

**EXPECTO *BACTERIUM*: O JOGO DE TABULEIRO COMO FERRAMENTA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E DIVULGAÇÃO EM MICROBIOLOGIA**

**EXPECTO BACTERIUM: THE BOARD GAME AS A TOOL FOR SCIENTIFIC LITERACY AND OUTREACH IN MICROBIOLOGY**

**Andressa Sbano da Silva Ferreira**

Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, RJ

<https://orcid.org/0000-0002-3165-0482>

[andressa.ferreira@bio.fiocruz.br](mailto:andressa.ferreira@bio.fiocruz.br)

**Ana Beatriz Lima dos Santos Tiburcio**

Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, RJ

<https://orcid.org/0009-0002-7066-0824>

[ana.tiburcio@bio.fiocruz.br](mailto:ana.tiburcio@bio.fiocruz.br)

**Pamella Souza Silva**

Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, RJ

<https://orcid.org/0009-0012-6812-8707>

[pamella.silva@bio.fiocruz.br](mailto:pamella.silva@bio.fiocruz.br)

**Marcelo Luiz Lima Brandão\***

Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, RJ

<https://orcid.org/0000-0003-1121-7312>

[marcelo.brandao@bio.fiocruz.br](mailto:marcelo.brandao@bio.fiocruz.br)

**Maria Luiza Souza Galvão Dacio**

Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, RJ

<https://orcid.org/0009-0004-8833-276X>

[maria.galvao@bio.fiocruz.br](mailto:maria.galvao@bio.fiocruz.br)

**Luciana Veloso da Costa**

Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, RJ

<https://orcid.org/0000-0003-1873-4056>

[luciana.costa@bio.fiocruz.br](mailto:luciana.costa@bio.fiocruz.br)

**\*Autor por correspondência**

Artigo Científico

Submetido em: 20.06.2026

Aprovado em: 15.07.2026

## RESUMO

O ensino de microbiologia e a divulgação científica sobre métodos de controle microbiológico ainda enfrentam barreiras para atingir públicos diversos, especialmente quando envolvem conceitos abstratos, técnicas laboratoriais e microrganismos invisíveis a olho nu. Este artigo apresenta o jogo de tabuleiro Expecto *Bacterium*, desenvolvido para a 22ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), como ferramenta lúdica de alfabetização científica em microbiologia. O objetivo foi analisar o potencial do jogo para apoiar processos de ensino, divulgação científica e mediação de conceitos relacionados à identificação bacteriana, desinfecção, esterilização, resistência a antimicrobianos, biologia molecular e MALDI-TOF MS. A proposta combina elementos de narrativa fantástica inspirada na cultura pop com rigor científico, estruturando a dinâmica em casas científicas, cartas de “bactérias-patrono” e feitiços científicos que representam métodos reais de identificação e controle microbiológico. O jogo foi aplicado em formato de oficina, com participantes a partir de 8 anos, organizados em pequenos grupos e acompanhados por mediadores. A análise qualitativa, baseada em observação participante e registros de campo, indicou alto engajamento, cooperação entre jogadores, surgimento espontâneo de perguntas sobre bactérias, associação entre feitiços e técnicas laboratoriais e conexão com situações cotidianas, como uso de álcool 70%, antibióticos e práticas de higiene. Conclui-se que o Expecto *Bacterium* constitui uma estratégia acessível, interdisciplinar e criativa para aproximar ciência, imaginação e participação social, favorecendo a compreensão de conceitos complexos em diferentes faixas etárias.

