

## **Bingo do código genético: Um jogo lúdico de baixo custo para facilitar a aprendizagem do tema na disciplina de Genética**

**Bingo of genetic code: A low cost playful game to facilitate the learning of the theme in the discipline of Genetics**

**Bingo de código genético: Un juego lúdico de bajo costo para facilitar el aprendizaje del tema en la disciplina de Genética**

Recebido: 25/06/2021 | Revisado: 04/07/2021 | Aceito: 20/07/2021 | Publicado: 28/07/2021

**Tiago Maretti Gonçalves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8971-0647>

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

E-mail: [tiagobio1@hotmail.com](mailto:tiagobio1@hotmail.com)

**Marines Marli Gniech Karasawa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8431-0150>

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil

E-mail: [mgniechk@yahoo.com.br](mailto:mgniechk@yahoo.com.br)

### **Resumo**

Atualmente, o professor se depara com diversas metodologias educacionais alternativas que fazem com que o método tradicional expositivo seja cada vez mais aprimorado. Somado a isso, a educação tem passado por momentos delicados em detrimento a pandemia do novo Coronavírus (SARS-CoV-2). O uso de jogos didáticos tem sido bastante apreciado por facilitar e motivar a aprendizagem dos alunos. No ensino superior, o tema código genético geralmente é encarado como complexo e de difícil assimilação em função da vasta quantidade de termos e conceitos que precisam ser assimilados. O objetivo deste trabalho é propor um jogo que facilite a compreensão do tema código genético na disciplina de genética. Além, disso, o jogo permite abordar tópicos de Bioquímica, no que tange as características da constituição estrutural dos aminoácidos, e outros conceitos como aminoácidos essenciais, não essenciais ou condicionalmente essenciais. Acreditamos que, o uso dessa atividade possa cativar os alunos e promover melhoria no processo de ensino e aprendizagem do tema.

**Palavras-chave:** Metodologia alternativa; Ensino-aprendizagem; Código genético; Materiais didáticos; Extensão.

### **Abstract**

Currently, the teacher is faced with several alternative educational methodologies that make the traditional expository method increasingly improved. Added to this, education has gone through delicate moments at the expense of the new Coronavirus pandemic (SARS-CoV-2). The use of educational games has been highly appreciated for facilitating and motivating student learning. In higher education, the genetic code theme is generally seen as complex and difficult to assimilate due to the vast amount of terms and concepts that need to be assimilated. The objective of this work is to propose a game that facilitates the understanding of the genetic code theme in the genetics discipline. In addition, the game allows you to approach topics of Biochemistry, regarding the characteristics of the structural constitution of amino acids, and other concepts such as essential, non-essential or conditionally essential amino acids. We believe that the use of this activity can captivate students and promote improvement in the teaching and learning process on the subject.

**Keywords:** Alternative methodology; Teaching-learning; Genetic code; Teaching materials; Extension.

### **Resumen**

Actualmente, el docente se enfrenta a varias metodologías educativas alternativas que hacen que el método expositivo tradicional sea cada vez más mejorado. Sumado a esto, la educación ha pasado por momentos delicados a expensas de la nueva pandemia de Coronavirus (SARS-CoV-2). El uso de juegos educativos ha sido muy apreciado por facilitar y motivar el aprendizaje de los estudiantes. En la educación superior, el tema del código genético generalmente se considera complejo y difícil de asimilar debido a la gran cantidad de términos y conceptos que deben asimilarse. El objetivo de este trabajo es proponer un juego que facilite la comprensión del tema del código genético en la disciplina genética. Además, el juego permite abordar temas de Bioquímica, referentes a las características de la constitución estructural de los aminoácidos, y otros conceptos como aminoácidos esenciales, no esenciales o condicionalmente esenciales. Creemos que el uso de esta actividad puede cautivar a los estudiantes y promover la mejora en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura.

**Palabras-clave:** Metodología alternativa; Enseñanza-aprendizaje; Código genético; Materiales de enseñanza; Extensión.

## 1. Introdução

Definida como a área da ciência que estuda a hereditariedade e da variação hereditária (Reece et al., 2015), a Genética é uma das áreas mais fascinantes da Biologia. A decifração do código genético, ocorreu na década de 1960 pelos pesquisadores Marshall Nirenberg, Severo Ochoa, H. Ghorbind Khorana Philip Leder, e colaboradores, envolveram um intenso trabalho entre muitos laboratórios de pesquisa (Snustad & Simmons, 2013; Griffiths et al., 2016; Pierce, 2016). Este tema é de grande relevância entretanto, pode trazer certa dificuldade no aprendizado em função de diferentes conceitos que devem ser bem assimilados. O emprego de metodologias alternativas no ensino deste tema pode ser de grande importância, pois facilita o processo de ensino e da aprendizagem (Gniech Karasawa, 2021). Dentre as metodologias o uso de jogos lúdicos (Gonçalves & Gniech Karasawa, 2021; Gonçalves, 2021) vem despontando na preferência de muitos docentes.

