessenta? Para pegar a beta [lactoglobulina]?
 500. **M:** Isso... cinquenta-sessenta... precipitado.
 501. **J.N:** Uhum!
 502. **M:** Isso. Aí coloca aqui [a ficha da fração no tabuleiro] e é isso.
 503. **J.N:** E é isso! Obtivemos até cinco desses.
 504. **M:** Qual que é o... Olha...Cadê nossa carta de objetivo? Agora revela, agora pode revelar!
 505. **J.N:** Aqui. Aqui ó “Alergia ao leite. Casos de alergia ao leite bovino são comuns em crianças e bebês. Em e geral, as reações alérgicas são causadas por proteínas do leite, dentre elas a Beta-lactoglobulina”. Inclusive, eu achava que era...a caseína que dava mais alergia!
 506. **M:** Também dá, mas quem dá [alergia] mais do soro é a Beta-lactoglobulina.
 507. **J.N:** “Ainda que a causa das reações é conhecida, pouco ainda se sabe acerca dos mecanismos moleculares que envolvem a resposta imunológica dessa proteína. Seu objetivo é purificar cem miligramas de proteína para experimentos imunológicos. Evite acúmulo de sais em sua amostra.” *That’s it!* “Parabéns, você venceu!” [leitura da carta final]. Você que desenhou?

PARTE V: Diálogos Pós-jogo

[33:00]

508. **M:** Foi.
 509. **J.N:** Foi você. Conheço seu estilo.
 510. **M:** E aí a gente fez dois métodos sem... Nossa! Aqui já dava para ter... “coisado” [ganhado] né? Aqui já tinha dado cem [miligramas].
 511. **J.N:** Tinha?
 512. **M:** Tinha. Quarenta, sessenta...
 513. **J.N:** Mas esse aqui dá... mais vinte.
 514. **M:** Ah é, verdade! Ah não, então não. Então faltava.
 515. **J.N:** Ai ó! Lindo!
 516. **M:** E vocês?
 517. **J.V:** É, o nosso era para obter duzentos.

518. **M:** Vocês estavam com quanto?
 519. **J.V:** Cem.
 520. **J.G:** Cem...
 521. **J.V:** E cinco!
 522. **M:** Então faltava só mais um pouquinho para vocês fazerem.
 523. **J.G:** Uhum.
 524. **M:** E agora com a “coisa” [a rodada], vocês conseguiam.
 525. **J.N:** Eu quero tirar uma foto com esse tabuleiro, tá muito bonito!
 526. **J.G:** hum hum.
 527. **M:** O que vocês acharam?
 528. **J.V:** Dá hora! Mara! Pena que eu não lembrava nada!
 529. **J.G:** Muito bom.
 530. **J.N:** Acho que é pra isso mesmo!
 531. **M:** Não, mas não tem problema, acho que é pra isso mesmo.

[34:00]

532. **J.V:** G está nervoso...
 533. **M:** Por que você está nervoso?
 534. **J.G:** Hum? Com o tempo?
 535. **M:** Já tá na hora do filme?
 536. **J.G:** Não, mas a gente vai ter que ir de ônibus.
 537. **J.N:** É.
 538. **M:** Ah sim.
 539. **J.G:** Eu gostei muito do jogo.
 540. **M:** Você gostou?
 541. **J.V:** Eu também gostei!
 542. **J.N:** Eu também.
 543. **J.G:** Sinto que... ele é mais... não sei... é mais fácil de entender... porque essas coisas... Na... quando a gente aprendeu foi muito, muito confuso. Eu não entendia nada.
 544. **J.N:** A aula prática que não...
 545. **J.V:** Nenhuma... nenhuma eletroforese deu certo, né?
 546. **J.G:** Nenhuma deu certo! Foi difícil.
 547. **M:** Vocês lembram o que fizeram na aula prática? Qual foi a técnica que vocês fizeram? O tipo de cromatografia?
 548. **J.G:** Eu coloquei que era... eu pus na resposta da provinha que era... de afinidade.
 549. **M:** Era!
 550. **J.G:** Era?
 551. **M:** Era de afinidade! Só que em vez de ser uma afinidade com anticorpo [como na carta que haviam recebido], era uma afinidade por níquel, que é tipo essa aqui ó [carta de afinidade por metais].
 552. **J.G:** Ah tá!

[35:00]

553. **J.N:** Hum!
 554. **M:** Só que eu fiz por cobre! Só isso!
 555. **J.G:** Bom, vamos!

APÊNDICE E – Questionário de Avaliação do Jogo “Perfil Lipídico”.

I. Você possui graduação em:

() Biologia () Farmácia () Bioquímica () Biomedicina () Química () Biotecnologia

() Outros: _____

I. Você teve experiências com jogos didáticos na graduação ou pós-graduação?

II. Indique na escala de 1 (não gostei) a 5 (gostei muito), o quanto você gostou do jogo “Perfil Lipídico”?

Não Gostei

1	2	3	4	5

Gostei Muito

III. Indique o grau de dificuldade dos conceitos bioquímicos exigidos para jogar o jogo. Zero (0) indica que os conceitos são fáceis, enquanto dez (10) indica conceitos difíceis.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

IV. Identifique o grau de concordância com cada afirmação, conforme o gradiente a seguir: Discordo Fortemente (D.F); Discordo (D); Indeciso/Indiferente (I); Concordo (C), Concordo Fortemente (C.F).

Nº	Afirmação	D.F	D	I	C	C.F
1	Eu me diverti durante a aplicação do jogo.					
2	Acredito que este jogo pode contribuir para o aprendizado de estudantes de graduação.					
3	Pude relacionar o conteúdo do jogo com os tópicos abordados em disciplinas de Bioquímica na graduação.					
4	Eu senti que aprendia novos conceitos enquanto jogava.					
5	Eu senti que lembrei conceitos enquanto jogava.					
6	A dinâmica (modo de jogar) o jogo permite que ela seja aplicada facilmente em sala de aula.					
7	Este jogo auxilia a mudar a concepção de que “bioquímica é difícil”.					
8	Este jogo não contribui para mudar a concepção de que “bioquímica é difícil”.					

V. Responda as questões a seguir:

1. Se você ministrasse uma disciplina de bioquímica, você aplicaria este jogo? Justifique.

2. Como foi sua experiência ao jogar “Perfil Lipídico”? O que poderia ser melhorado? Deixe uma crítica ou sugestão! Todo comentário será bem-vindo.

Muito Obrigado!

APÊNDICE F – Transcrição de Aplicação do Jogo “Perfil Lipídico” – GRUPO 1

1º RODADA - GALACTOLIPÍDEO

[00:00]

1. Jogador D: A gravação será salva no Google Drive
 2. Mediador: Aí, isso, acho que começou. Tá bom então. Então pronto ó! Tão aqui as cartas. Ah! Deixa eu só pegar minha ampulhetinha de 1 minuto. [Risos].
 3. Jogador M: Sua o quê?
 4. Mediador: Pegar minha ampulheta.
 5. Jogador M: Ah tá! Entendi outra coisa, mas melhor deixar pra mim.
 6. Mediador: mostrar a ampulheta.
 7. Jogador M: Hum... que legal!
 8. Jogador D: Que arcaico!
- [risos]
9. Jogador D: Não tô te ouvindo. Você tá sem áudio [Dirigindo-se ao Mediador].
 10. Jogador M: Nossa, isso me lembrou uma aula da Sayuri. Que mano, foi um... foi um parto. Porque toda hora, toda hora o som dela caia. Ela tentava não conseguia terminar uma frase. Ela tentava e mexia nas configurações. Ela quase chorou...
 11. Mediador: quem?
 12. Jogador M: Sayuri... Falando em lipídeos, né? Por falar em lipídeos.
 13. Mediador: Tadinha! Enfim, vamos lá!
 14. Jogador M: Ela quase chorou literalmente. Ela não sabia mexer no computador direito. Ai...Enfim...

[01:00]

15. Mediador: Tô aqui [embaralhando as cartas]
16. Jogador D: Pah! Caiu aí.
17. Mediador: Caiu um. Pronto, tirei aqui a carta.
18. Jogador D: Que que eu tenho? Como que é? Volta rapidinho.
19. Mediador: Você tem que pedir uma dica. Você tem que pedir uma dica, de um número de 1 a 10 e eu vou dar uma pista.
20. Jogador D: Tá. Pode começar?
21. Mediador: Pode.
22. Jogador D: Sete.
23. Mediador: *“Um dos carbonos do glicerol faz uma ligação glicosídica”.*
24. Jogador M: Hum...
25. Mediador: Vai jogador M.
26. Jogador M: Três.
27. Mediador: *“É predominante em membranas de células vegetais”.*
28. Jogador M: hum...
29. Mediador: Vai, Jogador D.
30. Jogador D: É... três.
31. Mediador: Já foi. Acabou de ir.
32. Jogador D: Três já foi...Dois.
33. Mediador: *“Possui um glicerol em sua estrutura”.*
34. Jogador M: Há!
35. Jogador D: Ah, essa...essa eu já sabia, né?
36. Jogador M: Uau! [Risos] Haha. Já tinha falado... a outra carta, né?
37. Mediador. Vai jogador M.
38. Jogador M: Ah, desculpa! Cinco.
39. Mediador: *Perca sua vez.*
40. Jogador D: Hahaha!
41. Jogador M: Nossa... achei pesado.

