

## Um jogo educativo para o ensino do código genético de forma lúdica

Juliana Yuri Kanezaki de Souza, André Barbosa da Vitória, Mariella Berger Andrade, Sérgio Nery Simões

Departamento de Informática  
Instituto Federal do Espírito Santo  
Serra, Espírito Santo, Brasil

julianakanezaki@gmail.com, andre\_davitoria@hotmail.com, mariellaberger@gmail.com, sergionery@gmail.com.

**Resumo**—Na sociedade atual, o uso de dispositivos móveis na educação tem se tornado frequente. Uma das estratégias do m-learning utilizadas para motivar os alunos a estudarem fora da sala de aula é o uso de jogos digitais e, por conta disso, o desenvolvimento de jogos educativos tem crescido. No trabalho de Vitória, Souza e Andrade é apresentado o jogo *Amigoácido*, que aplica algumas técnicas de gamificação para auxiliar estudantes do ensino médio no aprendizado do código genético de forma lúdica e divertida. O propósito deste trabalho é desenvolver e apresentar o jogo “Amigoácido”, numa perspectiva móvel utilizando o gênero *Clicker game* como estratégia para aumentar o engajamento dos alunos na atividade proposta. Inicialmente, pesquisamos os conteúdos mais relevantes sobre biologia molecular para estudantes do ensino médio e constatamos a importância do conteúdo relativo ao código genético. Posteriormente, desenvolvemos um jogo seguindo a metodologia proposta por Jeannie Novak. Por fim, realizamos uma avaliação do jogo com professores de biologia por meio de um questionário. Segundo os professores, o jogo proposto está compatível com o perfil que um aluno do ensino médio exige. Dessa forma, o jogo pode ser inserido no processo de ensino-aprendizagem a fim de estimular a curiosidade do aluno sobre a biologia e motivá-los a estudar dentro e fora da sala de aula.

**Keywords**—*Jogo Educativo; Informática na Educação; Aprendizagem móvel; Biologia molecular; Aminoácidos;*

### I. INTRODUÇÃO

Savi e Ulbricht [1] afirmam que os alunos acostumados com o dinamismo das buscas feitas na internet, com a velocidade das mensagens instantâneas e com a versatilidade do telefone celular, encontram, na sala de aula, um ambiente muitas vezes desestimulante, com aulas monótonas e pouco inovadoras. Nesse sentido, Fonseca [2] diz que os estudos voltados para a compreensão sobre a utilização das TIC em diversas áreas, como na Educação, tem crescido e destaca a ascensão dos dispositivos comunicacionais móveis. Esses dispositivos refletem um conjunto de alternativas que podem ser abordadas para a aprendizagem, denominada de Aprendizagem Móvel.

Segundo Traxler e Kukulska-Hulme [3], a aprendizagem móvel está preocupada com a mobilidade do aluno, no sentido de que o aluno deve ser capaz de realizar atividades educacionais sem as limitações de um espaço físico. De acordo com Fonseca [2] o telefone celular é o dispositivo mais popular e acessível dentre os diversos dispositivos que dão suporte ao m-learning. Por ser um aparelho comum, seu uso não requer o investimento financeiro de instituições de ensino. Sendo assim, o

telefone celular se mostra como uma ferramenta disponível e que pode facilmente ser incorporada como objeto de aprendizagem.

Junto da ascensão dos dispositivos móveis a utilização de jogos digitais em tais dispositivos também cresceu. Kirriemuir e McFarlane [4] apontam que cada vez mais pesquisadores e professores demonstram interesse em descobrir de que formas os jogos digitais podem ser usados como recursos para apoiar a aprendizagem e quais são os seus benefícios. Calisto, Barbosa e Silva [5] acreditam que os jogos educativos exercem uma grande influência na aprendizagem, visto que são ambientes capazes de manipular grandes informações e representá-las de maneiras diversas. Além disso, o jogo educativo irá estimular a atenção dos alunos e simultaneamente motivá-los através de atividades de competição e cooperação, principalmente pela capacidade dos jogos em engajar e promover o interesse do aluno em atividades educativas.

Clua e Bittencourt [6] identificaram que o maior desafio dos jogos com propósitos educacionais é oferecer ao jogador um ambiente imersivo, no qual o aluno sinta vontade de permanecer, explorar e aprender da mesma forma que o fazem em jogos digitais comerciais. Por essas razões, segundo Fardo [7] a gamificação se depara com uma área bastante fértil para a sua aplicação. Encontra na Educação indivíduos que levam consigo muitas aprendizagens provenientes das interações com os games. Encontra, também, uma área que demanda estratégias inovadoras para dar conta dos indivíduos que cada vez estão mais inseridos no contexto das mídias e das tecnologias digitais e que demonstram indiferença pelos métodos passivos de ensino e aprendizagem utilizados na maioria das escolas.