Na literatura, diversos trabalhos apresentam a utilização de jogos e dinâmicas para facilitar o ensino e a aprendizagem dos alunos, não somente dentro da Genética mas também dentro de várias outras áreas da Biologia (Gonçalves & Gniech Karasawa, 2021; Da Silva & Bianco, 2020; Brão & Pereira, 2015). De acordo com Silva-Pires et al., (2020) os jogos aumentam significativamente o aprendizado e desenvolvem diferentes áreas cognitivas e, segundo Santos & Silva (2011) o uso de jogos no ensino aprimora o raciocínio lógico e a inteligência dos integrantes do jogo. Sendo apontado como recursos práticos, de custo reduzido e de fácil manipulação na sala de aula que contribuem no processo de ensino-aprendizagem de forma estimulante, desenvolvendo as relações sociais, curiosidade (Jean & Leite, 2010), motivação e desejo para adquirir mais conhecimento Da Silva & Bianco (2020).

O uso de práticas metodológicas alternativas como os jogos objetiva tornar as aulas mais estimulantes facilitando o ensino e a aprendizagem dos alunos, tornando o processo mais agradável (Gonçalves & Gniech Karasawa, 2021). Neste sentido, visando o ensino da estrutura do DNA, Santos et al. (2021) desenvolveram um jogo denominado Molécula imobiliária. Segundo os autores o desafio do jogo é responder as perguntas de maneira correta para um maior número de moedas o que permitirá aos jogadores comprar nucleotídeos para aumentar o tamanho da sua molécula de DNA e, conseqüentemente, aumentando a possibilidade da equipe em vencer o jogo, aprimorando o seu conhecimento sobre a estrutura da molécula de DNA. Como resultado dessa atividade, os autores relataram que o jogo facilitou o processo ensino-aprendizagem dos alunos, além de ter contribuído como outra metodologia disponível para melhorar as aulas de Biologia.

Outro ponto a ser discutido são as aulas tradicionais, nas quais, o professor utiliza quase que exclusivamente o método expositivo. Segundo Krasilchik (2004), o modelo expositivo muitas vezes reduz a motivação dos alunos, diminui a atenção e prejudica o processo de aprendizagem. Neste sentido, o uso de metodologias alternativas de ensino, tais como os jogos didáticos, torna-se a importante em função de todas as vantagens supra-citadas na aprendizagem dos discentes.

Visando atender a demanda por metodologias alternativas estamos propondo um jogo lúdico que deverá facilitar o aprendizado e a assimilação de conceitos chave dos códons utilizados processo de tradução, tais como: códon, anticódon, códon degenerado e stop códon. O objetivo da proposta é apresentar um jogo lúdico elaborado pelos autores para facilitar o ensino do tema de código genético na disciplina de Genética aos alunos do ensino superior.

## 2. Materiais e Métodos

O material didático, foi elaborado dentro do projeto de extensão “Popularização da Genética”, na Universidade Federal de Alfenas (Unifal - MG), sob a orientação e supervisão da coordenadora do projeto Profa Dra Marines Marli Gniech Karasawa. O material do presente trabalho, que aborda um bingo com temática sobre o código genético, foi elaborado com base em relatos prévios, obtidos de uma proposta pedagógica de natureza didática qualitativa (Ferreira et al., 2010), originalmente concebida sobre cruzamentos mendelianos denominado “Bingo das Ervilhas”. No quadro abaixo, estão dispostos o objetivo, os conteúdos e as habilidades que a proposta educacional permite ser trabalhada aos alunos.

**Quadro 1.** Objetivo, conteúdos e as habilidades que a proposta educacional permite ser trabalhada aos discentes.

<b>Competências</b>	<b>Descrição</b>
Objetivo	Proposta de um jogo para facilitar o ensino do tema de código genético dentro da disciplina de Genética.
Conteúdos abordados	Genética (Código genético), Química e Bioquímica (aminoácidos, proteínas, pH, polaridade, etc).
Habilidades	Desenvolver a capacidade de aprendizado do aluno, mediante o uso de atividades lúdicas, permitindo ainda a tomada de decisões e o convívio em grupo.