42. Jogador D: Aí... não...
43. Mediador: Vai Jogador D.
44. Jogador D: É... Um.
45. Mediador: "*Ganhe uma carta bônus*".
- [03:00]
46. Jogador M: Nossa! Por que esse privilégio?
47. Mediador: Uai, chama-se sorte, não tem privilégio nenhum.
48. Jogador M: Verdade, eu só tenho sorte no azar.
49. Mediador: Haha sorte no azar? Vamos tirar sua carta bônus, Jogador D? "Repetir Dica". Então "Você pode pedir ao mediador para repetir uma dica já escolhida". Se você quiser... a hora que você quiser, sabe? Cê só me avisa.
50. Jogador D: Tá
51. Mediador: Já foi as dicas sete, três, dois e cinco. Tá?
52. Jogador D: Tá.
53. Mediador: Ok. Continuamos, vai Jogador M
54. Jogador M: Dois.
55. Jogador D: Já foi!
56. Mediador: Já foi!
57. Jogador M: Ai, desculpa! Oito.
58. Mediador: "*Um monossacarídeo está ligado ao glicerol no carbono 3*". Vai Jogador D.
59. Jogador D: Ou e aí... posso tirar uma dúvida no meio do jogo?
60. Mediador: pode, pode.
61. Jogador D: Eu tenho que falar o nome certinho dele.
62. Mediador: Tem.
63. Jogador D: E a estrutura?
64. Mediador: E o desenho da estrutura. É!
65. Jogador D: Tá.
- [04:00]
66. Mediador: E se você quiser, quando você quiser tempo para desenhar, você pode pedir tempo para desenhar, certo? Ai cê... cê... você vai ter 2 minutos para desenhar. E aí depois, quando você for revelar o seu lipídeo, você vai e grita "Perfil Lipídico". Grita, fala, anuncia, tá bom?
67. Jogador D: Tá bom
68. Mediador: Tá bom?
69. Jogador D: Tá bom... Número quatro
70. Mediador: "*É formado por dois ácidos graxos*".
71. Jogador D: Tá.
72. Jogador M: [risada]Hum hum. Tempo!
73. Mediador: Tempo?
74. Jogador M: Tempo.
75. Mediador: Então tá! Tá indo heim. Jogador D, se você quiser desenhar também
76. Jogador D: Pode desenhar também?
77. Mediador: Pode tipo, agora cês tem que ...
78. Jogador M: Essa é a parte que eu tô competindo com ela, não é?
79. Mediador: É.
- [05:00]
80. Jogador M: Tipo a... Não, é eu pergunto por que não é que nem roda a roda-roda Jequiti. Que é sua vez aí você tem que falar o que você acha. Tipo, [neste jogo] os dois podem fazer.
81. Mediador: É os dois podem fazer. Inclusive se depois, se na hora que der perfil lipídico e quiser mostrar o desenho, também pode mostrar tipo, pode ser que você ganhe menos ponto? Pode. Pode ser que você também acerte.
82. Jogador M: Entendeu.
- [Os jogadores estão desenhando]

83. Jogador M: Migo, acabei de ver na carta um negócio que tá faltando hidrogênio. Depois de mostro.
84. Mediador: Hum! Uhum.
- [05:31- 05:57 - jogadores continuam desenhando]
85. Jogador D: Peguei um papel pequeno...
- [06:00]
86. Jogador M: Perfil Lipídico!
87. Mediador: Uhul! Parou!
88. Jogador D: Uhuul!
89. Mediador: E aí? Bote.
- [Jogador M apresenta a resposta pela web cam]
90. Mediador: Deixa eu ver... [analizando a figura]. Tá ótimo, Ga... A resposta, qual que é?
91. Jogador M: Galactolipídeo.
92. Mediador: E vamos ver! Vamos descobrir, vamos descobrir!
93. Jogador D: Eu também fiz um, tá? Aquelas! [mostra seu desenho]
94. Jogador M: Ai que emoção!
95. Mediador: Vamos ver! *Galactolipídeo*. [Mostra a Carta de perfil].
96. Jogador M: Aê!
97. Mediador: Deixa eu ver o seu, Jogador D.
98. Jogador D: Tá dando pra ver? Minha câmera é meio ruim! Mas é porque eu tive que descer.
99. Jogador M: Acho que se você inclinar um pouquinho pra cá, tipo assim ó. Aí, gora vai!
100. Jogador D: É porque não coube, aí eu desci o monossacarídeo...
101. Mediador: É, eu tô vendo claramente o monossacarídeo descido!
102. Jogador D: Mas você vê claramente que é um monossacarídeo descido.
103. Jogador M: Nossa, você escreveu rápido! Porque cê tava pegando a folha e já foi escrevendo. Você foi rápido!
104. Mediador: É... Tá! Segundo as regras...
105. Jogador M: Ah, o... é... no perfil de referência.
106. Mediador: Na carta de referência.
107. Jogador M: é, perfil de referência...No galactolipídeo. Deixa eu só contar para ver se não vi errado. O C2 do glicerol está faltando um hidrogênio.
108. Mediador: Ah, é verdade. Acabei de ver aqui!
109. Jogador D: Ah, é verdade. Tá fazendo só três ligações.
110. Mediador: É! Obrigado, viu?
111. Jogador M: De nada, *Baby*.
112. Mediador: Tá então, nessa primeira rodada o Jogador M fez dez pontos.
113. Jogador D: Não é oito?
114. Mediador: Não então, oito do desenho e dez do nome.
115. Jogador D: Ah!
116. Jogador M: Eu achei que ia dar mó trabalhadeira pra desenhar, até que foi...
117. Mediador: mas não dá!
118. Jogador M: Não dá né...
119. Mediador: E o jogador D também fez dez pontos.
- [08:00]
120. Jogador D: Eu também? Uhul! Eu achei que era quem fizesse primeiro.
121. Jogador M: É, eu também achei!
122. Mediador: Então, mas aí também existe a bonificação de quem ganha primeiro.
123. Jogador D: Ah tá.
124. Mediador: O primeiro ganha cinco pontos a mais.
125. Jogador D: Porque eu não terminei o monossacarídeo também! Eu tava terminando e ai ele já gritou e eu não terminei.
126. Mediador: É... eu devia tirar pontos seus por causa disso...

127. Jogador D: Não!
 128. Mediador: ... mas não vou tirar não.
 [Todos riem]

2º RODADA – TRIACILGLICEROL

129. Mediador: Tá bom, vamos lá. Vamos mais um?
 130. Jogador M: Vamos.
 131. Jogador D: Bora!
 132. Mediador: Tão tá. Vou deixar nossa carta aqui... vamos lá [o mediador embaralha as cartas de perfil].
 133. Jogador M: Desenhando na prova, um monte de *emoji* de raiva. Desenhando no jogo, *emoji* feliz! [Risos]
 134. Mediador: Saiu aqui. Então vamos lá! Pode começar, jogador M.
 135. Jogador M: Um.
 136. Mediador: Um?
 137. Jogador M: É.
 138. Mediador: “*Possui um glicerol em sua estrutura*”.
 139. Jogador M: Uau!
 [Os participantes começam a rir].
 140. Jogador D: Essa dica tá... tá Foda!
 141. Mediador: Toda hora essa dica né
 142. Jogador M: (Inaudível) Não, não sei o que está ligado ao glicerol. Aí Depois vem uma dica “possuí um glicerol”. Nossa! Quem diria!?
 143. Mediador: Vai jogador D.
 144. Jogador D: Dois
 145. Mediador: É hidrofóbico.
 146. Jogador M: Nossa, que horror!
 [todos riem]
 147. Jogador M: Preconceituoso.
 148. Mediador: Vai, Jogador M.
 149. Jogador M: Três.
 150. Mediador: “*Funciona como reversa de energia*”.
 151. Jogador M: Hum...
 152. Mediador: Ahm... essa dica é boa! Vai, Jogador D.
 153. Jogador D: Sete!
 154. Mediador: “*Está em abundância nos adipócitos*”.
 155. Jogador M: Tempo!
 156. Mediador: Vai!
 [09:52- 10:45 Os jogadores começam a desenhar].
 157. Mediador: Migo, não tá faltando liga.... Depois eu falo!
 158. Jogador M: Não tá faltando?
 159. Mediador: Não! Depois eu falo, depois eu falo.
 160. Jogador M: Sério?
 161. Jogador M: Perfil Lipídico! [10:50]
 162. Mediador: Uuul! O tempo tava quase acabando! Mentira né, falta pouquinho. E aí? Deixa eu ver!
 [Os jogadores mostram seus desenhos pela câmera]
 163. Mediador: Triacilglicerol! Muito bom! Resposta correta!
 164. Jogador M: Eu pensei que você ia fazer aquele suspense de mostrar a carta. Nossa eu qua... eu infartei aquela hora.
 165. Jogador D: Deu mesmo! Dá pra ver?
 166. Mediador: Da pra ver. Tá bom!

167. Jogador M: Nossa, sempre que eu leio TAG [abreviação de Triacilglicerol] eu acho que é transtorno de ansiedade generalizada.
168. Mediador: Eu penso em TAG de....tag de... tipo aquelas tag de..[referindo-se ao termo em inglês, que significa, etiqueta].
169. Jogador D: De *Tag*!
170. Jogador M: Nossa. Cada inconsciente funciona de um jeito.
171. Jogador D: Eu penso em triacilglicerol, gente.
172. Mediador: Então, de novo, o Jogador M fez 15 e o Jogador D fez 10.
173. Jogador D: Eu tô lenta!
174. Mediador: É... acontece. Vamos agitar jogador D!
175. Jogador D: Não almocei.
176. Mediador: Tá faltando ATP?
- [Os jogadores riem...]
178. Mediador: Ah Então, ó eu tava olhando... e é o seguinte. O carbono 2 [do glicerol] faz quatro ligações. Olha, ele faz uma ligação com o oxigênio. Aquele ali que não é...
179. Jogador M: Será que não é o... na impressão?
180. Mediador: Não então ó... o... faz.. o carbono faz quatro ligações: faz uma com oxigênio...
181. Jogador M: eu vô.... eu vô...
182. Mediador: uma com carbono de cima, o carbono de baixo e o outro H.
183. Jogador D: É mês... é!
184. Mediador: Então não precisa... Tá certo!
185. Jogador D: Tá certo!
186. Jogador M: Ah é? Deixa eu ver.
187. Mediador: Olha aqui você... você me *gongando*! E você é químico, tá criticando meus...
188. Jogador M: Não, mas pera, pera.
189. Jogador D: Mas na hora eu vi e eu achei também. Eu falei...
190. Mediador: Eu também achei estranho, mas...
191. Jogador M: Não pera, eu vou mostrar.
192. Mediador: Não é possível que eu erre em todos [as cartas de referência]
193. Jogador D: É no galacto, não é? Tá certo.
194. Jogador M: Então esse carbono aqui ó.
195. Mediador: Então, conta aí o um, aí os outros:
196. Jogador M: Ah é mesmo!
197. Mediador: dois, três e quatro.
198. Jogador M: Nossa é mesmo, tem o carbono de cima. Nossa que animal!
199. Mediador: hehehe... e você tava me criticando.
200. Jogador M: Oi? Não, eu tô me criticando. Verdade.
201. Mediador: Tendi
202. Jogador M: Verdade, é que tem o carbono de cima. Nossa, é que tô tão acostumado a falar isso pros alunos. Ah tá faltando hidrogênio, que foi no automático.
203. Mediador: Tendi. Tá bom, te perdoo. Vamos lá, mais um?
204. Jogador M: Vamos.
205. Mediador: O que vocês estão achando do jogo?
206. Jogador M: Tá legal!
207. Jogador D: Ah! Tá legal porque ele tá ganhando.
- [Risos]
208. Mediador: É só cê ir mais rápido!
209. Jogador D: Eu sou insegura, eu espero. Eu vou tentar ir rápido!
300. Mediador: Não precisa. Cadê a segurança, Jogador D?
301. Jogador D: Cadê?