**Palavras-chave:** Jogo de tabuleiro. Gamificação. Divulgação científica. Microbiologia. Ensino de ciências.

## ABSTRACT

Microbiology education and science outreach on microbiological control methods still face barriers in reaching diverse audiences, especially when they involve abstract concepts, laboratory techniques, and microorganisms that are invisible to the naked eye. This article presents the board game Expecto *Bacterium*, developed for Fiocruz's 22nd National Science and Technology Week, as a playful tool for scientific literacy in microbiology. The objective was to analyze the potential of the game to support teaching, science communication, and mediation of concepts related to bacterial identification, disinfection, sterilization, antimicrobial resistance, molecular biology, and MALDI-TOF MS. The proposal combines a fantasy narrative inspired by pop culture with scientific rigor, organizing gameplay through scientific houses, bacteria-patron cards, and scientific “spells” that represent real methods of microbiological identification and control. The workshop, utilizing the game as its core activity, involved participants aged 8 years and older, distributed into small groups under the guidance of mediators. Qualitative analysis based on participant observation and field notes indicated high engagement, cooperation among players, spontaneous questions about bacteria, associations between scientific “spells” and laboratory techniques, and connections with everyday situations such as 70% alcohol, antibiotics, and hygiene. Expecto *Bacterium* is therefore an accessible, interdisciplinary, and creative strategy to connect science, imagination, and social participation, supporting the understanding of complex concepts across different age groups.

**Keywords:** Board game. Gamification. Science outreach. Microbiology. Science education.

## 1 INTRODUÇÃO

A alfabetização científica é fundamental para que a sociedade interprete informações sobre saúde, ambiente, tecnologia e riscos sanitários de modo crítico, participativo e socialmente responsável (Ziman, 1991; National Academies of Sciences, Engineering, And Medicine, 2016). No campo das ciências da vida, a microbiologia ocupa lugar estratégico, pois dialoga diretamente com temas cotidianos, como higiene das mãos, uso de antimicrobianos, prevenção de infecções, qualidade de alimentos, controle ambiental e segurança de produtos para a saúde (Nowbuth *et al.*, 2023; Tarín-Pelló *et al.*, 2022). Em um cenário marcado pela circulação acelerada de informações e desinformações em saúde, reconhecida como um desafio para a proteção da população e para o fortalecimento das políticas públicas, iniciativas como o programa Saúde com Ciência, coordenado pelo Ministério da Saúde, reforçam a importância da divulgação de informações responsáveis, verificadas e baseadas em evidências científicas (Brasil, 2024; Ribas; Damian, 2026). Nesse contexto, ampliar a compreensão pública sobre microrganismos, prevenção e tecnologias laboratoriais torna-se ainda mais relevante para a tomada de decisões individuais e coletivas.

Em ambientes de educação formal, não formal e informal, há desafios quando conteúdos como identificação bacteriana, mecanismos de resistência aos antimicrobianos, esterilização, técnicas de biologia molecular e espectrometria de massas são apresentados apenas de modo expositivo. A distância entre linguagem científica e experiência cotidiana pode reduzir o engajamento e gerar a percepção de que a microbiologia é excessivamente técnica ou inacessível. Nesse cenário, metodologias ativas e recursos lúdicos oferecem alternativas relevantes por estimularem participação, resolução de problemas, colaboração e construção de sentido (Freitas, 2006; KE, 2008; Kapp, 2012). Estudos recentes reforçam esse potencial no ensino de microbiologia e saúde, especialmente por meio da gamificação e de jogos sérios aplicados à alfabetização microbiológica, à divulgação científica e à educação sobre resistência antimicrobiana (Nowbuth *et al.*, 2023; Del Cerro-Sánchez *et al.*, 2025; Campos *et al.*, 2026). Além disso, essas abordagens favorecem a aprendizagem contextualizada, aspecto central quando se busca comunicar ciência para públicos de diferentes idades e níveis de escolaridade.

Jogos educacionais e *serious games* são estratégias que articulam regras, desafio, narrativa, tomada de decisão e retorno. O conceito de *serious games* foi consolidado para designar jogos cujo objetivo ultrapassa o entretenimento e inclui finalidades formativas, educacionais ou de treinamento (Abt, 1970; Michael; Chen, 2006). No debate contemporâneo,