Fonte: Autores (2021).

### 2.1 Materiais necessários

Abaixo, estão dispostos os materiais necessários para execução da atividade lúdica proposta. O professor deverá imprimir o material e disponibilizar aos alunos.

**Figura 1.** Exemplo de cartela do bingo (Imprimir e recortar). Fica a cargo do professor, elaborar diversas cartelas como essa, variando a sua composição no que tange ao nome dos aminoácidos, a sequência de DNA, de RNA (códon) ou os termos ligados ao assunto do código genético.

<b>Fen</b>	<b>Gli</b>	<b>Met</b>	<b>Termo: tRNA</b>
<b>Ala</b>	<b>RNA: AGU</b>	<b>RNA: CUU</b>	<b>DNA: AAA</b>
<b>Termo: Anticódon</b>	<b>RNA: GGA</b>	<b>DNA: CGT</b>	<b>RNA: ACC</b>
<b>Trp</b>	<b>RNA: GCC</b>	<b>DNA: ACT</b>	<b>Cis</b>





Fonte: Autores (2021).

**Figura 2.** Tabela do código genético (Imprimir e recortar).

		Second Base						
		U	C	A	G			
First Base	U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	U	Third Base	
		UUC } Phe	UCC } Ser	UAC } Tyr	UGC } Cys			C
		UUA } Leu	UCA } Ser	UAA } STOP	UGA } STOP			A
		UUG } Leu	UCG } Ser	UAG } STOP	UGG } Trp			G
	C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U		
		CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg	C		
		CUA } Leu	CCA } Pro	CAA } Gln	CGA } Arg	A		
		CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Gln	CGG } Arg	G		
	A	AUU } Ile	ACU } Thr	AAU } Asn	AGU } Ser	U		
		AUC } Ile	ACC } Thr	AAC } Asn	AGC } Ser	C		
		AUA } Ile	ACA } Thr	AAA } Lys	AGA } Arg	A		
		AUG } Met or Start	ACG } Thr	AAG } Lys	AGG } Arg	G		
	G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	U		
		GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gly	C		
		GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Glu	GGA } Gly	A		
		GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gly	G		

Fonte: Wikimedia Commons (2021a). CC BY-SA 4.0. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/Genetic\\_Code.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/Genetic_Code.png)

**Figura 3.** Tabela dos aminoácidos com suas respectivas estruturas moleculares e informações químicas. (Imprimir e recortar).

$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ (\text{CH}_2)_3 \\   \\ \text{NH} \\   \\ \text{C}=\text{NH}_2 \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Arginina (Arg / R)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Glutamina (Gln / Q)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ <p>Fenilalanina (Phe / F)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\   \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Tirosina (Tyr / Y)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2 \end{array}$ <p>Triptófano (Trp, W)</p>	<p> Aminoácidos no polares o hidrofóbicos</p> <p> Aminoácidos polares sin carga</p> <p> Aminoácidos con carga negativa</p> <p> Aminoácidos con carga positiva</p>
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ (\text{CH}_2)_4 \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Lisina (Lys / K)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{H} \end{array}$ <p>Glicina (Gly / G)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Alanina (Ala / A)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_3\text{H}_3\text{N}_2 \end{array}$ <p>Histidina (His / H)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Serina (Ser / S)</p>	
$\begin{array}{c} \text{H}_2 \\   \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\   \quad \quad   \\ \text{H}_2\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \text{O}^- \end{array}$ <p>Prolina (Pro / P)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COOH} \end{array}$ <p>Ácido glutâmico (Glu / E)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COOH} \end{array}$ <p>Ácido aspártico (Asp / D)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Treonina (Thr / T)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}$ <p>Cisteína (Cys / C)</p>	
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Metionina (Met / M)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Leucina (Leu / L)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Asparagina (Asn / N)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{HC}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Isoleucina (Ile / I)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{C} \\   \quad \quad   \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Valina (Val / V)</p>	

Fonte: Wikimedia Commons (2021b). CC BY-SA 3.0. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/Aminoacidos-tabla.jpg>.

**Figura 4.** (Imprimir e recortar cada retângulo). Possibilidades de sorteio e leitura para os alunos participantes da atividade. As possibilidades são: sequências de DNA, códons de mRNA e termos ligados ao assunto do código genético.

