

Superbactérias: um jogo educativo sobre o risco do uso inadequado de antibióticos

Guilherme Gomes Souza^{1,2}, Vítor Barcellos de Andrade^{1,2}, Geraldo Xexéo¹
Farmy Silva¹, Suellen de Oliveira^{3,4}

¹ LUDES - Programa de Engenharia de Sistemas e Computação
COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rua Moniz Aragão 360, CT - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

²Instituto de Computação
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Avenida Athos da Silveira Ramos, 274, CCMN - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

³Espaço Ciência Viva
Avenida Heitor Beltrão, 321, Tijuca, Rio de Janeiro - RJ - Brasil

⁴Fundação Oswaldo Cruz
Avenida Brasil, 4.365, Manguinhos, Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Resumo. O artigo apresenta "Superbactérias", um jogo educativo digital desenvolvido para sensibilizar sobre o risco de surgimento de superbactérias e a importância do uso responsável de antimicrobianos. Utilizando a ferramenta Unity e desenvolvido a partir de conceitos ligados ao modelo MDA de Game Design, o jogo simula a luta contra bactérias por meio de cartas de antimicrobianos. O jogo se destaca como uma ferramenta de aprendizado adaptável e versátil, reforçando a aplicação de métodos lúdicos na educação científica. Atualmente está em fase de desenvolvimento.

Abstract. The article introduces "Superbacteria", a digital educational game developed to raise awareness about the emergence of superbacteria and the importance of responsible antibiotic use. Using the Unity tool and developed based on concepts related to the MDA Game Design model, the game simulates the fight against bacteria through antimicrobial cards. The game stands out as an adaptable and versatile learning tool, reinforcing the application of playful methods in scientific education. Currently, it is in its development phase.

Keywords. Prototyping, Bacteria

1. Introdução

Milhões de pessoas morrem anualmente em todo o mundo devido às infecções por bactérias resistentes [BRASIL 2021]. A resistência bacteriana constitui um desafio global à saúde pública, que ameaça a nossa capacidade de tratar infecções [WHO 2021].

As bactérias que não respondem ao tratamento com nenhum antimicrobiano disponível são conhecidas como superbactérias. Elas podem surgir por mutações no processo de reprodução por divisão binária, onde ocorre a replicação do material genético. O uso de antimicrobianos exerce uma pressão seletiva sobre as bactérias, selecionando aquelas que possuem mecanismos de resistência. Bactérias sobreviventes se reproduzem e aumentam

a frequência de microrganismos resistentes na população. As bactérias também podem adquirir genes de resistência de outras bactérias, por meio da conjugação, transformação e transdução [CDC 2019].

Para desacelerar o processo de surgimento de superbactérias é preciso prevenir as infecções bacterianas e reduzir a exposição das bactérias aos antimicrobianos [CDC 2019], pois eles atuam como uma pressão seletiva, favorecendo a sobrevivência dos microrganismos com genes de resistência e, conseqüentemente, o surgimento de superbactérias, o que inviabiliza o tratamento de muitas infecções. Segundo a OMS, é urgente mudar os comportamentos relacionados ao uso de antibióticos [WHO 2021].

Portanto, é imprescindível que as próximas gerações tenham acesso a recursos educativos que possibilitem a construção de conhecimentos necessários para prevenir o surgimento de superbactérias [CDC 2019, WHO 2021].

Os jogos digitais, segundo a perspectiva pedagógica, são ferramentas eficazes para o ensino, pois são envolventes, fomentam o aprendizado ativo, proporcionam feedback imediato e permitem a personalização. A natureza lúdica dos jogos também pode incentivar a motivação dos alunos. Contudo, a eficácia destes como ferramentas educativas depende de aspectos como design do jogo, integração curricular e características dos estudantes [Prensky 2001].

Neste trabalho apresentaremos o Superbactéria, um jogo projetado para ensinar os estudantes do Ensino Médio sobre o processo de seleção de superbactérias. Assim, esperamos sensibilizá-los sobre a relevância do uso responsável dos antimicrobianos.