a gamificação refere-se ao uso intencional de elementos de jogos em contextos não lúdicos, com a finalidade de promover motivação, participação e aprendizagem significativa (Kapp, 2012). Quando bem alinhados aos objetivos pedagógicos, esses recursos podem transformar conteúdos complexos em experiências mais concretas e interativas, sem reduzir o rigor científico (Gee, 2003; De Freitas, 2006). Nesse sentido, iniciativas como o RPG “Presságios de Arouca: Chamados para o Mundo Subterrâneo”, desenvolvido no contexto da ENSP/Fiocruz para o ensino de gestão de riscos, ilustram o potencial dos jogos sérios para promover aprendizagem ativa, colaboração, reflexão crítica e tomada de decisão em situações simuladas (Vargas, 2025). No caso dos jogos analógicos, como tabuleiros e cartas, há ainda o benefício da interação presencial, da mediação em tempo real e da possibilidade de adaptação da linguagem conforme a faixa etária e o repertório dos participantes (Trabajo; Dorcey; Van Der Meer, 2024).

A proposta pedagógica do Expecto *Bacterium* também se sustenta nas “ferramentas de pensamento” descritas por Root-Bernstein e Root-Bernstein (2001), que compreendem habilidades cognitivas como observar, abstrair, reconhecer padrões, estabelecer analogias, modelar, brincar, transformar e sintetizar. Ao transformar uma técnica laboratorial em cartas, feitiços e desafios de tabuleiro, o jogo mobiliza essas operações cognitivas e favorece a passagem entre o conhecimento técnico e uma experiência concreta, investigativa e criativa. Assim, a ludicidade não atua apenas como elemento motivador, mas como estratégia de mediação para exercitar formas de pensar próprias da ciência, aproximando criatividade, raciocínio crítico e alfabetização científica.

A proposta também dialoga com a abordagem STEM, sigla em inglês para Science, Technology, Engineering and Mathematics, ao integrar conceitos científicos, tecnologias analíticas, raciocínio lógico e resolução de problemas em uma atividade prática e interdisciplinar (Wei *et al.*, 2013). Embora centrado na microbiologia, o jogo mobiliza competências ligadas à observação, interpretação de evidências, uso de tecnologia laboratorial e tomada de decisão, características valorizadas em estratégias educacionais baseadas em participação ativa, desafio, retorno e aprendizagem contextualizada (De Freitas, 2006; Kapp, 2012). Em paralelo, o fortalecimento da divulgação científica responde a uma necessidade concreta do meio acadêmico: tornar o conhecimento produzido nas instituições de pesquisa mais inteligível, útil e acessível à sociedade, especialmente quando envolve temas sensíveis à saúde pública (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016).

Nesse sentido, iniciativas de divulgação em instituições públicas como a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) adquirem importância estratégica, pois aproximam o conhecimento

científico das demandas sociais e dialogam com os princípios do Sistema Único de Saúde (SUS), que valoriza promoção da saúde, prevenção e acesso à informação qualificada (Brasil, 1990; Paim et al., 2011; Fundação Oswaldo Cruz, 2026).

Tais referenciais dialogam diretamente com o Expecto *Bacterium*, cuja proposta é transformar métodos laboratoriais e conceitos microbiológicos em ações jogáveis, mediadas por educadores, articulando narrativa, tentativa e erro, retorno, interação social, analogias, reconhecimento de padrões e tomada de decisão em uma experiência acessível a públicos diversos.

Entre os métodos abordados, o MALDI-TOF MS ocupa posição central, tanto por sua relevância na rotina contemporânea de identificação microbiológica quanto por seu potencial didático. A técnica, denominada espectrometria de massas por dessorção/ionização a laser assistida por matriz com analisador por tempo de voo, permite identificar microrganismos a partir da comparação de perfis espectrais característicos, sendo exemplo de tecnologia analítica aplicada à saúde, ao controle microbiológico e à qualidade de produtos e ambientes (Singhal et al., 2015). No contexto do jogo, esse método foi ressignificado como elemento narrativo e pedagógico, inspirando o nome Expecto *Bacterium* e estruturando parte da mediação dos conceitos científicos, o que favorece a aproximação entre inovação laboratorial, alfabetização científica e divulgação em microbiologia.