<b>TABELA PARA SORTEIO DO PROFESSOR AOS ALUNOS</b>			
DNA: AAA RNA: UUU Aminoácido: Fen	DNA: AGA RNA: UCU Aminoácido: Ser	DNA: ATA RNA: UAU Aminoácido: Tir	DNA: ACA RNA: UGU Aminoácido: Cis
DNA: AAG RNA: UUC Aminoácido: Fen	DNA: AGG RNA: UCC Aminoácido: Ser	DNA: ATG RNA: UAC Aminoácido: Tir	DNA: ACG RNA: UGC Aminoácido: Cis
DNA: AAT RNA: UUA Aminoácido: Leu	DNA: AGC RNA: UCA Aminoácido: Ser	DNA: ATT RNA: UAA Aminoácido: Fim	DNA: ACT RNA: UGA Aminoácido: Fim
DNA: AAC RNA: UUG Aminoácido: Leu	DNA: AGC RNA: UCG Aminoácido: Ser	DNA: ATC RNA: UAG Aminoácido: Fim	DNA: ACC RNA: UGG Aminoácido: Trp
DNA: GAA RNA: CUU Aminoácido: Leu	DNA: GGA RNA: CCU Aminoácido: Pro	DNA: GTA RNA: CAU Aminoácido: His	DNA: GCA RNA: CGU Aminoácido: Arg
DNA: GAG RNA: CUC Aminoácido: Leu	DNA: GGG RNA: CCC Aminoácido: Pro	DNA: GTG RNA: CAC Aminoácido: His	DNA: GCG RNA: CGC Aminoácido: Arg
DNA: GAT RNA: CUA Aminoácido: Leu	DNA: GGT RNA: CCA Aminoácido: Pro	DNA: GTT RNA: CAA Aminoácido: Gln	DNA: GCT RNA: CGA Aminoácido: Arg
DNA: GAC RNA: CUG Aminoácido: Leu	DNA: GGC RNA: CCG Aminoácido: Pro	DNA: GTC RNA: CAG Aminoácido: Gln	DNA: GCC RNA: CGG Aminoácido: Arg
DNA: TAA RNA: AUU Aminoácido: Ile	DNA: TGA RNA: ACU Aminoácido: Tre	DNA: TTA RNA: AAU Aminoácido: Asn	DNA: TCA RNA: AGU Aminoácido: Ser
DNA: TAG RNA: AUC Aminoácido: Ile	DNA: TGG RNA: ACC Aminoácido: Tre	DNA: TTG RNA: AAC Aminoácido: Asn	DNA: TCG RNA: AGC Aminoácido: Ser
DNA: TAT RNA: AUA Aminoácido: Ile	DNA: TGT RNA: ACA Aminoácido: Tre	DNA: TTT RNA: AAA Aminoácido: Lis	DNA: TCT RNA: AGA Aminoácido: Arg
DNA: TAC RNA: AUG Aminoácido: Met	DNA: TGC RNA: ACG Aminoácido: Tre	DNA: TTC RNA: AAG Aminoácido: Lis	DNA: TCC RNA: AGG Aminoácido: Arg
DNA: CAA RNA: GUU Aminoácido: Val	DNA: CGA RNA: GCU Aminoácido: Ala	DNA: CTA RNA: GAU Aminoácido: Asp	DNA: CCA RNA: GGU Aminoácido: Gli
DNA: CAG RNA: GUC Aminoácido: Val	DNA: CGG RNA: GCC Aminoácido: Ala	DNA: CTG RNA: GAC Aminoácido: Asp	DNA: CCG RNA: GGC Aminoácido: Gli
DNA: CAT RNA: GUA Aminoácido: Val	DNA: CGT RNA: GCA Aminoácido: Ala	DNA: CTT RNA: GAA Aminoácido: Glu	DNA: CCT RNA: GGA Aminoácido: Gli
DNA: CAC RNA: GUG Aminoácido: Val	DNA: CGC RNA: GCG Aminoácido: Ala	DNA: CTC RNA: GAG Aminoácido: Glu	DNA: CCC RNA: GGG Aminoácido: Gli
Termo: Códon	Termo: Anticódon	Termo: Códon degenerado	Termo: Aminoacil-tRNA sintetase
Termo: Códon de parada	Termo: mRNA	Termo: tRNA	Termo: rRNA

Fonte: Tabela elaborada com base em Grffiths et al. (2016), com modificações dos autores.