3º RODADA – ÁCIDO α -LINOLÊNICO

302. Mediador: Vamos lá, tirei um aqui. Hum... esse aqui ficou bom. Vai jogador D, pode começar.
303. Jogador D: Seis.
304. Mediador: *“Pertence ao grupo dos ômega-3”*.
305. Jogador M: quatro.
306. Mediador: *“Possui três insaturações”*.
- [jogadores começam a analisar a carta de referência]
307. Jogador D: É...
308. Mediador: Jogador D?
309. Jogador D: É.. eu tô aqui já coisando...É... Um!
310. Mediador: *“É um ácido graxo”*.
311. Jogador D: O.K.
312. Jogador M: Todas... só tem...um, dois, três, quatro, cinco, seis... seis opções, né?
313. Mediador: De Ácido graxo? Tem...
314. Jogador M: É aqui tem seis opções.
315. Mediador: Acho que é...um, dois, três...não são nove. Oito eu acho, oito.
316. Jogador M: Tipo assim, tipo...Ah, não, pera! Ah! então eu tava olhando só na Carta...
317. Jogador D: Esse, esse!
318. Mediador: Então, só na Carta de Referência! Essa lista aqui inteira.
319. Jogador M: Entendi! Ah, não! Eu burro, eu tava falando só nos “outros lipídeos”, né? Eu tava pensando nos outros lipídeos, né? É entendi.
320. Mediador: Ai dependendo da sorte...
321. Jogador M: Ai tem que ver o ácido graxo e tem que ver a [estrutura] do ácido graxo.
322. Mediador: Isso.
323. Jogador M: Tá! É, agora ficou mais difícil esse jogo! Três!
324. Mediador: *“Ganhe uma carta bônus”*. Para você que tava falando que era privilegiado.
325. Jogador D: Hahaha!
326. Mediador: Que não era privilegiado!
327. Jogador M: A sorte sorriu pra mim! Mas eu acho que já sei [a identidade do lipídeo]. Ah, uma carta bônus, tem que falar né? Dois.
328. Mediador: Não, eu vou te dar sua carta bônus, calma! Vou te dar sua carta bônus!
329. Jogador M: Ah, é em segredo?
330. Mediador: a Carta chama-se Vitória. Nunca tinha saído essa carta. *“Se você acertou primeiro a estrutura do lipídeo sorteado por três rodadas, ganhe mais cinquenta pontos”*
331. Jogador D: Ah!
332. Mediador: Ó, essa é pra você ganhar, heim Jogador M!
333. Jogador M: Se eu ganhar essa...
334. Mediador: Se você ganhar essa, você ganha o jogo. Você destrói o jogador D!
335. Jogador M: Minha lua em áries... competitiva.
336. Jogador D: Eu também!
337. Jogador M: Você também tem lua em áries?
338. Jogador D: É.
339. Mediador: Ixe, todo mundo é místico
340. Jogador M: Todo mundo tem um lado competitivo.
341. Mediador: Vai, Jogador D.
342. Jogador D: É... oito, nove.
343. Mediador: *“A última insaturação está entre os carbonos 15 e 16”*.
344. Jogador D: Tempo!
345. Mediador: Tempo! [Vira a ampulheta]
- [Os jogadores começam a desenhar]

346. Jogador D: Deu, deu! Perfil!
347. Jogador M: Deu? Aí, nem comecei!
348. Mediador: Ai! Haha! Então é isso!
349. Jogador D: Haha!
350. Jogador M: A Jogador D já deu perfil, então é isso!
351. Jogador D: Então não posso fazer?
352. Mediador: Não,
353. Jogador M: Era o α -linolênico, não é?
354. Mediador: Não pode, ela já gritou perfil.
355. Jogador M: Mas eu...
356. Mediador: Vai, jogador D, mostra!
[Jogador D mostra o desenho]
357. Mediador: ácido α -linolênico. Tá, agora. Então, tem um pequeno erro...
358. Jogador D: Tá errado? Ai meu deus que que eu errei?
359. Mediador: ó, vamo lá, vou abrir aqui... um, dois, três e...
360. Jogador D: Que que eu errei?!361. Mediador: As insaturações são em trans, não em... opa! As insaturações são em cis, não em trans!
362. Jogador D: Ah, mas você vai avaliar isso?
363. Mediador: Vou, por que isso é bem.. isso é uma característica bem específica dos lipídeos.
364. Jogador D: Ah não, Mediador.
365. Mediador: É sim! Tanto que tá...
366. Jogador M: Um gruda na artéria, o outro não. Aqueles...
367. Jogador D: Ah não, Mediador.
368. Mediador: Tanto que tá escrito aqui, ó
369. Jogador D: não tô acreditando!
370. Mediador: Tá escrito aqui [na carta de referência]. "As insaturações são sempre em cis".
371. Jogador D: Ah, eu não li aqui isso ai!
372. Mediador: Uai, bom ai isso não é problema meu!
[Todos os jogadores riem]
373. Jogador D: Não, mas só porque eu errei a posição? O resto tá certo!
374. Jogador M: Pois é! É verdade, mediador. Você tá sendo carrasco!
375. Mediador: Eu?
376. Jogador D: O concorrente concorda!
377. Mediador: Eu vou dar... ó! Vou dar dois pontos porque o nome tá certo... e vou dar... cinco pontos.
378. Jogador D: Chateada.
379. Jogador M: Justo.
380. Mediador: Então, o Jogador D ficou com sete e o Jogador M com zero.
381. Jogador D: Ah, eu nunca prestei atenção nesse cis e trans, na vida.
382. Mediador: É bom que o jogo te ensina!
[Todos riem]
383. Jogador M: Eu gostei do jogo! É bom porque da para gravar bem!
384. Mediador: É..?! Vamo... vamo mais?
385. Jogador D: Eu também!
386. Mediador: Vocês querem fazer mais uma... pra fechar?
387. Jogador D: Vai, vamo!
388. Jogador M: Uhum.
389. Mediador: Dá? Você tá com tempo, Jogador M?
390. Jogador M: É, duas horas eu tenho coisa. Mas dá pra atrasar, eu aviso a menina. Se precisar atrasar, eu atraso.
391. Mediador: Daí eu já separo o questionário para vocês mandarem. A gente conversa rapidinho.

392. Jogador M: Tá bom, não precisa... de apressar.
 393. Jogador D: Mediador, essa é a versão final já né?
 394. Mediador: Já.
 395. Jogador D: Você não vai alterar nada assim.
 396. Mediador: Bom, na verdade sim, ainda posso alterar, é só... Na verdade é o primeiro finalizado. Porque tipo, depois de um tempo
 397. Jogador M:
 398. Mediador: Ah! Pelo amor de Deus!
 399. Jogador M: tô brincando (rindo).
 340. Mediador: Não, porque depois de um tempo, cê... quando cê aplica no mundo real com os meninos da graduação, você percebe, às vezes, mais coisas que precise que mude. Então eu junto tudo isso e faço uma edição nova.
 341. Jogador D: tendi.
 342. Jogador M: Bem legal, bem legal mesmo.

4° RODADA - ÁCIDO OLEICO

[19:37]

343. Mediador: Tirei aqui. Então vamos lá, já que o jogador D venceu na última, ela começa. Vem Jogador D.
 344. Jogador D: Dez.
 345. Mediador: "Ganhe uma carta bônus". Ó, lembrando que os dois ainda tem suas cartas bônus, heim? Jogador M você tem a sua aqui, se você ganhar três vezes seguidas você ganha o jogo. Jogador D, você tem a sua de repetir a dica.

[20:00]

346. Mediador: Ó, sua carta é... *"Palpite fora de hora: escolha um jogador, ele não poderá fazer palpites por uma rodada"*.
 347. Jogador D: Haha! Vou escolher o jogador M. Tô zuando!

348. Jogador M: Por que eu?

[Todos riem]

349. Mediador: Quando você quiser usar essa carta, você fala, tá? Para você ativar.
 350. Jogador D: Mas de dois não da pra jogar isso aí.
 351. Mediador: É, pior que é verdade.
 352. Jogador M: Por que aí a pessoa já ganhou a rodada né?
 353. Jogador D: É! Ou não né, pode chegar até o fim e não conseguir nada.
 354. Mediador: Trocar por uma outra né? Vou ver se consigo uma melhor. Aqui ó: *"Correção: o mediador poderá olhar suas fichas de lipídeo e dizer se a montagem está correta ou incorreta."* É, não dá para fazer isso agora também.

[Jogadores riem]

355. Mediador: *"Sem tempo: nesta rodada, todos os jogadores terão apenas um minuto para desenhar"*. Era dois minutos, agora é um minuto só.

[21:00]

356. Jogador D: Ah eu achava que era um [minuto].
 357. Mediador: Não, era dois.
 358. Jogador D: Tava correndo!
 359. Jogador M: Eu achei que era um, passa tão rápido.
 360. Mediador: Bom, na verdade não sei se... na verdade não sei se... bom, tô pensando aí como melhorar esse tempo, mas vamos lá. Então já foi a dica número...Qual foi a dica que você falou [dirigindo-se ao jogador D]?
 361. Jogador D: Falei a Dez.
 362. Mediador: Tá bom, vai jogador M?
 363. Jogador M: Um.
 364. Mediador: *"Possui uma insaturação"*. Vai, jogador D.
 365. Jogador D: Dois.
 366. Mediador: *"É um ácido graxo"*.