2. Trabalhos Correlatos

Existem outros trabalhos que propõem jogos digitais como ferramentas educacionais, como o proposto por [Brum and Damasceno 2022], que apresenta um jogo educativo para ensino de SQL, ou o proposto por [Henriques and Mandoju 2021], que apresenta um jogo educativo para auxiliar no ensino de pensamento computacional. Além disso, no trabalho apresentado por [Zhang et al. 2018], os autores propõem uma intervenção educacional em escolas para promover a construção de conhecimentos em crianças, adolescentes e seus pais e cuidadores sobre o uso racional de antimicrobianos.

3. Materiais e Métodos

O jogo foi desenvolvido com base nos princípios do modelo *Mechanics-Dynamics-Aesthetics* (MDA) [Hunicke et al. 2004] e do ENDO-GDC, um Game Design Canvas para jogos educacionais [Xexéo and Taucei 2021].

O modelo MDA é uma metodologia para analisar jogos por meio de três perspectivas distintas: mecânicas, dinâmicas e estéticas. Mecânicas são as ações, comportamentos, mecanismos e regras do jogo, e são manipuladas pelo designer. Dinâmicas são como os jogadores usam com as mecânicas possíveis para atingir os objetivos do jogo. Estéticas são as emoções, sensações e experiências que surgem na perspectiva do jogador [Hunicke et al. 2004].

Ao longo de todo o projeto, a conceituação do jogo foi mantida por meio do ENDO-GDC [Xexéo and Taucei 2021]. Esse canvas se propõe a registrar o modelo MDA

do jogo perante um contexto educacional. O uso dessa ferramenta viabilizou um foco permanente nos pontos pedagógicos que deveriam ser abordados no jogo.

A metodologia utilizada durante a produção do jogo foi a prototipagem evolutiva, apoiada pelo *Scrum*, uma metodologia ágil que funciona através de curtos ciclos de trabalho. Por fim, as ferramentas de desenvolvimento foram a Unity [Unity 2021] e o TableTop Simulator [Berserk Games 2021].

4. Processo de Desenvolvimento

Superbactérias tem origem em um jogo de cartas [Oliveira et al. 2021]. Durante a pandemia, para possibilitar o seu uso remoto, os autores elaboraram um *Power Point* interativo, sem aleatoriedade. A proposta desse projeto é criar um aplicativo que implemente o jogo de forma completa e proponha melhorias.

Em Superbactérias, o usuário é desafiado a combater as bactérias utilizando antimicrobianos. A cada rodada do jogo o jogador é desafiado com um conjunto de bactérias que possuem resistências a antimicrobianos, representadas por cores. O jogador deve então escolher um antimicrobiano para usar contra elas, o qual só funciona se não tiver uma cor que a bactéria possua. As bactérias passam então por eliminação, reprodução e mutação, podendo adquirir novas resistências. O jogo acaba se as bactérias são todas eliminadas ou se uma bactéria possui resistência a todos os antimicrobianos [Oliveira et al. 2021]. Apesar de construído sobre bases científicas sólidas, resistências e antibióticos são considerados de forma abstrata, não havendo ligação direta com bactérias ou antibióticos reais.

4.1. Utilizando o MDA para compreender a proposta do jogo original

O primeiro passo de desenvolvimento desta versão do jogo foi a análise das mecânicas, dinâmicas e estéticas do jogo original, seguindo o Modelo MDA Tabela 1.

Mecânicas	Dinâmicas	Estética
<ul style="list-style-type: none"> • Jogo em rodadas • Fases alternadas entre jogador e tabuleiro • Antimicrobianos aleatórios • Multiplicação das bactérias sobreviventes • Mutação das bactérias • Eliminação das bactérias não resistentes • Vitória quando as bactérias acabam 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar que bactérias sobrevivem • Surgimento da superbactéria 	<ul style="list-style-type: none"> • Medo do aumento da resistência • Felicidade com eliminação das bactérias

Tabela 1. Modelagem MDA do jogo original.