**Figura 5.** Perguntas mistério: (Imprimir e recortar). Nesta parte, encontram-se seis perguntas propostas para o grupo que primeiro conseguir marcar na horizontal ou na vertical a cartela do bingo. Caso deseje, o professor poderá elaborar mais questões sobre a temática proposta.

<p><b>Questão mistério 1: O que é o RNA ribossômico (rRNA)? Cite sua principal função.</b></p> <p><b>Resposta:</b> É o componente primário dos ribossomos, sua principal função é auxiliar no processo da tradução polipeptídica.</p>	<p><b>Questão mistério 2: O que é um RNA transportador (tRNA)? Cite sua principal função.</b></p> <p><b>Resposta:</b> O RNA transportador é uma classe de RNA que têm como principal função o de transportar os aminoácidos que farão parte da proteína formada no processo de síntese proteica.</p>
<p><b>Questão mistério 3: Defina o termo, anticódon e cite um exemplo.</b></p> <p><b>Resposta:</b> um anticódon é a sequência existente no RNA mensageiro (mRNA) que é complementar a trinca do tRNA, Exemplo: anticódon AAU (códon TTA corresponde a asparagina).</p>	<p><b>Questão mistério 4: Porque o código genético é dito como degenerado?</b></p> <p><b>Resposta:</b> O código genético é degenerado porque existem vários códons codificando o mesmo aminoácido.</p>
<p><b>Questão mistério 5: Qual a relação entre a fita de DNA sense e a fita de mRNA?</b></p> <p><b>Resposta:</b> A relação existente entre a fita de DNA sense e o mRNA é que uma é o complemento da outra e vice-versa.</p>	<p><b>Questão mistério 6: Defina o termo “códon de parada”. Qual a sua implicação no processo da tradução polipeptídica?</b></p> <p><b>Resposta:</b> São códons que não codificam aminoácidos e indicam o término da tradução implicando com isso o fim da síntese protéica.</p>

Fonte: Autores (2021).

## 2.2 Preparo da atividade lúdica

Inicialmente o professor deverá formar grupos de até 4 alunos e para cada grupo deverá entregar impresso uma cartela do bingo (exemplo de preenchimento, Figura 1), uma tabela do código genético (Figura 2), e a tabela da Figura 3, contendo informações ligadas as particularidades dos aminoácidos, como grupamentos funcionais, ligações químicas, polaridade, apolaridade, pH e carga elétrica. Na Figura 4, o professor terá disponível, todas as possibilidades de sorteio da atividade, (tanto as sequências de DNA, de RNA, os aminoácidos e termos relacionados ao assunto sobre código genético). Assim, o professor deverá imprimir essa Figura, recortar todos os retângulos, realizando os sorteios, que deverão ser lidos em voz alta perante toda a turma ao decorrer da atividade. Na Figura 5, estão dispostas as perguntas mistério, que deverá ser sorteada pelo professor e respondida corretamente pela equipe que primeiro marcar uma coluna inteira na horizontal ou na vertical, na cartela do bingo

Como objetivo do jogo, o grupo que conseguir formar uma sequência inteira na cartela do bingo tanto na horizontal, como na vertical, respondendo corretamente a pergunta mistério vence o jogo. Caso o grupo responder incorretamente, ele terá a chance de uma nova pergunta. Se o grupo errar a resposta novamente ele perde a jogada e o jogo segue uma nova rodada até que uma nova equipe, marque o bingo, terminando com uma nova pergunta mistério sorteada e corretamente respondida.

### 2.3 Regras, jogabilidade e abordagens do jogo

Após os alunos receberem os materiais da atividade e o professor explicar sobre o tema do código genético na aula teórica, o professor deverá explicar a funcionalidade da tabela do código genético (Figura 2).