367. Jogador M: É, já dá para destacar vários, já.
368. Mediador: Jogador M.
369. Jogador M: Três.
370. Mediador: *“Possui uma carboxila em uma extremidade”*.
371. Jogador M: uau! (risos)
372. Jogador D: quatro.
373. Mediador: Vocês vão fazer isso, vocês vão ficar seguindo?
374. Jogador M: Não sei... e olhe lá.
375. Mediador: as insaturações estão entre os carbonos 9 e 10.
[22:00]
376. Jogador M: Cinco
377. Mediador: *“É um ácido monocarboxílico”*.
378. Jogador D: Monocarboxílico?
379. Mediador: É!
[Os jogadores ficam em silêncio, refletindo]
380. Jogador D: Tá...
381. Mediador: Não é uma informação que agregue muita coisa, não é?
[Jogador D começa a rir]
382. Jogador M: Não mesmo.
383. Jogador D: É... Nove.
384. Mediador: *“Possui função importante no metabolismo”*.
385. Jogador M: Continuo em dúvida entre dois...
386. Jogador D: Eu também... Nove.
387. Mediador: Vai. Jogador M, é você.
[23:00]
388. Jogador M: Seis.
389. Mediador: *“Possui 18 carbonos”*.
390. Jogador D: Ah, tempo!
391. Jogador M: Tempo!
392. Mediador: Um minuto para vocês.
[jogadores começam a desenhar a estrutura].
393. Jogador D: Eu vou errar isso aqui de novo, quer ver!
394. Jogador M: Eu também, eu também, vou errar o trans, o cis e trans! Mas ó, perfil... lipídico. Perfil Lipídico!
395. Mediador: Mostra na câmera, deixa eu ver.
396. Jogador M: Eu errei o coiso, era mais fácil fazer o trans.
397. Mediador: Você errou de novo o trans. Deixa eu ver... Afasta um pouquinho, só para eu ver o tamanho da cadeia.
398. Jogador M: Tá falando comigo ou com a...
399. Mediador: Com você. Com você, jogador M. Um, dois, três, quatro, cinco, seis... (inaudível). Ácido oléico, certo! Só errou o trans. E você, Jogador D. Deixa eu ver o seu desenho.
400. Jogador D: Ai ai (rindo).
401. Mediador: De novo o trans?
402. Jogador D: Eu só sei fazer assim! Eu não sei fazer de outro jeito.
403. Jogador M: É mais fácil fazer assim.
404. Jogador D: Ixá, não tá te ouvindo [o microfone do mediador teve uma falha técnica].
405. Jogador M: É bem, mais fácil fazer assim. Aí você vai no automático.
406. Jogador D: Ainda mais com pressa.
407. Jogador M: Uhum. Ai quando falei “aí tem que trocar”, já era! Vai errado mesmo.
[25:00]
408. Jogador D: Mediador?
409. Mediador: Estão me ouvindo?
410. Jogador M: Agora sim.

411. Mediador: Então, vocês ficaram com sete pontos cada um porque nenhum dos dois, porque nenhum dos dois fez o negócio...
412. Jogador M: Não, pior que os dois sabiam que tava errado, nenhum dos dois fez por preguiça.
413. Mediador: É, pois é! Para você ver o tanto que o negócio [o hábito de desenhar as insaturações em trans] é arraigado.
414. Jogador D: Acho que a gente merece total porque a gente errou sabendo.
415. Mediador: Então, acho que aí vocês merecem menos pontos ainda. Aqui no desenho da carta, é assim que fica[apontando para a carta], é por isso que o lipídeo torce, né? Se não foss assim, o lipídeo não torce se tivesse a insaturação.
416. Jogador M: É, verdade.
417. Mediador: Então, fazendo as contas aqui de quem é o vencedor no final...Trinta com....
418. Jogador D: Eu tive um zero, calma..
- [26:00]
419. Mediador: Você teve um zero.
420. Jogador D: Que signo que você é, jogador M?
421. Jogador M: Eu tive um zero.
422. Jogador D: Que signo que você é, Jogador M?
423. Jogador M: Ah, sagitário.
424. Jogador D: Sagitário?
425. Mediador: Sério?
426. Jogador M: É por isso que faço piada em sem graça, faço piada sem graça toda hora.
427. Jogador D: Haha. Meu ascendente é sagitário.
428. Jogador M; Seu ascendente é sagitário? E o seu sol é o quê?
429. Jogador D: Escorpião.
430. Jogador M: Ah, escorpião é legal. Eu gosto de escorpião, ninguém fala isso, todo mundo "ah, escorpião". Eu acho todo mundo de escorpião legal.
431. Jogador D: Acho que é puro preconceito.
432. Mediador: Bom, depois eu opino sobre isso. Então tá, o Jogador M fez 34 pontos e o Jogador D fez 27. Então quem ganhou foi o Jogador M.
433. Jogador M: Êê [todos os participantes batem palmas]. A sorte sorriu para mim, parece que o jogo virou, não é mesmo?
- [Todos riem]
434. Mediador: Então, eu queria só perguntar para vocês o que vocês acharam do jogo. Assim, primeira coisa... é! O que vocês acharam do jogo? Pode ir um de cada vez.
435. Jogador M: Eu achei bem leve assim, bem legal.
436. Mediador: Hum.
437. Jogador M: Acho que para uma próxima versão, você pode colocar mais ainda... mais opções para dificultar. Mais, mais... como é que fala, mais compostos. Para durar bastante.
- [27:00]
438. Mediador: Então, mas quando eu fiz o jogo. A ideia era ter 30 lipídeos. Quando eu comecei, na época que eu tava estudando. E... Acontece que a diferença entre um lipídeo e outro era uma estrutura. Uma estrutura, sabe? Uma estrutura! Então eu cheguei no ponto que eu falei assim: "Mediador, não faz sentido você gastar tempo com uma estrutura, além de ser com um aluno de graduação".
439. Jogador M: Fora que ia demorar né, porque as vezes você vai ter vinte cartas, aí depois, aí para você diferenciar uma estrutura da outra.
440. Mediador: Exato
441. Jogador M: É Verdade.
442. Mediador: Aí, pra você ter uma estrutura, você tem uma dica. Sabe? Porque você não pode mais falar outra coisa. Então eu optei por tirar tudo isso e só deixar essas quinze, quinze ou dezesseis (cartas) pra que... No final de contas, é para aluno de

graduação, sabe? Não precisa ficar aprofundando sabe? Aí igual “essa é a cardiolipina”. Não, né?

[28:00]

443. Jogador D: Uai, eu acho que pegou certo. Pegou os mais padrões assim né, que trabalha mais nos livros.

444. Jogador M: É Verdade.

445. Jogador D: Eu Gostei. Eu só acho, pode dar uma opinião? Só...

446. Mediador: Pode claro.

447. Jogador D: Eu achei muito bom, mas igual, teve dica que foi redundante, né?

448. Mediador: Uhum

449. Jogador D: Tipo a que o Jogador M pegou que era... qual que era?

450. Mediador: Glicerol... tem um glicerol...

451. Jogador D: Eu peguei a primeira dica e ela falava assim: “ah faz não sei que ligação com o glicerol”, aí a outro dica dele foi “tem glicerol”

452. Mediador: Uhum

453. Jogador D: Então essa parte... Só isso que eu achei...

454. Mediador: Ah, é, foi bem difícil fazer as dicas, na real. Eu lembro que tive que estudar, tive que cortar [selecionar]. Não batia. Lembro que não tinha o mesmo número de dicas para cada composto

[29:00]

455. Mediador: Porque eu percebi que quando você vê o capítulo de lipídeos, eles falam muito da estrutura. Tipo, do ácido graxo, só falam do ácido graxo genérico, né?

456. Jogador D: Uhum

457. Mediador: Como depois você diferencia os ácidos graxos? Não tem muita coisa que diferencia além do tamanho da cadeia e se tem insaturação ou não. E... E aí, eu tinha que tentar achar pontos comuns entre uma coisa e outra, e aí nisso acabou gerando essa redundância... Aí como... qual é a coisa [a justificativa] que eu me sustento nesse ponto. Vê se vocês concordam, que pode ser redundante para gente, mas talvez não para quem é da graduação. E para quem tá vendo bioquímica pela primeira vez.

458. Jogador D: E para quem não está prestando atenção também às vezes.

459. Jogador M: Ah é, boa... boa!

460. Mediador: Sim!

461. Mediador: E tem outro detalhe. A gente jogou só com a carta de referência. Mas isso aqui [mostra as fichas de estrutura] são vários pedacinhos dos lipídeos, então aqui tem uma carboxila, aqui tem um glicerol. Então tipo a ideia, na verdade a ideia é que esse jogo seja jogado por grupos grandes, de três pessoas ou quatro pessoas. Então, um anota as dicas, um tenta montar aqui nas fichinhas, antes de ir pra desenhar.

[30:00]

462. Jogador M: Mas acho que também essa redundância, na verdade, tem mais a ver com sorte, né? De todo o jogo.

463. Mediador: Sim também.

464. Jogador M: Qualquer jogo que você joga, você fala “ah, de novo essa carta, ou vem uma carta mais fácil, uma mais difícil” Acho que tem um pouco de sorte. Porque poderia ser o contrário. Poderia pegar do glicerol e já ficar esperto no glicerol e já eliminar alguns, aí depois quando eu falo “Ah, mas tem o monossacarídeo”, aí você já elimina outros.

465. Jogador D: Pensando bem agora, acho que quando tiver as fitinhas

466. Mediador: com as fichinhas.

467. Jogador D: Aí é uma dica válida. Às vezes a pessoa tem [que descobrir um lipídeo] o do glicerol, aí ela pega a [ficha] o glicerol.

468. Mediador: Ou vai saber que a pessoa não sabe o que é o glicerol, né? Aí a gente tem que desenhar no quadro, desenhar o glicerol, sabe?

469. Jogador M:

470. Mediador: Vocês aprenderam ou revisaram alguma coisa?

[31:00]

471. Jogador D: Eu revisei tudo aqui na carta [de referência]. Achei a carta boa!
472. Jogador M: Eu achei legal.
473. Jogador D: Acho que eu vou até imprimir essa carta.
474. Jogador M: Achei legal o código de cor também.
475. Mediador: Jogador D, no começo da nossa ligação, cê falou assim “Ah, *precisava estudar alguma coisa pro jogo?*” Aí eu falei “não”. E agora, o que você acha sobre isso?
476. Jogador D: Não é, tá certo! É porque eu falei “*gente, vou chegar em casa mais cedo e dar uma estudadinha*”, né. Mas não deu tempo, não deu tempo de fazer nada, aí... é por que por exemplo, se você fala “esfingomielina”, aí eu tinha que... não lembrava de cor, sabe, assim?
477. Jogador M: Nossa, eu fiz matéria sobre lipídeo semestre passado, e esfingomielina, eu tenho que parar e lembrar...
478. Jogador D: É! Tipo...
479. Jogador M: Porque eu tipo, já esqueci.
480. Jogador D: Eu não tava com essas estruturas, assim, eu não sabia fazer. Mas olhando, olhando, olhando a gente vai lembrando e... vai dando certo.
481. Jogador M: É, eu acho bom para não esquecer. O esquema de cores eu achei muito legal.
482. Jogador D: É!
483. Jogador M: Acho que isso aí, para memorização esse esquema de cor ajuda muito, sabe? Eu gostei bastante.
484. Jogador D: Aham.
485. Jogador M: E eu achei que foi mais leve do que eu imaginei, imaginei que ia ser igual a Jogador D falou, que ia ter que estudar, ia ter que ter negócio. Mas mesmo uma pessoa que está leiga, ela joga de boa assim, né, tipo.
486. Mediador: Uhum.
487. Jogador M: Não totalmente leiga, mas tipo...
488. Mediador: E aí vem uma pergunta: vocês acham que dá para aprender com esse jogo?
489. Jogador M: Dá.
490. Jogador D: Com certeza!
491. Jogador M: Ó, o negócio lá do...que a gente tava em dúvida, sobre o galactolipídeo e sulfolipídeo [referindo-se a primeira rodada]. Aí, a gente tem que acessar aquela informação lá, qual que é o de vegetal mesmo? Não sei o quê. Essas provocações que fazem a gente memorizar, quando a gente “sofre” um pouquinho. E uma pessoa que não sabia, ela ia aprender na hora aquilo. Ou revisa, ou aprende.
492. Mediador: Entendi
493. Jogador M: Eu achei bom, muito bom!
494. Jogador D: Também!
495. Jogador M: Parabéns!
496. Mediador: Ah, obrigado! Então é isso gente, eu vou mandar um formulário do *google forms* pelo whats app. Só observem... é um formulário de dez questões, oito questões. Só observem que tipo, tá escrito assim, né: discordo fortemente, concordo. Às vezes a ordem tá alterada. Então só fica atendo assim, na hora de ver lá certinho. E é isso!
497. Jogador M: Quando eu terminar de preencher o formulário eu tenho que falar “perfil lipídico”?
498. Mediador: Não, tem não.
499. Jogador D: Você manda o áudio!
500. Mediador: É, você manda o áudio... então era só isso. É, então, em breve na loja mais próxima de você. O jogo na sua belíssima versão.
501. Jogador D: Uhu! Ele faz o *mercham* dele.
- [Os participantes começam a rir]
502. Jogador M: Eu vou jogar, com certeza.