Este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e analisar qualitativamente o potencial do jogo de tabuleiro Expecto *Bacterium* como *serious game* analógico voltado à alfabetização científica em microbiologia e saúde pública, integrando ludicidade, gamificação e mediação educativa para favorecer a compreensão de conceitos complexos em ambientes de educação formal, não formal e informal.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 TIPO DE ESTUDO E CONTEXTO

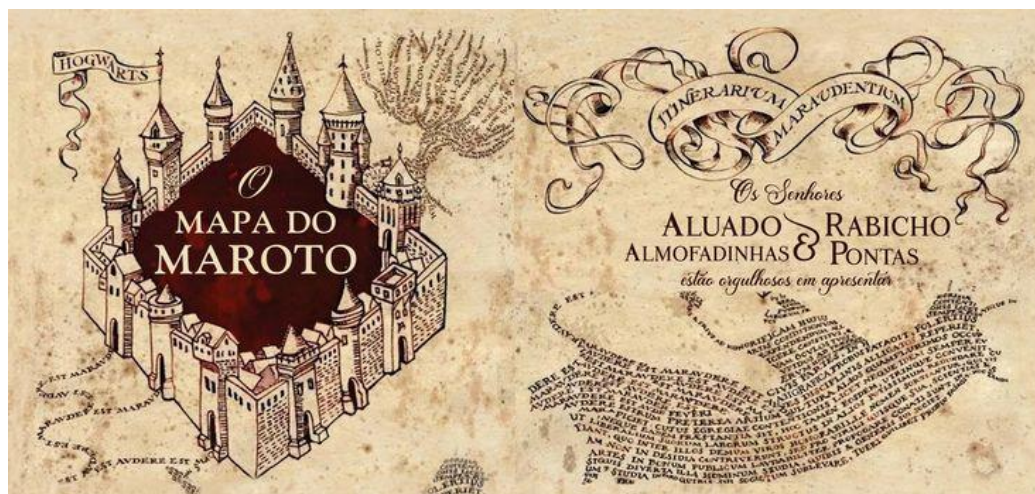
Trata-se de um estudo de caso qualitativo, de caráter descritivo e exploratório, centrado no desenvolvimento e na aplicação do jogo de tabuleiro Expecto *Bacterium* como oficina de divulgação científica. O jogo foi elaborado e aplicado durante a 22ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia da Fiocruz, em 2025, com foco na popularização de conceitos da microbiologia.

A proposta foi analisada como recurso educativo não digital, considerando três dimensões principais: 1) a narrativa do jogo, 2) a mecânica e conteúdo científico e 3) a resposta qualitativa dos participantes durante a mediação.

## 2.2 DESCRIÇÃO DO JOGO EDUCATIVO EXPECTO BACTERIUM

O Expecto Bacteriium foi estruturado como um jogo de tabuleiro inspirado no “Mapa do Maroto” do universo Harry Potter, que foi citado no livro “Harry Potter e o Prisioneiro de Azkaban”, e está ilustrado na Figura 1 (Rowling, 2000). Na dinâmica do jogo, os jogadores percorrem trilhas, coletam cartas, enfrentam desafios e utilizam feitiços científicos para identificar ou controlar microrganismos. O objetivo da partida é identificar e capturar corretamente o maior número de bactérias-patrono, vencendo a “Taça das Casas Científicas”.

Figura 1 – Mapa do Maroto do universo Harry Potter.



Fonte: ©Warner Bros/Everett.

Cada participante escolhe uma “Casa científica”, associada a uma área das ciências biológicas:

- Bioquímico, representado pelo frasco de reagente e pela Alquimia dos Elementos;
- Microbiologista, representado pela placa de Petri e pela Ordem dos Micromagos;
- Biólogo Molecular, representado pela dupla hélice de DNA e pela Guilda dos Feiticeiros do DNA;
- Bioinformata, representado pelo computador com espectro digital e pela Confraria dos Arcanos Codificadores.