O jogo começa com o professor sorteando a primeira sequência e lendo em voz alta para os alunos. Aqui o professor terá algumas possibilidades, como: ler apenas o nome do aminoácido, ler a sequência do triplet de DNA, ler o códon de mRNA, ou por fim, efetuar a leitura de termos relacionados ao assunto sobre o código genético (disposto na tabela da Figura 4). Se o professor sortear e ler a sequência do triplet de DNA, os alunos terão que descobrir qual será o aminoácido correspondente. Para isso, os alunos terão que aplicar o conhecimento de complementariedade de bases descobrindo o códon e por fim, consultando a tabela do código genético (disponibilizada na Figura 2), irão descobrir o aminoácido correspondente. Outra possibilidade mais direta, é o professor sortear e ler a sequência de um códon (trincas de bases encontradas no mRNA), dessa maneira, os alunos terão que consultar a tabela do código genético para descobrir o aminoácido codificado por essa sequência. Outra parte importante do jogo são os termos ligados ao assunto do código genético que o professor poderá sortear aos alunos, para marcação na cartela do bingo. Esses termos como, códon, anticódon, mRNA, tRNA, aminoacil-tRNA sintetase, códon degenerado e etc, são conceitos abstratos e de difícil assimilação. Com o intermédio da atividade proposta, o professor poderá explicá-los novamente, assegurando aos alunos uma melhor compreensão dos termos ligados ao tema código genético. Assim, se na cartela do bingo, estiver presente uma sequência de DNA ou, um códon de mRNA, ou algum termo associado ao tópico do código genético, sorteado pelo professor, o grupo marcará um X. O professor dará prosseguimento aos sorteios. O grupo que marcar uma sequência inteira na cartela (quatro espaços consecutivos) na horizontal ou vertical, terão marcado o bingo do código genético. Nesta etapa, os integrantes da equipe deverão comunicar o professor e irão responder a uma questão final, denominada de mistério (Figura 5). O professor irá sortear a pergunta e ler em voz alta para toda a classe e o grupo que marcou o bingo, deverá respondê-la corretamente. Por fim, o grupo que completar a tabela na horizontal ou vertical e responder corretamente a pergunta mistério vence o jogo.

Esta atividade permite que o aluno memorize conceitos que vão além da genética, pois quando os alunos descobrirem qual foi o aminoácido sorteado, o professor poderá utilizar a Tabela de estruturas moleculares dos aminoácidos (Figura 3) para discutir os conceitos sobre as diferenças estruturais, os grupamentos funcionais, ligações químicas, polaridade, apolaridade, pH e carga elétrica de cada aminoácido, importância das proteínas e enzimas nos sistemas biológicos que são assuntos ligados as disciplinas de química geral e bioquímica,. Outro aspecto relevante proposto por esta atividade são os conceitos ligados aos aminoácidos essenciais e não essenciais. Nesta ótica, poderão ser abordados conceitos relacionados ao tema do curso que a turma frequenta, por exemplo, se forem da área da agricultura poderá buscar um exemplo para a área vegetal enquanto se forem da saúde poderão ser feitas abordagens sobre dieta e nutrição, como exemplificado na situação abaixo:

A sequência foi sorteada e o professor leu para a turma o triplet de DNA (GCA). Os alunos utilizaram o conhecimento das aulas teóricas para obterem a complementariedade de bases e descobrir o códon correspondente (mRNA), sendo a sequência denominada CGU. Em seguida, os alunos consultam a tabela do código genético (Figura 2), e descobrem que o aminoácido correspondente é a Arginina (Arg). Nesta etapa, o professor também pode sugerir que os alunos, consultem a Tabela de aminoácidos contendo as respectivas estruturas moleculares e informações químicas (Figura 3). Assim, a Arginina possui uma cadeia lateral básica que é carregada por elementos positivos em sua constituição, formando por seis átomos de carbono, quatro átomos de nitrogênio, dois átomos de oxigênio e catorze átomos de hidrogênio, com fórmula química,  $C_6H_{14}N_4O_2$ , e possui o grupamento amina ( $NH_2$ ), a carboxila ( $-COOH$ ), a guanidina e o grupo alquila como sendo seus grupos químicos funcionais.

O professor poderá, ainda, realizar uma discussão e problematização a respeito da classificação dos aminoácidos em: essenciais, não essenciais ou condicionalmente essenciais para a dieta humana. Os aminoácidos essenciais, ou indispensáveis,



são aqueles que o organismo humano não consegue sintetizar. Assim, devem ser obrigatoriamente ingeridos através de alimentos, pois de outro modo, pode ocorrer desnutrição (Food Ingredients Brasil, 2014). Os aminoácidos não essenciais, ou dispensáveis, são aqueles que o organismo humano consegue sintetizar a partir dos alimentos ingeridos (Food Ingredients Brasil, 2014). Por fim, existem os aminoácidos condicionalmente essenciais, ou seja, são aqueles que o corpo pode sintetizá-los quando em determinada idade ou em condições patológicas. Assim, a Arginina é classificada como um aminoácido condicionalmente essencial. No entanto, deve ser alertado que, o seu acúmulo no organismo poderá ocasionar doenças ósseas e produzir problemas de pele, podendo até mesmo causar resistência à insulina (Barbosa, 2010).