Após a análise do jogo original, foram identificados aspectos passíveis de aprimoramento, resultando em propostas de melhorias: o conteúdo pedagógico do aplicativo é entregue ao jogador de acordo com as suas ações dentro do jogo, fazendo com que o conhecimento educacional emergja da experiência do próprio usuário; as cartas de antibióticos são selecionadas de forma aleatória de um baralho previamente montado, proporcionando tanto a garantia de aleatoriedade quanto um fator de rejogabilidade significativo; a cada turno de ação, o jogador possui a liberdade de selecionar um número de cartas de antimicrobianos a partir de um conjunto de opções disponíveis, permitindo que ele planeje suas ações antecipadamente e avalie as consequências de cada jogada possível de forma calculada; novos tipos de cartas no jogo, incluindo a carta de Nota da Organização

Mundial de Saúde, que ao ser jogada revela informações importantes sobre as bactérias em jogo; novos atributos para as bactérias, como o seu valor de poder, o qual interage diretamente com o valor da dose dos antimicrobianos aplicados sobre elas e novos tipos de mutações que as bactérias podem sofrer, abrangendo mutações benéficas, neutras e prejudiciais para a própria bactéria.

A proposta de aprimoramento foi validada em relação a veracidade científica em colaboração com uma das autoras do jogo original e, após a aprovação, o primeiro protótipo foi desenvolvido utilizando a plataforma *Unity* (Figura 1).

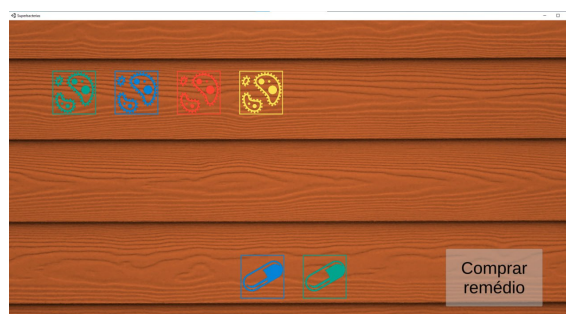


Figura 1. Primeiro protótipo desenvolvido. Fonte: os autores

A partir da primeira versão, diversos ciclos de prototipagem foram realizados. Reuniões foram feitas entre desenvolvedores e criadores do jogo original, resultando em um processo de aperfeiçoamento contínuo. Grande cuidado foi dado a criar um jogo divertido com total coerência científica, além de garantir que o conteúdo pedagógico proposto fosse assimilado com facilidade pelo jogador. Nesse sentido, o uso do ENDO-GDC [Xexéo and Taucei 2021] foi fundamental, pois permitiu a identificação dos aspectos educacionais do projeto e também estimulou a reflexão sobre maneiras de equilibrar de forma mais satisfatória a parte do entretenimento com o conteúdo educacional. Isso possibilitou uma abordagem mais efetiva na integração dos elementos educativos dentro da experiência de jogo.

Devido ao custo de implantar modificações de mecânicas na *Unity* e com o objetivo de agilizar o processo de exploração e validação de um jogo de cartas digital, optamos por desenvolver alguns ciclos com o software *Tabletop Simulator*. A imagem retrata uma partida em andamento na qual já foram incorporadas melhorias adicionais ao jogo, como a inclusão dos valores de poder das classes de bactérias e dos valores de dosagem dos antimicrobianos, além das cartas de Notas da OMS. Os pinos coloridos posicionados sobre as cartas de bactérias indicam as informações disponíveis para o jogador naquele momento em relação às bactérias que ele precisa enfrentar.

Após a validação dos protótipos no *Tabletop Simulator*, prosseguimos com o desenvolvimento do protótipo na *Unity Engine*, seguindo novamente um ciclo iterativo de *Sprints* e reuniões de demonstração e revisão.

5. Versão Final

O jogo foi projetado para ser jogado por um único usuário, garantindo uma experiência de aprendizagem mais focada no conteúdo proposto e permitindo que o jogador compreenda as informações educacionais no seu próprio tempo.

A versão atual do jogo pode ser vista na Figura 2. A tela de jogo foi projetada com um espaço dedicado às instruções e explicações, localizado à direita. Nesse espaço, são apresentados textos que fornecem informações sobre o andamento da partida, assim como dados científicos relacionados à reprodução por divisão binária, mutação e o surgimento de superbactérias. Essas instruções são exibidas automaticamente, dependendo das ações que ocorrem durante o jogo.