503. Mediador: Em breve na lojinha do Mediador de Jogos didáticos de Bioquímica. Tá bom, gente? Deixa eu só interromper a gravação.

APÊNDICE G – Transcrição de Aplicação do Jogo “Perfil Lipídico” – GRUPO 2

1º RODADA - ÁCIDO OLEICO

1. Mediador: Ó, vou tirar o primeiro... Pronto. Quem quer começar? Vai por ordem de quem entrou primeiro, quem chegou primeiro. Vai Jogador A.
2. Jogador A: Tá, pode ser o número sete.
3. Mediador: *“Perca sua vez”*.
- [Risos]
2. Mediador: Vai Jogador J.
3. Jogador J: Eu tenho que... no caso, pedir um número? Vai o 3.
4. Mediador: *“Possuí uma carboxila em uma extremidade”*.
5. Jogador J: Ok.
6. Mediador: Melhorou um pouco [o áudio]? Jogador S é você.
7. Jogador S: Oito.
8. Mediador: *“É um ácido graxo ômega-9”*.
9. Mediador: Jogador A.
10. Jogador A: Número 1.
11. Mediador: *“Possui uma insaturação”*.
12. Mediador: Jogador J?
13. Jogador J: O 2 foi?
14. Mediador: Não. *“É um ácido graxo”*.
- [Todos riem]
15. Mediador: Nada que não tenha sido dito, né?
16. Jogador J: Tu jura?
17. Jogador S: Eu...Doze.
18. Mediador: Qual?
19. Jogador S: Doze.
20. Mediador: É até dez, Jogador S.
21. Jogador S: Ah Desculpa. Número nove.
22. Mediador: *“Possui uma função importante no metabolismo”*.
23. Jogador S: Hum... ômega-9...
24. Jogador A: Dez.
25. Mediador: *“Ganhe uma carta bônus”*. Vamos ver sua carta bônus... Sua carta bônus é, Jogador A,... *“Dica Extra”*.
26. Jogador J: Ai que bonitinho!
27. Mediador: Então... *Solicite uma dica adicional ao mediador em seu turno*.
28. Jogador A: Certo, mais uma dica.
29. Mediador: Tá bom, então eu vou te contar no seu Whats App.
30. Jogador A: Ah, tá bom.
31. Mediador: escolhe um número, jogador A.
32. Jogador A: Número três já foi?
33. Mediador: Já.
34. Jogador A: Cinco?
35. Mediador: Ok.
36. Mediador: Pronto. Jogador J?
37. Jogador J: Número quatro já foi?
38. Mediador: Não.
39. Jogador J: Então manda bala.
40. Mediador: *“A insaturação está entre os carbonos 9 e 10”*. Alguém vai pedir tempo?
41. Jogador J: Ai meu Deus, pera ai!

42. Mediador: Alguém vai pedir tempo ou não? Posso passar para a rodada do jogador S?
43. Jogador A: Esse tempo significa o que mesmo?
44. Mediador: O tempo para desenhar... a estrutura no papel e o nome.
45. Jogador A: Ah tá. Eu vi... Usei a carta de referência e desenhei já, pode... aí... na minha vez, né?
46. Mediador: uai tá, se você quiser gritar "Perfil Lipídico" agora.
47. Jogador A: Tá, vamos ver se deu certo. Perfil Lipídico, então.
48. Mediador: Tá bom então, parou. Vai lá, mostra pra mim o que você fez. Quem que é? Quem você acha que é?
49. Jogador A: Bom, ácido oléico. Dá pra ver?
50. Mediador: Dá. [Analisando a imagem]... Tá faltando um carbono. Ou não?
51. Jogador A: Deixa eu ver.
52. Mediador: um, dois, três....
53. Jogador A: É porque são dezoito, deixa eu ver se eu fiz os dezoito.
54. Mediador: onze, doze... Jogador J, Jogador S, vocês desenharam?
55. Jogador A: dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove, dez, onze, doze, treze, quatorze, quinze, dezesseis, dezessete, dezoito. Dezoito carbonos! Dezoito carbonos!
56. Mediador: Fui eu que... que não contei direito. É porque não...(analisando a imagem novamente). Dezoito, tá certo, tá dezoito.
57. Mediador: E... Vou mostrar (a resposta correta) ó... um, dois três e... ácido oléico!
58. Jogador J: Tcharam!
59. Mediador: Então...
60. Jogador A: Eu só desprotonei o ácido carboxílico, mas tá ok também né?
61. Mediador: Não tem problema, não tem problema. Não tem problema desprotonar não... então ele não é o oleico, ele é o oleato né. Hehehe
62. Mediador: É... aí jogador A, você ganha e 2 pontos porque você colocou o nome e 8 pontos por causa da estrutura. Então, dez pontos. E aí meninos, vamos mais uma?

2º RODADA – ÁCIDO ARIQUIDÔNICO

63. Jogador J: Bora.
64. Jogador A: Podemos.
65. Mediador: Jogador S, você tá aí? Tudo certo?
66. [Jogador S sai da chamada].
67. Mediador: Deixa eu só falar com o Jogador S, ver o que aconteceu com ele.
68. Jogador A: Beleza.
69. Jogador S: Caiu tudo aqui.
70. Mediador: Ah tá.
71. Jogador S: Pensei que tinha colocado para carregar e não tinha.
72. Mediador: Ah tá, pensei que tinha acontecido alguma coisa. Relaxa.
73. Jogador S: Não
74. Mediador: Então tá, vamo lá. Ó, tirei aqui outra. Você começa, Jogador J.
75. Jogador J: Uhum.
76. Mediador: Agora o Jogador J vai começar.
77. Jogador J: Então vai, número sete, por favor.
78. Mediador: *"A primeira insaturação está no carbono 5"*.
79. Jogador S: Carbono o quê? Tá baixo.
80. Mediador: Cinco.
81. Jogador A: Cinco.
82. Jogador J: Cinco, ok.
83. Jogador S: Número... você escolheu qual Jogador J?
84. Mediador: Ele escolheu...
85. Jogador: A cinco... Sete, desculpa.

86. Jogador S: Vou escolher o dez.
87. Mediador: Aah.... *"As insaturações estão em sequência"*.
88. Mediador: Jogador A?
89. Jogador A: Então já foram quais números?
90. Mediador: Sete e dez.
91. Jogador A: Pode ser três.
92. Mediador: *"Ganhe uma carta bônus"*. Mas você tá cheio de carta bônus.
93. Jogador J: Pois é.
94. Jogador A: Haha.

[Risos]

95. Mediador: Sua carta bônus é: *"Vitória! – Se você acertou a primeira estrutura do lipídeo sorteado por três rodadas, ganhe cinquenta pontos"*. Então essa carta aqui... ela depende da sua... é... do seu desempenho do jogo. Então eu vou deixar ela aqui guardada, a hora que... se você ganhar três vezes seguidas... o que não é pra deixar...
96. Jogador A: Beleza.
97. Mediador: A gente usa...
98. Mediador: Jogador J, você.
99. Jogador J: Número quatro.
100. Mediador: Quatro?
101. Jogador J: Uhum
102. Mediador: *"Pertence à família dos ácidos graxos ômega-6"*. Todo mundo lembra sobre a nomenclatura ômega?
103. Jogador J: Uhum
104. Mediador: Jogador S, você lembra?
105. Jogador S: Sim, mais ou menos.
106. [Risos dos jogadores]
107. Mediador: Olha na carta de referência. Tá descrito lá. Ou se quiser que eu explique também...
108. Jogador A: Hum.. Vixe.
109. Jogador S: Eu tenho que pegar o... pera aí... [analisando os arquivos] eu que escolho o número agora?
110. Mediador: É.
111. Jogador S: Pode ser o dois.
112. Mediador: *"Possui quatro insaturações"*.
113. Jogador: J: Ô loco.
114. Mediador: Acho que a resposta cantou, alguém vai pedir tempo?
115. Jogador A: Hum... o nome eu sei...
116. Jogador S: Pera aí.
117. Jogador A: Hum...o nome eu sei.
118. Mediador: Tempo, tempo... tempo, tempo, tempo, tempo? Não? Tá bom, se não é o caso, o jogo continua. Jogador A.
119. Jogador A: Pode ser número do... dois.
120. Mediador: Já foi.
121. Jogador S: Já foi.
122. Jogador A: O dois Já foi?
123. Mediador: acabou de sair.
124. Jogador: Ah sim! É, um, dois três, quatro, cinco, seis. Pode ser o número um.
125. Mediador: *"É um ácido monocarboxílico"*.
126. Jogador A: Ok.
127. Mediador: Nada de novo também nessa informação, não é?
128. Jogador S: Uhum.
129. Mediador: Tempo, alguém vai pedir tempo? Não? Tá bom então. Jogador J, você.