Outra parte importante do jogo são os termos ligados ao assunto do código genético que o professor poderá sortear aos alunos, para marcação na cartela do bingo. Esses termos como, códon, anticódon, mRNA, tRNA, aminoacil-tRNA sintetase, códon degenerado e outros co-relatos, são muito abstratos e de difícil assimilação. Utilizando a atividade proposta, o professor poderá explicar novamente os termos onde perceber dificuldade, assegurando que os alunos assimilem o conteúdo de modo mais efetivo.

### 3. Resultados Esperados e Discussão

Na literatura, Ferreira et al. (2010), elaboraram um material didático, baseado em um bingo, denominado "Bingo das Ervilhas", como proposta para facilitar a contextualização pelos alunos no que tange a conceitos ligados, as Leis de Mendel e os respectivos cruzamentos das características em ervilha. Segundo os autores, o jogo proposto utiliza-se de materiais simples e de baixo custo, e possui um papel importante no que diz respeito a uma aula expositiva prática, tornando mais fácil a memorização, bem como o raciocínio dos alunos nos cruzamentos propostos. (Ferreira et al., 2010).

Campos Junior et al. (2010) verificaram que o uso de um jogo de Dominós, por eles desenvolvido facilitou a demonstração e aumentou significativamente a aprendizagem de conceitos relacionados a mutações cromossômicas estruturais em turmas de disciplina de Genética do ensino superior, Brão & Pereira (2015), elaboraram um jogo denominado de Bitecnética composto por 84 cartas visando relacionar cartas-conceito às cartas-tema tendo obtido como principal resultado um jogo aplicado que auxiliou no ensino e na aprendizagem da disciplina de genética.

Com base nos resultados obtidos pelos autores supra-citados, a nossa expectativa é que esta atividade traga resultados semelhantes, facilite a aprendizagem e instigue a interdisciplinaridade dos alunos na temática do jogo.

Como alternativa de ensino, a atividade aqui proposta resgata de maneira lúdica o aprendizado, facilitando a assimilação de conceitos chave, tais como: códon, anticódon, códon degenerado e stop códon. Outro aspecto positivo da atividade é o uso da tabela do código genético (Figura 2) que deverá fazer parte de uma explicação prévia do professor, servindo de apoio para a interdisciplinaridade entre áreas diferentes das ciências biológicas. Na Figura 3, a tabela disponibilizada contém as estruturas moleculares dos aminoácidos que poderá ser utilizado pelo docente para dar enfoque aos aminoácidos direcionando a conceitos de bioquímica básica e até mesmo na disciplina de Química. Na Figura 5 está disponibilizada a tabela das estruturas moleculares dos aminoácidos que poderá ser abordada pelo professor com um enfoque aos aminoácidos direcionado a conceitos de Bioquímica básica e até mesmo na disciplina de Química Geral. Por fim, outra potencialidade da atividade proposta é o trabalho em equipe, o que de acordo com Gniech Karasawa (2021) promove uma maior interação e cooperação entre os alunos.

Espera-se que a abordagem conjunta de discussões e diálogos durante o jogo desperte maior interesse dos alunos melhorando a compreensão do tema ensinado na teoria e desenvolva o espírito de cooperação e aumentando a interação entre os discentes dentro de sala de aula. Somado a isso, a atividade deve desmistificar o conceito de que a genética é uma área complexa, permitindo ao docente trabalhar o conteúdo de uma forma inovadora, pois a nossa proposta permite abordar tópicos correlatos pertencentes as áreas da Química e Bioquímica, tais como: polaridade dos aminoácidos, proteínas, enzimas, entre

outros.

#### 4. Considerações Finais

O material proposto corresponde a uma atividade lúdica atrativa que deverá servir de meio facilitador da aprendizagem dos alunos tornando a aula mais cativante e interativa.

Como perspectivas futuras, o docente poderá propor aos alunos outras atividades lúdicas, utilizando materiais simples e de baixo custo relacionados a outras áreas da Genética, como por exemplo trabalhos de montagem da molécula de DNA, conforme proposta por Gniech Karasawa (2021) e o jogo sobre Mutações e Síndromes Genéticas (Gonçalves & Gniech Karasawa, 2021) para aumentar o processo de aprendizagem de temas complexos.