O material do jogo inclui dois dados de seis faces, cartas de bactérias-patrono, cartas de feitiços científicos, peões temáticos, tabuleiro com casas especiais e espaço central associado a técnica Espectrometria de Massa por Tempo de Voo com Dessorção/Ionização a Laser

Assistida por Matriz (MALDI-TOF MS). Desta técnica, nasce a fusão com um dos feitiços mais icônicos do universo Harry Potter, o “Expecto Patronum”, um feitiço defensivo utilizado principalmente para repelir Dementadores (criaturas das trevas que sugam a felicidade humana). Com isso, se chegou ao nome do jogo “Expecto Bacterium”, cujo tabuleiro está apresentado na Figura 2.

**Figura 2 – Tabuleiro do jogo Expecto Bacterium em estilo “Mapa do Maroto”, com casas científicas, bactérias-patrono e espaço central do MALDI-TOF MS**



**Fonte:** Acervo dos autores.

O jogo possui 20 cartas de bactérias-patrono, contendo informações sobre morfologia, coloração de Gram, características biológicas e métodos de controle, além de 12 cartas de feitiços científicos correspondentes a métodos de desinfecção, esterilização ou antibioticoterapia (Quadro 1). A Figura 3 apresenta cartas representativas do jogo, incluindo cartas de bactérias-patrono, a carta especial Chococultura Mágica e cartas de feitiços científicos. Esses elementos demonstram como informações microbiológicas, condições de crescimento e

estratégias de controle são convertidas em recursos jogáveis, favorecendo a mediação dos conceitos durante a oficina.

**Figura 3 – Cartas representativas do jogo Expecto Bacterium: cartas de bactérias-patrono, carta especial e feitiços científicos**



Fonte: Acervo dos autores.

**Quadro 1 - Feitiços científicos, termos técnicos e significados educativos no jogo.**

| Feitiço científico      | Termo técnico                    | Significado educativo                                                                            |
|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antibioticus<br>Maximus | Antibiótico de amplo<br>espectro | Representa antimicrobianos capazes de atuar contra<br>diferentes grupos bacterianos.             |
| Incendio                | Autoclavação                     | Associa o calor úmido sob pressão à esterilização de<br>materiais.                               |
| Alcoolamenti 70%        | Álcool 70%                       | Relaciona a antisepsia e desinfecção de superfícies ao uso<br>adequado de álcool 70%.            |
| Lumos Violetta          | Radiação ultravioleta            | Representa a inativação microbiana por radiação UV.                                              |
| Flammus Directus        | Flambagem                        | Simboliza o uso de chama direta em procedimentos<br>microbiológicos.                             |
| Filtrum Purus           | Filtração esterilizante          | Introduz a ideia de remoção de microrganismos em líquidos<br>por membranas.                      |
| Clorinitum              | Hipoclorito de sódio             | Representa desinfecção química com ação oxidante.                                                |
| Peraceticus             | Ácido peracético                 | Destaca a ação contra formas resistentes, como endósporos.                                       |
| Formaldehydus           | Formaldeído                      | Representa desinfecção ambiental e controle químico.                                             |
| Cefalsporium            | Cefalosporina                    | Relaciona classes de antibióticos ao combate de bactérias<br>Gram-positivas e Gram-negativas.    |
| Gentamporius            | Gentamicina                      | Representa antibiótico de uso contra bactérias Gram-<br>negativas, incluindo perfis resistentes. |
| Bacteriolysis Totalis   | Bacteriólise                     | Simboliza ação múltipla e reforça a ideia de<br>destruição/inativação bacteriana.                |

**Fonte:** Elaborado pelos autores com base no manual do jogo.

## 2.3 CASAS DE TÉCNICAS MOLECULARES E EVENTOS ESPECIAIS

Além dos feitiços de controle microbiológico, o tabuleiro apresenta casas de técnicas moleculares e eventos especiais que ampliam a interdisciplinaridade do jogo (Quadro 2). A reação em cadeia pela polimerase (PCR) é representada pelo feitiço Revelio (feitiço que permite originalmente desvendar segredos), pois revela a presença de um gene ou microrganismo oculto na amostra. O marcador 16S rRNA é associado a Legilimens (feitiço que permite originalmente ler pensamentos), por “ler” a identidade genética bacteriana. A extração de DNA é associada a Accio (feitiço que permite originalmente convocar ou chamar algo) DNA, em alusão à recuperação do material genético necessário para análises posteriores. O MALDI-TOF MS

inspira o próprio Expecto *Bacterium*, entendido como o feitiço que invoca a assinatura espectral da bactéria e permite sua identificação.