Nesse contexto, a gamificação se torna uma excelente estratégia para motivar o aluno a executar atividades com propósitos educacionais. Rice [8] define gamificação como a aplicação de elementos presentes em jogos em ambientes no qual estas características não estão presentes naturalmente. Além disso, o termo gamificação consiste na aplicação de mecânicas, estéticas e lógicas presentes em jogos para engajar pessoas, motivar ações, promover o aprendizado e resolver problemas.

Dessa forma, o propósito deste trabalho foi desenvolver um jogo educativo para dispositivos móveis utilizando as mecânicas do gênero *Clicker game* aliado às técnicas de gamificação e a temática proposta no trabalho apresentado por Vitória, Souza e Andrade [9]. O jogo da pesquisa em questão não foi desenvolvido pensando em dispositivos

móveis e nem foi validado por professores da área. Por essa razão, ao final do desenvolvimento, o jogo foi testado e validado por profissionais de Biologia. Esse jogo visa favorecer a criação de um ambiente mais estimulante para os alunos familiarizados com as novas tecnologias e, promover a aprendizagem do conteúdo abordado no jogo dentro e fora da sala de aula.

## II. O JOGO

### A. Temática

Neste presente trabalho foi desenvolvido um jogo para apoiar os estudantes no ensino de biologia molecular, mais especificamente ajudar na compreensão do código genético. De forma, o jogador deve usar todos os seus conhecimentos adquiridos em sala de aula para manter o equilíbrio da célula e garantir seu funcionamento normal. Além disso, deve descobrir quais as estranhas criaturas que lá habitam. Segundo Lima [10] a biologia molecular é a área da Biologia que foca essencialmente na base de todos os organismos, os ácidos nucleicos, que compõem os DNAs e RNAs que posteriormente dão origem às proteínas. Em outras palavras, a biologia molecular busca estudar os organismos numa perspectiva molecular e está preocupada em compreender os processos de replicação, transcrição e tradução do material genético e a regulação destes processos.

Um processo fundamental da biologia molecular é conhecido como Dogma Central, esse dogma, segundo Watson et al. [11], diz que o DNA cromossômico funciona como molde para a síntese de moléculas de RNA, as quais, subsequentemente, se deslocam para o citoplasma e determinam a sequência dos aminoácidos nas proteínas. A síntese de DNA para RNA é chamada de transcrição. A síntese de RNA para proteína é chamada de tradução. O jogo Amigoácido é um jogo que se baseia no processo de síntese proteica, situado no processo de tradução que visa facilitar o aprendizado do tema exposto.

### B. Metodologia

Esse jogo foi desenvolvido com base no método de criação de jogos descritos por Novak [12]. Segundo esta metodologia, existem várias fases no processo de desenvolvimento de um jogo. Para o desenvolvimento desse projeto, realizamos algumas adaptações neste método de desenvolvimento. As fases adotadas estão representadas na Fig. 1. Acrescentamos uma nova fase de avaliação do jogo quanto instrumento de ensino, no qual profissionais de biologia testaram e avaliaram o jogo. As avaliações foram realizadas através de um questionário, no qual, foram levantadas questões sobre requisitos de usabilidade e pedagógicos, essas questões são fechadas com quatro níveis de resposta (Atende, Atende parcialmente, Não atende, Não se aplica).



Figura 1. Fases do Processo de Desenvolvimento de jogos Adaptado.

## III. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO JOGO

**Público Alvo:** Alunos do Ensino Médio.

**Gênero:** Single Player, Educativo e *Clicker game*<sup>1</sup>.

**Requisitos de software:** Android 4.1.2 ou superior.

**Link para download:** <http://bit.ly/Amigoacido-V3-2>

**Disciplinas Relacionadas:** Biologia, Química, Biologia Molecular, Bioquímica.

**Objetivos Educacionais:** Localizar a ocorrência da síntese proteica em uma célula eucariótica; identificar as estruturas e organelas envolvidas no processo da síntese proteica; compreender a estrutura de um aminoácido e a importância do seu papel biológico; estabelecer relações entre RNA, aminoácido e proteína de modo a compreender parte do dogma central da biologia.