#### Agradecimentos

À Pró reitoria de extensão (PROEXT), à Universidade Federal de Alfenas (Unifal - MG) pelo apoio ao projeto de extensão “Popularizando a Genética”, coordenado pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marines Marli Gniech Karasawa e a toda a equipe que fez parte deste projeto. Também são dignos de agradecimento, os revisores pelas sugestões e preciosas contribuições.

#### Referências

- Barbosa, T. C. (2010). *Bases moleculares do efeito da suplementação crônica com arginina sobre a sensibilidade à insulina: Repercussões os Tecidos Muscular Esquelético, Adiposo, Hepático e sobre a secreção da Insulina*. Tese em Fisiologia e Biofísica. Universidade de São Paulo.
- Brão, A. F. S., & Pereira, A. M. T. B. (2015). Biotecnética: Possibilidades do jogo no ensino de genética. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 55-76.
- Campos Junior, E. O., Pereira, B. B., Luiz, D. P., Moreira-Neto, J. F., Arantes, C. A., Bonetti, A. M. & Kerr, W. E. (2010). Dominó de mutações cromossômicas estruturais. *Revista Genética na Escola*. 5(2), 30-33.
- Da Silva, J. C. S., & Bianco, G. (2020). Jogos didáticos: a formação educativa através de uma aprendizagem significativa e um currículo adaptado por projetos. *Research, Society and Development*, 9(9), 1-17, 2020.
- Ferreira, F. E., Celeste, J. L. L., Santos, M. C., Marques, E. C. R., Valadares, B. L. B. & Oliveira, M. S. (2010). “Cruzamentos Mendelianos”: O Bingo das Ervilhas. *Revista Genética na Escola*. 5(1), 5-12.
- Food Ingredients Brasil (2014). Os aminoácidos e o sabor. *Revista Food Ingredients Brasil*, 31. 2014. 70-76.
- Gniech Karasawa, M. M. G. (2021). Criação e uso de modelo didático da molécula de DNA com materiais de baixo custo. *Research, Society and Development*. 10(8), 1-11. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17383/15584>
- Gonçalves, T. M. (2021). A guerra imunológica das células contra os patógenos: a proposta de um modelo didático tridimensional de baixo custo para simulação da resposta imune celular mediada por linfócitos TCD8<sup>+</sup>. *Brazilian Journal of Development*. 7(1), 4854-4860. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-329>
- Gonçalves, T. M. & Gniech Karasawa, M. M. G. (2021). “MUTA-AÇÃO: A proposta de um jogo lúdico sobre mutações e síndromes genéticas nas disciplinas de biologia molecular e genética clássica. *Revista Arquivos do Mudi*, 25(1), 44-45. <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/56371>
- Griffiths, A.J.S., Wessler, S.R., Carol, S.B., Doebley, J. (2016). *Introdução a genética*. 11ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Jann, P. N., & Leite, M. F. (2010). Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. *Ciências & Cognição*, 15(1), 282-293.
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de Ensino de Biologia*. Edusp, São Paulo, 199p.
- Martins, L. A. P., & Prestes, M. E. B. (2016). Mendel e depois de Mendel. *Revista Genética na escola*. 11(2), 244-249.
- Pierce, B. A. (2016). *Genética essencial: conceitos e conexões*. 5ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 505p.
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2015). *Biologia de Campbell*. 10ª ed, Porto Alegre: Artmed, 1442p.
- Santos, C. R. M., & Silva, P. R. Q. (2011). A utilização do lúdico para a aprendizagem do conteúdo de genética. *Universitas Humanas Brasília*, 8(2), 119-144.
- Santos, J. A. C., Lima, J. R., Da Silva, A. P. B., Melo, R. K. F., Da Silva, V. A., Da Silva, J. M., Da Silva, M. A., Rohde, C., & Garcia, J. E. (2021). Molécula Imobiliária para o ensino de Genética. *Research, Society and Development*, 10(4), 1-16.
- Silva-Pires, F. E. S., Trajano, V. S., & Araújo-Jorge, T. C. (2020). A teoria da aprendizagem significativa e o jogo. *Revista Educação em Questão*, 58(57), 1-21.

Snustad, D. P., & Simmons, M. J. (2013). *Fundamentos de Genética*. 6ª edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 739p.

Wikimedia Commons (2021a). *Tabela Código Genético*. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Genetic\\_Code.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Genetic_Code.png)  
Acesso em: 20 de junho de 2021.

Wikimedia Commons (2021b). *Tabela de aminoácidos*. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/Aminoacidos-tabla.jpg>