No centro da tela, podem ser observadas as quatro classes de bactérias, sendo que uma delas exibe todas as quatro cores do jogo, o que a caracteriza como uma superbactéria. Além disso, os valores de poder das cartas de bactérias e de dosagem dos antimicrobianos são visíveis.

Na parte superior da imagem, são exibidas informações relevantes sobre a partida atual, como as doses utilizadas, as bactérias eliminadas, as bactérias ainda em jogo, o número de turnos decorridos e a fase atual do turno. Esses dados permitem ao jogador acompanhar o progresso e se situar na dinâmica do jogo.

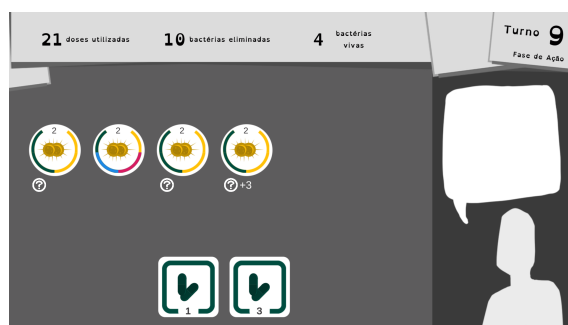


Figura 2. Tela da versão atual do jogo.

No momento da escrita deste artigo, ainda não havia sido realizadas sessões de *playtest* para validar a adequação do jogo como ferramenta educativa.

6. Conclusão

Neste artigo apresentamos o estado atual do processo de desenvolvimento da versão digital de Superbactérias, um jogo desenvolvido para sensibilizar os jogadores quanto ao risco do uso indiscriminado de antimicrobianos e o surgimento de superbactérias.

Os próximos passos serão a criação de uma versão beta do jogo para avaliação, e a correção para seu lançamento final. O jogo deve ser disponibilizado brevemente a partir do site do LUDS (<http://ludes.cos.ufrj.br>).

Referências

- Berserk Games (2021). Tabletop simulator. <https://www.tabletopsimulator.com/>. Accessed: 2023-06-29.
- BRASIL (2021). Confira dados mundiais sobre resistência microbiana agência nacional de vigilância sanitária - anvisa. <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/confira-dados-mundiais-sobre-resistencia-microbiana>. (Accessed on 06/29/2023).

- Brum, J. d. S. and Damasceno, T. O. P. (2022). Elaboração e implementação de jogo educativo para ensino de sql.
- CDC (2019). Antibiotic resistance threats in the united states, 2019. Atlanta: Department of Health and Human Services CDC.
- Henriques, H. B. M. and Mandoju, J. R. K. (2021). Leo e maya: um jogo para auxiliar no ensino de pensamento computacional para crianças e adolescentes.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., Zubek, R., et al. (2004). Mda: A formal approach to game design and game research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, volume 4, page 1722. San Jose, CA.
- Oliveira, S., Lopes, L. H., Vitiello, P., Tolentino, A. F., Santos, T. V., Nóbrega, R., Kurtenbach, E., and Coutinho-Silva, R. (2021). As superbactérias causadoras da gonorreia. *CienciArte no Ensino-Coleção Saúde e Ambiente/fascículo 5*, LITEB/IOC/Fiocruz, Rio de Janeiro. 11 p.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. McGraw-Hill.
- Unity (2021). Unity. <https://unity.com>. Accessed: 2023-06-29.
- WHO (2021). Antibiotic resistance. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>. Accessed: June 17, 2021.
- Xexéo, G. and Taucei, B. (2021). ENDO-GDC: Projetando jogos educacionais. In *Minicursos da ERSI-RJ 2021 - VII Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro*, pages 154–203. SBC.
- Zhang, Y., Kabba, J., Chang, J., Ji, W., Zhu, S., Yu, J., Xu, S., and Fang, Y. (2018). A school-based educational intervention for school-aged children and caregivers about rational use of antibiotics in urban areas of shaanxi province: a study protocol for a randomized controlled research. *International journal of environmental research and public health*, 15(9):1912.