130. Jogador J: Hum.. é...número nove.
131. Mediador: Já foi.
132. Jogador J: Já foi também? O oito então.
133. Mediador: "*Perca sua vez*".
134. Jogador J: Nossa. [Risos]
135. Mediador: Jogador S, você.
136. Jogador S: Número um.
137. Mediador: Já foi também.
138. Jogador S: Ai meu Deus. Ah... o número... número seis.
139. Mediador: Não foi. "*É formado por vinte carbonos*".
140. Jogador J: Ai, ai é essa!
141. Mediador: Tempo?
142. Jogador A: Tempo.
143. Mediador: Então tá. Começou o tempo, se alguém quiser desenhar sem ser o jogador A também nesse tempo para tentar...
144. Jogador S: Agora que eu tive acesso a essa...essa cartilha das estruturas das estruturas... que ódio!
145. Mediador: Eu te mandei.
146. Jogador S: Eu não vi.
147. Jogador A: doze, treze, quatorze, quinze, dezesseis, dezessete, dezoito, dezenove...
(silêncio)
148. Jogador A: quinze, dezesseis, dezessete, dezoito, dezenove... (sussurrando)
149. Mediador: O tempo tá passando.
150. Mediador: Terminou Jogador A?
151. Jogador A: Uhum. Bom, pelo menos eu acho.
152. Mediador: Tem que gritar Perfil Lipídico para parar o tempo.
153. Jogador A: Pode gritar?
154. Mediador: Pode.
155. Jogador A: Perfil Lipídico.
156. Mediador: Tá bom então. Olha como eu sou simbólico. Mentira, é que eu gosto muito dessas coisas. Eu gosto muito desses negócios de gritar. Ah, é muito divertido.
(risos)
157. Jogador S: Sempre, tava lembrando das pelúcias aqui.
158. Mediador: Qual, do quê?
159. Mediador: Ah...Então ó Jogador A, mostra pra gente o que você fez.
160. Jogador A: Tá, ácido araquidônico... e... depois de algumas tentativas...eu acho que...
161. Jogador S: Estrutura né... (apresenta a estrutura desenhada).
162. Mediador: Certo. Jogador J você treinou, você fez alguma coisa?
163. Jogador J: Ná... fiz só um esboço.
164. Mediador: Jogador S, você fez?
165. Jogador S: não.
166. Mediador: Então tá bom gente, a resposta é: ácido araquidônico. Só tem um detalhe no desenho do Jogador A que invalidou o desenho inteiro.
167. Jogador J: Uhum.
168. Mediador: Mostra pra gente, Jogador A.
169. Jogador A: Sim
170. Mediador: Que que tem de diferente entre o meu desenho, da carta, da estrutura aqui, e do desenho do jogador A?
171. Jogado J: As ligações do Jogador A estão em trans né?
172. Mediador M: Exatamente.
173. Jogador J: Hum...Eu tava desenhando assim, tava demorando muito. Tava tentando fazer isso mas é muito complicado.
174. Jogador S: É...

175. Mediador: Como tá escrito na carta de referência. “As insaturações tem conformação em cis, e não em trans”.
176. Jogador S: Ah eu não...
177. Jogador A: Ah sim, é verdade.
178. Mediador: Então Jogador A, você ganhou 2 pontos. Só, por causa do nome.
179. Jogador A: beleza.
180. Mediador: É...Então, mas assim... em dois minutos da pra fazer, não dá? Assim, faz retinho, não precisa fazer na conformação quase 3D dele né, porque ele entorta completamente.
181. Jogador J: Uhum...
182. Mediador: Certo, vamos mais um? Pra terminar?
183. Jogador A: Bora.
184. Jogador J: Bora.
185. Jogador S: Vamos.
186. Mediador: Gente, se vocês quiserem, vocês também podem falar não, viu?

3° RODADA – ESFINGOLIPÍDEO

187. Mediador: Vamos ver se vocês deixam o Jogador A não ganhar.
[Os jogadores começam a rir]
188. Mediador: Vamos lá, vamos lá. Chega só sai ácido graxo... Não, não quero ácido graxo, eu quero outra coisa. Vai! Jogador S, você começa.
189. Jogador S: Pode ser número um. Número um.
190. Mediador: “*Possui apenas um resíduo de ácido graxo em sua estrutura*”.
191. Jogador S: Hum.
192. Mediador: Jogador A, você.
193. Jogador A: Pode ser número três.
194. Mediador: “*Possui duas cadeias hidrocarbonadas*”.
195. Jogador A: Duas cadeias hidrocarbonadas... deixa eu anotar aqui.
196. Jogador J: Número Três...desculpa, quatro.
197. Mediador: “*Não contém glicerol em sua estrutura*”.
198. Jogador J: Ixe:
199. Jogador S: Dez.
200. Mediador: “*Possui um substituinte X, polar, no carbono 3*”.
201. Jogador A: Sete.
202. Mediador: Participa de membranas plasmáticas.
203. Jogador S: Hum.
204. Jogador J: Nove, por favor.
205. Mediador: “*Os cerebrosídeos são um exemplo desses lipídeos*”.
206. Jogador J: Ai meu Deus.
207. Mediador: Jogador S?
208. Jogador S: Oito já foi?
209. Mediador: Ainda não. “*O ácido graxo, liga-se por uma ligação amídica à esfingosina*”. Vou repetir. “*O ácido graxo, liga-se por uma ligação amídica à esfingosina*” Alguém vai pedir tempo para desenhar?

[Jogador J suspira]

210. Mediador: Não? Tá bom então. Jogador A.
211. Jogador A: É... Número 6, já foi?
212. Mediador: Ainda não. “*Contém uma esfingosina*”.
213. Jogador A: Hum...
214. Mediador: Ó, faltam duas dicas. Se ninguém descobrir até as dicas acabarem, todo mundo perde, tá?

215. Jogador A: Então pode pedir tempo... já?
 216. Mediador: Pode, só... pode pedir? Você quer pedir Jogador A?
 217. Jogador A: Pode. Vou tentar ver aqui se acerto.
 218. Mediador: um, dois três e... Tempo. Jogador J, Jogador S, se vocês souberem a estrutura vocês também podem tentar arriscar desenhar a estrutura.
 219. Jogador J: É... o nome eu sei... agora a estrutura é meio complicado de desenhar, meio demorado... mas sai uma hora.
 220. Mediador: por isso tem dois minutos haha.
 221. Jogador J: Ai tem que desenhar tudinho né? Tudo... bonitinho. Ai Jesus.
 222. [Jogadores começam a desenhar]
 223. Jogador S: Uhum.
 224. Mediador: Jogador A, você terminou?
 225. Jogador A: Sim, terminei sim.
 226. Mediador: Então grita "Perfil Lipídico", Jogador A.

[Risos]

227. Jogador A: Ah tá!
 228. Jogador J: Lembra de gritar.
 229. Jogador A: Perfil Lipídico!
 230. Mediador: É que eu vejo que você fica parado...
 231. Jogador A: Eu fiquei na dúvida entre dois, mas eu acho que pode ser esse. É... bom... esfingolipídeo. A estrutura (mostra a estrutura).
 232. Mediador: Uhum. Jogador J, cê fez?
 233. Jogador J: Não consegui terminar aqui.
 234. Jogador S: Eu também não.
 235. Mediador: Nem você Jogador S.
 236. Jogador S: Tô pensando aqui...
 237. Mediador: E a resposta é... esfingolipídeo. Muito bom Jogador A.
 238. Jogador J: Hum...
 239. Jogador A: Beleza. Essa carta de referência ajuda muito. Muito bom.
 240. Jogador S: É. Também achei, a hora que eu abri eu vi.
 241. Mediador: Vamos usar sua carta bônus, Jogador A.
 242. Jogador A: Ah é... pode usar. Mesmo eu tendo errado a estrutura.
 243. Mediador: Ah é verdade.
 244. Jogador A: Eu errei a estrutura.
 245. Mediador: Ah é verdade.
 246. Jogador S: Só uma dúvida. Essa ficha de... de estrutura... ela é disponibilizada para todos antes? Do jogo?
 247. Mediador: Essa você diz?
 248. Jogador S: Aquela que você colocou... as coloridinhas.
 249. Mediador: Ah, isso é pra cada grupo, pra cada participante.
 250. Jogador S: Ah entendi. Não legal, legal, ter em mão seria mais fácil para visualizar.
 251. Mediador: É... tá aqui, peraí deixa eu ver... é porque não dá para fazer isso por aqui.
 252. Jogador S: Não, eu falo assim se fosse ao vivo. Se tivesse.. bem legal para visualizar.
 253. Mediador: Bom então. Vocês querem fechar o jogo ou jogar mais um [uma rodada]? É livre, tá?
 254. Jogador S: O senhor que manda.
 255. Mediador: Hum...Ah não sei, acho que...depende de vocês. tô bem...
 256. Jogador A: Nossa, mas parabéns Mediador. Em relação ao meu feedback: muito bom. Ele [o jogo] é bem didático.
 257. Mediador: Calma, calma. Daqui a pouco a gente fala de *Feedback*.
 258. Jogador A: ah, tá beleza.

4º RODADA – GALACTOLIPÍDEO

259. Jogador J: Então vamo cair dentro, tem mais um
260. Mediador: Tá bom, pode ir mais um.
261. Jogador J: Mais um... uma saideira. Uma quadruplicata.
262. Mediador: E Alguém ganha do Jogador A, pelo amor de Deus.
263. Jogador J: Não, o jogador A é o único doutor que tem aqui.
264. Jogador S: Né! Também acho.
265. Jogador J: é o doutor, é professor.
266. Mediador: É verdade. É o doutor, é o doutor.
267. Jogador J: O professor eu acho.
268. Mediador: Hum... chega de sair ácido graxo (embaralhando as cartas de perfil).
269. Mediador: Ai... então tá... quem tem que começar agora? É o Jogador A, não é?
270. Jogador A: Pode ser número dois.
271. Mediador: *“Possui um glicerol em sua estrutura”*.
272. Mediador: Jogador J?
273. Jogador J: Número três.
274. Mediador: *“É predominante em células vegetais”*.
275. Jogador S: De células o quê?
276. Mediador: Células vegetais. Jogador S, você.
277. Jogador S: Número dez.
278. Mediador: *“A presença de galactose dá nome ao grupo”*. Alguém vai pedir tempo?

[Silêncio entre os jogadores]

279. Mediador: Não? Tá bom então. Jogador A, você. Jogador S, seu microfone está desligado.
280. Jogador A: Oito. Oito.
281. Mediador: *“Um monossacarídeo está ligado ao glicerol em carbono 3”*.
282. Jogador A: O.K.
283. Mediador: jogador J?
284. Jogador J: Número 9.
285. Mediador: *“Em geral, o carboidrato mais comum é a galactose”*.

[Silêncio entre os jogadores]

286. Mediador: Jogador S?
287. Jogador S: Número 2.
288. Mediador: Já foi.
289. Jogador S: Desculpa, número 3.
290. Mediador: Já foi! [Risos]
291. Jogador S: Quatro.
292. Mediador: *“É formado por dois ácidos graxos”*. Alguém vai pedir tempo, pra desenhar?
293. Jogador S: Pera aí que eu preciso ter certeza.
294. Mediador: É... quem que é agora? Jogador A é você, não é?
295. Jogador A: Isso... pode ser número 1.
296. Mediador: *“Ganhe uma carta bônus”*.
297. Jogador A: Cheio das carta bônus!
298. Mediador: É sorte no jogo, azar no amor, não é?
299. Mediador: Essa carta não dá para fazer... *“Inversão: Inverta o sentido do jogo”*.
300. Jogador A: Hum.
301. Jogador J: Poxa.