**Justificativa de Uso:** O jogo pode ser instalado facilmente no celular do jogador, tornando-se de fácil acesso. Além disso, os assuntos abordados estão presentes no ensino médio.

**Conteúdos Trabalhados:** Papel biológico dos aminoácidos, estrutura dos aminoácidos, síntese de proteínas em células eucarióticas, estrutura do RNA, estrutura e organização da célula eucariótica, função das organelas celulares.

**Personagens:** Os personagens do jogo são os 20 aminoácidos. Cada um possui uma figura lúdica e uma estrutura molecular relacionada a ele. Dentro do jogo é possível obter informações sobre o aminoácido clicando no ícone dele na loja do jogo. Os cartões informativos são semelhantes à Fig. 2.



Figura 2. Cartão informativo do Aminoácido Asparagina.

### A. Mecânica

**Aquisição de Recursos:** Cada aminoácido produz uma quantidade de energia por segundo e além disso, cada vez que o jogador clica no personagem o aminoácido produz energia adicional.

**Aquisição de Personagens:** Para criar um aminoácido é preciso informar uma sequência de três nucleotídeos correspondente com o códon disponibilizado.

**Transações:** O jogo possui uma loja virtual, nela é possível comprar códons (pedaços de RNAm) e realizar o upgrade dos aminoácidos para aumentar a capacidade de produção.

um mecânico central do jogo, de forma a gerar recursos ou causar danos. [13]

<sup>1</sup> Segundo Alharthi, Alsaedi, Toups, Tanenbaum, Hammer *Clicker games* são jogos que envolvem clicar, deslizar, ou segurar o toque como

**Avaliação e Feedback:** O sistema de avaliação e feedback para o jogador acontece através da barra de estabilidade da célula. Ao realizar a tradução corretamente o valor da barra será aumentada em 5 pontos. Já se a tradução for diferente do esperado, o valor da barra de estabilidade será reduzido em 15 pontos. Quando a barra atingir valores menores que 15, a fábrica de aminoácidos será bloqueada e o jogador deve esperar 5 minutos para que a célula recupere sua estabilidade.

**Tutorial:** Quando o jogador entra no jogo pela primeira vez uma sequência de imagens é apresentada ensinando o jogador a mecânica do jogo. Esse tutorial pode ser revisto indo na aba de configurações e clicando no botão ‘Tutorial’.

**B. Funcionamento**

Na Fig. 3, temos o mapa do Jogo. A tela principal do jogo é composta por uma matriz (5x4) de aminoácidos, inicialmente os aminoácidos são representados pela sombra de seu personagem. À medida que o jogador for criando os aminoácidos, a figura lúdica e a estrutura molecular do personagem será revelada. Na parte superior da tela teremos a barra de estabilidade e a quantidade de energia do jogador. Na parte inferior temos 3 botões.

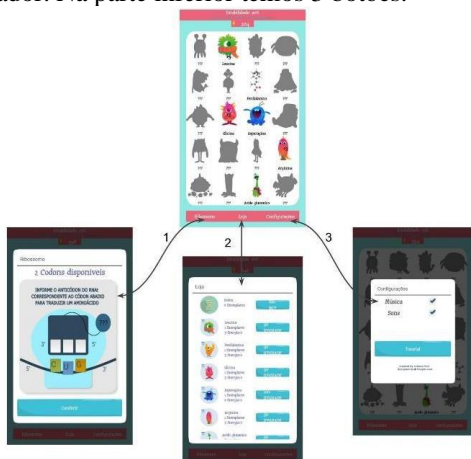


Figura 3. Fluxo das telas do jogo.

O primeiro botão leva o jogador à fábrica de aminoácidos chamada de Ribossomo, a fábrica recebeu esse nome para que o jogador relacione a tradução de aminoácidos à esta organela celular. Ao entrar no ribossomo algumas estruturas importantes na tradução, como o anticódon, códon, RNAm, RNAt e o aminoácido, são apresentadas ao jogador. Nesta tela, o jogador deve ler o códon e informar o anticódon correspondente. Se a sequência informada estiver correta um aminoácido será criado o segundo botão direciona o jogador à loja do jogo, nela é possível realizar as transações do jogo, visualizar a coleção de aminoácidos adquiridos até o momento e visualizar a ficha informativa de cada aminoácido. E por fim, o terceiro botão leva o jogador a tela de configurações, nesta tela é possível ligar/desligar a música/som e visualizar o tutorial sempre que necessário.

**IV. VALIDAÇÃO COM PROFESSORES**

Como forma de avaliar a proposta do jogo, convidamos quatro professores de biologia que atuam no ensino médio.