302. Mediador: Então agora é o Jogador S.
303. Jogador S: Nove.
304. Mediador: Já foi.
305. Jogador S: Dez.
306. Mediador: Já foi também. Alguém quer pedir tempo? Não né?
307. Jogador S: Cinco, seis.
308. Mediador: Cinco. *“Perda sua vez”*. [Risos]
309. Mediador: Jogador J é você.
310. Jogador J: Tá vamo lá. Vai no número dez.
311. Mediador: Já foi.
312. Jogador J: Aí, acabou de ir agora. Número um.
313. Mediador: O jogador A foi. Já foi também
314. Jogador J: Nossa. Então sete.
315. Jogador S: Acho que foi todos.
316. Mediador: Falta duas dicas para acabar, heim. Não foi o seis...
317. Jogador J: A sete foi?
318. Mediador: Não foi o seis nem o sete.
319. Jogador J: Vai o sete aí, por favor.
320. Mediador: *“Um dos carbonos do glicerol faz uma ligação glicosídica”*. Alguém vai pedir tempo?
321. Jogador A: Eu peço tempo então.
322. Mediador: Tempo.
323. Jogador J: Tem que desenhar o carboidrato certinho também?
324. Mediador: Tem que desenhar o carboidrato certinho.
325. Jogador J: Ai Jesus, Ai Jesus!
326. Mediador: Não vem com “ai Jesus” nada.
327. Jogador J: Ai ai, não uai... aí... aí é cruel.

[Os jogadores começam a desenhar]

328. Mediador: A hora que a pessoa terminar é só gritar “Perfil Lipídico”, tá? Não esquece, é parte da ação.
329. Jogador A: Pronto, Perfil Lipídico! Agora eu aprendi.
330. Jogador S: Na quarta.
331. Mediador: Na quarta rodada.
332. Jogador A: Hahahaha.
333. Mediador: E aí jogador A, mostra pra nós.
334. Jogador A: Bom, é o... galactofosfolipídeo... galactolipídeo, perdão. Nome: galactolipídeo e é esse aqui, deixa eu ver (mostra o desenho).
335. Mediador: Muito bom, só faltou um H₂ no terceiro carbono, do glicerol, depois cê olha aí.
336. Jogador S: Ah, é verdade.
337. Mediador: Ê Jogador A, não tá sabendo regra do octeto. Brincadeira. Jogador J, Jogador S, cês desenharam? Deixa eu ver jogador J.
338. Jogador S: Dá pra ver?
339. Mediador: Só... aproxima um pouquinho mais. Aí, tô vendo... muito bom. Jogador J, não deu certo?
340. Jogador J: Não... tô no açúcar ainda. E eu errei ele todo... achei que eu sabia de cor uma galactose. Mas... uhm uhm.
341. Mediador: Aah. Tá. É... que eu ia falar... então tá. Os dois (jogadores A e S) conseguiram dez pontos. Como o Jogador A foi o que parou o tempo, ele vai ganhar um ponto a mais.
342. Jogador J: Hum.. tá.
343. Mediador: Fazendo então a soma dos pontos, nós temos que o Jogador A fez dez...

344. Jogador S: Jogador A, você é doutor. Essa é a explicação
 345. Jogador J: Professor doutor.
 346. Mediador: Nossa... (risos)
 347. Mediador: Ele fez 32 pontos, o Jogador S fez 10 pontos e o Jogador J fez 0 pontos. Tadinho do Jogador J.
 348. Jogador S: Merece um prêmio.
 349. Mediador: merece um prêmio de consolação.
 350. Jogador J: Não...
 351. Mediador: Sabe aquelas criancinhas que quando perde chora? Aí tem que dar um presentinho para elas ficarem felizes.
 352. Jogador J: Uhum.
 353. Mediador: Tadinho.
 354. Jogador S: É a cara do Mediador arrumar umas pelúcias.
 355. Mediador: É... mas aí...
 356. Jogador S: Uma mitocôndria de pelúcia.
 357. Jogador J: Uma mitocôndria.
 358. Mediador: Edição limitada.

DIÁLOGOS PÓS-JOGO

[30:00]

359. Mediador: É... enfim, bom, então gente encerra o jogo. E aí eu queria que vocês comentassem é... as impressões. Que que vocês...Primeira coisa, o que vocês acharam... é... sobre o jogo, sobre a brincadeira. Assim, sobre toda a dinâmica que ele tem e depois sobre se vocês aprenderam ou revisaram algo a partir disso. E se vocês... é... usariam isso em sala de aula, em uma sequência didática. Então pode começar. Eu vou ficar... vou falar só depois que terminarem.
 360. Jogador S: Posso fazer uma pergunta?
 361. Mediador: Pode.
 362. Jogador S: Qual o público principal?
 363. Mediador: Graduação, como sempre.
 364. Jogador S: Uhum
 365. Mediador: Alunos de graduação que cursaram ou estão cursando Bioquímica.
 366. Jogador S: E... E... Quando eu falo assim questão de público, teria uma área específica?

[31:00]

367. Mediador: Não, qualquer curso de graduação. Qualquer curso de Bioquímica.
 368. Jogador S: Uhum.
 369. Jogador A: Bom, então acho que, que eu vou falar então meu... meu parecer sobre o jogo. Parabéns pelo jogo, Mediador. Foi muito didático. Com certeza, assim né, eu já vi uma palestra sua falando sobre um pouquinho da... do seu percurso até aqui. E com esse jogo demonstra grande empenho, dedicação, conhecimento, né? preocupação ainda, sobre o ensino da bioquímica. E eu, com certeza, (inaudível). É... vai... Foge um pouco dos padrões tradicionais aí do ensino né, que... é muito bom, muito bem-vindo. Principalmente né...em épocas que... só o professor fica dando aula, só o professor e aluno fica na carteira, fica copiando. Então, por meio disso, os alunos em si, tanto com o professor, quanto entre si né, aplica uma atividade lúdica que com certeza vai auxiliar eles pra poder aprender esses conceitos. O que fugiria um pouco do livro, né? Livro, slide, livro, slide, e aqui ele já poderia ter uma outra visão sobre esse tema. Então assim, muito bom mesmo, eu gostei bastante, bem didático. E com certeza sim, eu aplicaria nas minhas aulas, se eu tivesse a disposição o jogo sim, com certeza. E com certeza o *feedback* dos alunos será... é... muito positivo com relação a essa prática.
 370. Mediador: Hum. Brigado, Jogador A. é... Você aprendeu alguma coisa jogando? Ou lembrou?

371. Jogador A: Sim! É assim, a gente... a gente lembra, principalmente questões de estruturas, né? Questões das classificações, isso é muito bom. E... a gente mostra também da diversidade dos lipídeos, né? Que é uma classe diferente de carboidrato e proteína, que tem uma estrutura padrão. Aqui a gente vê que não é. Aí a pessoa pode perguntar, até meus alunos me questionam: *“Ah mas os lipídeos não são formados por ácidos graxos?”* Eu falei *“Não, e o colesterol? Colesterol é um lipídeo que não tem ácidos graxos”*. Então aí... é...

[33:00]

372. Jogador A: Mas então, muito bom sim. Dá pra aprender e revisar muitos temas. Até quem é da área ou quem já viu, né? Trabalha com isso.

373. Mediador: Olha aqui o Colesterol (apresenta a carta do colesterol).

374. Jogador A: E assim, a maior questão da questão do colesterol é que, eu sempre falo nas minhas aulas, é que o pessoal acha que existem vários colesteróis. Quando falam colesterol bom ou colesterol ruim, aí eles acham que são várias moléculas. Eu faço gente...

375. Mediador: Mas isso é um dos maiores mitos que... aí meu Deus...

376. Jogador J: Uhum!

377. Jogador A: Isso aí não existe. Existe um único colesterol, não existe colesterol bom e colesterol um ruim. Então assim, a gente tenta desmistificar isso um pouco, né?

378. Mediador: A minha crítica quanto a isso é que... alguém... é porque o negócio é o se... eu não sei muito bem do exame clínico. Mas é porque é o, tipo assim, quando você faz o exame de HDL e LDL, você tá medindo lipoproteína ou o colesterol lipoproteico?

379. Jogador A: A gente, quando mede, mede a Lipoproteína em si, aham.

380. Mediador: Então pois é...

[34:00]

381. Jogador A: Eles associam a função da lipoproteína ao colesterol ser “bom” ou “ruim”. Mas é a função da lipoproteína.

382. Mediador: Eu acho que o rôle é que o nome em si está mal-empregado.

383. Jogador Z: Uhum.

384. Jogador A: E como é uma coisa que já tá aí, já usa há muito tempo. Então acaba que pegou!

385. Mediador: Pois é, os médicos usam. Então, quer dizer se os médicos usam o que a gente vai falar, pra não usar?

386. Jogador Z: Né.

387. Mediador: Então o grande problema se estabelece aí né.

388. Jogador A: Uhum.

389. Mediador: Mas obrigado pelo Feedback.

390. Jogador A: O.K.

391. Jogador Z: Mediador, deixa eu falar agora. Muito didático, parabéns mesmo. Muito bem-feito! As regras bem definidas, fácil de entender. Olha que eu sou uma pessoa lerdinha, ainda mais que eu tô sem prática. Assim, já pegamos as regras do jogo. E... eu usaria com certeza, tanto que, eu tô fazendo estágio à docência agora com a turma de engenharia biomédica. Então você imagina dar Bioquímica pra uma disciplina de engenharia. Já é difícil bioquímica com biológicas, né? Aí, ainda mais com uma abordagem assim... Se eu tivesse acesso, com certeza eu daria na minha aula de estrutura de lipídeos. E eu achei bacana que mesmo, né? A gente tendo acesso, né...A carta, né... De, de referência ou uma pessoa pode ter acesso a outra informação, você tem que desenhar pra ganhar os pontos. E... o ato de desenhar, cê memoriza muito mais, né? Eu aqui foi um retorno as aulas da graduação aqui mesmo... Muita coisa eu relembrei e...é isso. Muito bom. Posso pegar... pra usar com o pessoal?

392. Mediador: Pode! Se vocês quiserem eu mando...

393. Jogador Z: Aí eu queria essas cartinhas bonitinhas.
394. Mediador: É... se vocês quiserem a versão física, eu posso tentar mandar e fazer por encomenda.
395. Jogador Z: Nossa ia ser ótimo.
396. Jogador A: Ah...la ser bom mesmo.
397. Mediador: Fazer essa caixa maravilhosa. O único problema é que é caro produzir, então o preço vai sair um pouco alto.

[36:00]

398. Jogador Z: Não... claro uai. Tem que fazer o *merchan* uai. Tem que valorizar o trabalho ué.
399. Mediador: *Ela faz o merchan dela ela...*[Risos]
400. Mediador: É porque é um pouco caro mesmo... a produção do material sai um pouco caro.
401. Jogador Z: Uhum.
402. Mediador: Mas eu posso conversar e a gente vê direitinho.
403. Jogador Z: E é uma maneira de variar né, aula, o ensino remoto, né? Que já é triste, né?
404. Mediador: Uhum.
405. Jogador A: Sim e é facilmente aplicável no ensino remoto. É assim, pelo menos as regras fixaram, bom então, ou seja, não foi aquela coisa que descartou, assim: "Ah, agora é remoto e fica difícil de jogar". Não! A forma como você tá abordando aqui deu super certo.
406. Mediador: Uhum.
407. Mediador: É... uma coisa que foi muito... é que foi difícil de... que foi difícil de pensar, é que eu criei esse jogo na época que a gente já tava no momento pandêmico. E eu não pensei que ia ser fácil de criar, de aplicar no ensino remoto. Porém acabou percebendo, acabou acontecendo que né... é viável igual a gente tá fazendo aqui. Agora, tem que fazer adaptações às regras? Tem mas... Assim, até aí a gente já... a gente dá um jeito. É... única coisa que ficou muito prejudicada, nesse jogo, é... com a transposição para essa, pra esse modo de ensino é...a interação entre as pessoas. Que isso é uma coisa que não dá. E isso limita um pouco, inclusive o número de pessoas jogando. Quer dizer, aqui eu coloquei até quatro pessoas pra jogar. Mas eu tava vendo que com um... e até dá com quatro pessoas, quatro jogadores mais um mediador, né? E acho que até dá certo. Mas ainda assim... não dá mais do que isso, né? Mas obrigado, Jogador Z. E... a gente conversa aí, tanto você, Jogador A. Quando vocês quiserem a gente vê o que faz pra produzir uma cópia pra vocês, assinado por mim.
408. Jogador S: Deixa eu falar agora!
409. Mediador: Vai Jogador S.
410. Jogador S: Eu gostei muito É... gostei muito. Eu acho que, assim, é interessante que dá pra perceber que o jogo pode ser utilizado, inclusive, virtualmente, né? Assim a princípio ele foi criado para ser utilizado com os alunos fisicamente. Mas deu pra perceber que ele é adaptável a essa realidade. Isso é uma coisa muito boa. Quando eu perguntei em relação a.. a.. qual que ia ser sua população de aplicação, né? Quem que ia ser teu grupo é, justamente, pensando assim, qual que, na, na capacidade de adaptar o jogo a diferentes áreas, entendeu. Então, por exemplo, não é interessante para uma pessoa lá da nutrição compreender, por exemplo a estrutura, mas para [os alunos de] biotecnologia é. Mas ao mesmo tempo você pode, por exemplo, pegar esse jogo e adaptá-lo lá para a galera da nutrição e ao invés de usar essas fórmulas ou alguma coisa. Você já coloca a fórmula e explora alguma outra coisa, sei lá, talvez, um de identificar qual que é o lipídeo que tá sendo ali falado, mais por exemplo, se é VDRL [o jogador S quis dizer VLDL], HDL, qual é o tipo, enfim. Mais focado para a área de saúde, sabe? Eu gostei disso porque é um

jogo que cê consegue mudar ele ali e fazer atender a sua expectativa com aquela... com aquela turma. Por isso eu perguntei quem era o público. Porque, por exemplo, a minha percepção de bioquímica na nutrição, tô fazendo nutrição né, falei procês. É uma coisa assim: eles não estão nem aí importando com estrutura de carboidrato, nem aí importando com estrutura de lipídeo, mas querem que você saiba isso ou aquilo de um ponto de vista de saúde. Como é que é diabetes, o que tá errando, como que entra a glicose, como que absorve. E eu, deu pra perceber que, realmente, pra eles é mais importante tá num consultório sabendo isso, do que sabendo a estrutura, entendeu? Por isso que eu perguntei. Mas, por outro lado, pra gente que tá no laboratório, isso é fundamental. Pra gente que tá fazendo experimento, que tá ali na parte da bancada mesmo. Por isso que eu perguntei quem era o público. Mas é isso, gostei muito por conta dessa capacidade de ser usado de forma virtual, de forma né... online e pela fácil adaptabilidade dele. Tá ótimo gostei.

[40:00]

411. Mediador: Com relação a adaptabilidade eu planejei, inclusive, pra esse jogo, e tô planejando pros antigos. É... por exemplo, esse aqui ó, uma carta em branco para que o professor possa inventar uma coisa que não tiver, porque eu mesmo, eu tive, eu tive que selecionar os lipídeos que eu ia trabalhar dentro de um range, do tipo assim, eu preciso que todas as pessoas... esses lipídeos aqui vão aparecer para a grande quantidade das pessoas... pode ser que um ou outro não apareça? Por exemplo, Ceras, eu não coloquei ceras, porque não valeu, sei lá, achei que não valia muito a pena. E acabei não colocando. Então, eu deixei esse em branco para que o professor tenha capacidade de adaptar, como você falou.
412. Jogador S: Criar!
413. Mediador: Agora, a minha... a minha.... uma coisa que eu, talvez, eu não concorde muito é, por exemplo, tal como... mas aí tem a ver com o ensino da nutrição na verdade o que, por exemplo... falta de conhecimento de estrutura já foi mostrado em vários trabalhos de educação em bioquímica que, isso, especialmente n esse público de nutrição, é um dos maiores problemas para eles que fazem, com que depois que eles formam, eles procurarem cursos de bioquímica, de fisiologia, já profissionais, para entenderem as coisas, sabe? Isso é muito apontado na literatura, inclusive o meu orientador da aula, dá esse tipo de curso de formação, formação posterior pra profissionais de saúde. E vem a galera, vem médico... a grande população é médico e nutricionista, e ele sempre me conta, não só ele, se você for pegar uns artigos, você lê isso. Eles falam que esses profissionais, ele tem uma defasagem do conhecimento estrutural. Então, você fala proteína para eles e ele não tem noção do que é.. Isto é, se você falar proteína, ele vai pensar em carne e não em proteína, a molécula proteína que a gente pensa na cabeça quando fala. Acho que, isso é um... isso eu entendo que, talvez no ensino como tenha sido colocado, não é prioritário, porém não acho que é dispensável.
414. Jogador S: Uhum, Sim.
415. Mediador: Mas isso também porque eu fiquei chato, eu fiquei chato.
416. Mediador: Não sei, não sei... Eu tinha pensado, na hora de fazer o jogo, em colocar a lipoproteína, pensei muito, Mas eu não coloquei porque é uma estrutura mais complexa. A lipoproteína tem a proteína, tem éster de colesterol, tem fosfolipídeo. Talvez não posso colocar, mas talvez posso fazer uma expansão, só pra isso, para quem quiser usar e tá lá.
417. Jogador A: Show.
418. Mediador: Também a... as dicas seriam um pouco diferentes, mas ainda sim é bem interessante.
419. Jogador S: Uhum.
420. Mediador: As cinco lipoproteínas... Bom... é... deixa eu só parar de gravar aqui. Agradecer vocês, por terem participados, doutores, mestres, pós-doutores, professores. Obrigado por terem tirado um tempo.

SÚMULA CURRICULAR

DADOS PESSOAIS

Nome: Paulo Enrique Cuevas Mestanza

Local e data de nascimento: Campinas – São Paulo - Brasil, 30 de março de 1994.

EDUCAÇÃO

Colégio Salesiano São José, 2001- 2002.

Escola Estadual Dona Castorina Cavalheiro, 2003 – 2004.

Colégio Liceu Salesiano Nossa Senhor Auxiliadora, 2005-2006.

Instituto Teresa Valsé, 2007-2008.

Colégio INEI-COC, 2009-2011

Universidade Federal de Uberlândia – Minas Gerais, 2012 – 2017. Graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado).

OCUPAÇÃO

Bolsista de Mestrado, FAPESP, 2018-2021.

Professor assistente pelo programa PAE-USP, Universidade de São Paulo. Curso de Biomedicina. Disciplina QBQ-0250 Bioquímica: Estrutura e Metabolismo de Biomoléculas, 2º semestre de 2019.

Professor assistente pelo programa PAE-USP, Universidade de São Paulo. Curso de Farmácia, Disciplina QBQ0215 Bioquímica: Estrutura de Biomoléculas e Metabolismo – 2º semestre de 2020.

PUBLICAÇÕES

ARTIGOS COMPLETOS

MESTANZA, P. E. C.; RODRIGUES, V. M. Quem é o carboidrato? **Revista de Ensino de Bioquímica**. v.15 Esp. p.11-20, 2017.

RESUMOS EM CONGRESSOS

MESTANZA, P. E. C.; TORRES, B. B. Pura Proteína!: Um jogo didático sobre purificação de proteínas. In: 6º Congresso de Graduação da USP. Anais [...] São Paulo – SP. Universidade de São Paulo, 2021.

MESTANZA, P. E. C; TORRES, B. B. Pura Proteína!: Um jogo didático sobre purificação de proteínas. In: Anais do Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia. Anais[...] Rio de Janeiro -RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021.

MESTANZA, P. E. C.; TORRES, B. B. Perfil Lipídico: um jogo didático sobre estrutura de lipídeos. In: Anais do Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia. Anais [...] Rio de Janeiro – RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021.

MESTANZA, P. E. C.; TORRES, B. B. Bioquímica a partir de jogos: experiências com estudantes de graduação. In: Congresso Online Internacional de Bioquímica. Anais [...] Divinópolis – MG. UFSJ, 2020.

MESTANZA, P. E. C.; RIBEIRO, S. H. D.; MOURA, E. C.; FREITAS, V.; GROSCHE, V. R.; ESPINDOLA, F. S.; RODRIGUES, R. S.; TUDINI, K. A. G. Y.; RODRIGUES, V. M. A. From amino acids to enzymes: a proposal using didactic games to review the content of proteins. In: 46° Encontro da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. Anais [...] Natal – RN. 2016.

RIBEIRO, S. H. D.; MESTANZA, P. E. C.; FREITAS, V.; CHAGAS, L. F.; ESPÍNDOLA, F. S.; RODRIGUES, R. S.; TUDINI, K. A. G. Y.; RODRIGUES, V. M. A. Approaching carbohydrates in its metabolism: an experience for educational games. In: 46° Encontro da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. Anais [...] Natal – RN. 2016.