Para facilitar o processo de análise dos resultados dos questionários, foi atribuído uma nota para cada nível de resposta (Atende=3, Atende Parcialmente=2, Não Atende=1 e Não se Aplica=0), a nota final de cada requisito é representado pela média das notas de cada professor.

**A. Requisitos de Usabilidade**

Como é possível ver na Tabela 1, o jogo obteve uma boa avaliação em relação aos requisitos de usabilidade. O único requisito que recebeu uma nota ruim foi o item 7, que se refere a capacidade do jogo em promover a interação com outros usuários. Esse é um resultado já esperado, como dito anteriormente o jogo é de uso individual e não existe dentro do jogo a possibilidade de interação com outros jogadores. Portanto, os professores fizeram uma avaliação compatível com o esperado. Apesar de ser classificada como um jogo de uso individual, nada impede que o professor incentive os alunos a se juntarem em grupo para jogarem e dessa forma, promover a socialização e a interação entre os alunos.

TABELA I. AVALIAÇÃO DOS REQUISITOS DE USABILIDADE.

Pergunta	Nota
1. A linguagem é adequada ao público-alvo e ao nível de ensino a que se refere?	3
2. É atrativo, envolvendo e cativando o aluno em sua utilização.	3
3. São usadas múltiplas mídias (imagem, animações, vídeos, músicas, etc).	3
4. O tema é apresentado de forma lúdica e explora uma metáfora esclarecedora para o aluno.	3
5. Permite e incentiva a crescente autonomia e o envolvimento do aluno.	3
6. O aluno consegue interagir com o programa facilmente.	3
7. Existe interação com outros usuários.	1
8. Promove a criatividade (podem existir vários caminhos/respostas/soluções).	2,75
9. O tempo de cada ação é adequado. Existe a possibilidade de repetição. As etapas não são exaustivas.	3
10. As regras são coerentes e estão de acordo com o mundo imaginário proposto.	3
11. O nível de concentração exigido está de acordo com o público do jogo.	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

**B. Requisitos Pedagógicos**

De acordo com as notas obtidas na Tabela 2, o jogo de maneira geral, também recebeu uma boa avaliação nos requisitos pedagógicos. Nota-se, no entanto, que é preciso ajustar alguns pontos para melhorar a eficácia pedagógica. Pode-se incluir novos níveis no jogo a fim de aumentar o engajamento do aluno e após encontrar todos os aminoácidos uma nova fase poderia ser desbloqueada, nesta fase o jogador teria que encontrar os peptídeos e em sequência desbloquear a fase das proteínas. Outro ponto interessante seria a inclusão de recompensas ao atingir determinados marcos, por exemplo: ganhar emblemas ao encontrar dez vezes o mesmo aminoácido, ao encontrar todos os vinte aminoácidos e ao realizar upgrades. Além disso, deve-se encontrar uma maneira de fazer referência ao universo cotidiano dos alunos, em uma perspectiva de formação e de cidadania.

TABELA II. AVALIAÇÃO DOS REQUISITOS PEDAGÓGICOS

Pergunta	Nota
12. O conteúdo é coerente contextualizado com a área e o nível de ensino propostos.	3
13. O grau de dificuldade é variável, podendo ser definido pelo aluno ou passando de níveis de dificuldade menor para maiores, de acordo com os avanços obtidos.	2.5
14. Aborda os conteúdos de forma a facilitar o aprendizado.	2.75
15. Oferece feedbacks construtivos, permitindo ao aluno identificar claramente quando acertou e repensar suas ideias e estratégias quando não forem bem-sucedidas.	2.75
16. É dado algum incentivo ou premiação ao se atingir certos marcos, a fim de motivar o aluno.	2.5
17. Faz referência ao universo cotidiano dos alunos, em uma perspectiva de formação e de cidadania.	2.25

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

### C. Considerações Gerais

Um dos avaliadores levantou um ponto bastante relevante sobre a plataforma escolhida. Segundo o avaliador mesmo estando na era da computação móvel nem todos aderem ao uso do celular, por isso ele sugeriu que fosse trabalhado no desenvolvimento para que o jogo fosse compatível também com outras tecnologias e plataformas. Felizmente a tecnologia escolhida para o desenvolvimento do jogo, permite aproveitar o mesmo código fonte para a geração de aplicativos em diferentes plataformas. Dessa forma, é possível disponibilizar futuramente a aplicação para outras plataformas.

A mecânica do jogo pode ser facilmente reaproveitada para abordar conteúdos de outras disciplinas. O jogo poderia abordar os diferentes conceitos de cada disciplina específica. Dessa forma, ao invés de descobrir aminoácidos informados os nucleotídeos o jogador poderia descobrir os novos conceitos informando características típicas de cada um. Exemplos:

**Geografia:** identificação dos diferentes tipos de vegetações existentes informando clima, região, tipo de solo, fauna e flora.

**História:** identificação dos presidentes do Brasil informando o período político, a quantidade de vezes que o presidente foi reeleito e outras características peculiares do governo.

**Química:** identificação dos elementos da tabela periódica informando a massa atômica, grupo e período;

**Geometria:** identificação dos polígonos e diferentes forma geométricas informando número de lado e arestas.

### V. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi desenvolvido um jogo educativo que visa apoiar o desenvolvimento do aluno na disciplina de biologia molecular de forma lúdica. Além disso, o jogo desenvolvido foi avaliado por professores de biologia que atuam diretamente com o público-alvo do jogo, o ensino médio. O jogo proposto está disponibilizado gratuitamente no GitHub<sup>2</sup> beneficiando assim a sociedade em geral.

Através das avaliações dos professores foi possível verificar que o jogo possui um grande potencial enquanto instrumento educacional. Além disso, os professores

consideram que o jogo possui uma didática excelente e inovadora que dialoga diretamente com a atual geração tecnológica. Os resultados apresentados indicaram que o jogo é adequado para o público-alvo e está pronto para ser utilizado dentro da sala de aula como instrumento de ensino, e por possuir elementos que engajam o aluno na atividade, espera-se que os alunos continuem motivados a jogarem também fora da sala de aula.

Apesar de focar no ensino de biologia molecular, a mecânica do jogo também se demonstra eficiente quando aplicado em outros contextos por usar a gamificação como principal estratégia para promover a imersão do aluno na atividade educativa. Portanto considera-se que este trabalho tem um grande valor educacional.

Por fim, o aluno da geração atual necessita de estratégias inovadoras e cativantes, portanto o uso das tecnologias de informação e comunicação em sala de aula não deve se limitar a repetição dos métodos tradicionais de ensino, no qual o professor fala e o aluno apenas ouve. É necessário oferecer aos alunos um novo desafio didático, onde o aluno faça parte do processo, e neste contexto o Amigoácido se destaca por promover a ruptura deste paradigma e por incentivar as novas formas de ensinar e aprender.

### REFERÊNCIAS

- [1] A. B. da Vitória, J. Y. K. de Souza and M. B. Andrade. “Amigoácidos: uma proposta lúdica para o ensino de biologia molecular”. 2018.
- [2] J. Novak. “Game development essentials: an introduction.” Cengage Learning, 2011.
- [3] R. Savi and V. R. Ulbricht. “Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios”. *Renote*, v. 6, n. 1, 2008.
- [4] A. G. M. F. da Fonseca. “Aprendizagem, mobilidade e convergência: mobile learning com celulares e smartphones”. *Revista Mídia e Cotidiano*, v. 2, n. 2, p. 265-283, 2013.
- [5] A. Kukulka-Hulme and J. Traxler. “Mobile learning: A handbook for educators and trainers”. Psychology Press, 2005.
- [6] J. Kirriemuir, and A. Mcfarlane. “Literature review in games and learning”. 2004.
- [7] A. Calisto, D. Barbosa and C. Silva. “Uma análise comparativa entre jogos educativos visando a criação de um jogo para educação ambiental”. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. 2010.
- [8] E. W. G. Clua, and J. R. Bittencourt. “Uma nova concepção para a criação de jogos educativos”. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, v. 36, 2004.
- [9] M. L. Fardo. “A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem”. *RENTE*, v. 11, n. 1, 2013.
- [10] J.W. Rice. “The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education”. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, v. 4, n. 4, 2012.
- [11] Info Escola. *Biologia Molecular* | A. P. O. Lima. [Online]. Disponível: <<https://www.infoescola.com/biologia/biologia-molecular>>. Acessado em: 10 Jul. 2019.
- [12] J. D. Watson. et al. e. “Biologia molecular do gene”. Artmed Editora, 2015.
- [13] S. A. Alharthi and O. Alsaedi and Z. O. Toups and J. Tanenbaum and J. Hammer (2018, April). “Playing to wait: A taxonomy of idle games”. *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2018.

<sup>2</sup> <https://github.com/julianayuri/Amigoacido>.