**Quadro 2 - Correspondência entre casas/técnicas do tabuleiro e conceitos científicos.**

| Casa/técnica                                   | Sentido narrativo              | Conceito científico mediado                                                                                |
|------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PCR = Revelio                                  | Revelar o oculto               | Amplificação de DNA para detectar genes ou microrganismos em baixa quantidade.                             |
| 16S rRNA = Legilimens                          | Ler a identidade bacteriana    | Uso do gene 16S rRNA como marcador taxonômico para identificação bacteriana.                               |
| Extração de DNA = Accio DNA                    | Convocar/recuperar DNA         | Obtenção do material genético para PCR, sequenciamento ou outras análises.                                 |
| MALDI-TOF = Expecto <i>Bacterium</i> / prisão  | Invocar a assinatura espectral | Identificação bacteriana por espectrometria de massas; a prisão representa atraso/falha na análise.        |
| Poder Supremo = Sequenciamento do Genoma Total | Conhecimento ampliado          | Identificação e caracterização mais robusta por análise genômica.                                          |
| Dementador                                     | Falha experimental             | Resultados negativos ou inconclusivos: cultivo sem crescimento, PCR sem amplificação, DNA insuficiente.    |
| Chococultura Mágica                            | Nutrição e proteção            | Meios de cultura e condições que favorecem crescimento microbiano e protegem o jogador do evento negativo. |
| Casa Plasmídio                                 | Troca genética                 | Alusão a plasmídeos como elementos móveis de DNA capazes de transferir características.                    |

Legenda: MALDI-TOF - Dessorção/Ionização a Laser Assistida por Matriz – Tempo de Voo; PCR – reação em cadeia pela polimerase; DNA – ácido desoxirribonucleico.

**Fonte:** Elaborado pelos autores com base no projeto e no manual resumido do jogo.

Outras casas traduzem situações experimentais em narrativa:

- Dementador: simboliza falhas laboratoriais, como PCR que falhou e não apresentou amplificação, um cultivo que não apresentou crescimento após incubação, ou baixa dosagem de DNA;
- Chococultura Mágica: representa meios de cultura e condições nutricionais favoráveis ao crescimento microbiano;
- Casa Plasmídio: remete à transferência de material genético e à adaptação bacteriana.

Esses elementos permitem que erros, imprevistos e mecanismos biológicos sejam incorporados à experiência de jogo de modo compreensível e memorável.

## 2.4 PARTICIPANTES, MEDIAÇÃO E PRODUÇÃO DE DADOS

A oficina foi direcionada a participantes a partir de 8 anos, incluindo crianças, adolescentes e adultos em contexto de divulgação científica. Os jogadores foram organizados em pequenos grupos, com adaptação do número de participantes conforme a dinâmica do evento e a disponibilidade de mediadores.

A mediação foi conduzida por integrantes da equipe (n=4), que apresentavam as regras, contextualizavam os conceitos científicos e estimulavam os participantes a relacionar as ações do jogo com situações reais. As informações foram produzidas por observação dos participantes de forma qualitativa, durante as sessões, considerando engajamento, perguntas espontâneas, cooperação, compreensão dos termos e associações com o cotidiano.

Por se tratar de uma ação de divulgação científica, não foram aplicados testes formais de aprendizagem antes e depois da oficina; portanto, os resultados devem ser interpretados como evidências qualitativas de potencial educativo.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 ENGAJAMENTO E PARTICIPAÇÃO ATIVA

A aplicação do Expecto *Bacterium* evidenciou alto engajamento dos participantes, com variações esperadas conforme faixa etária, repertório prévio e dinâmica dos grupos. A combinação entre universo mágico de Harry Potter, disputa, rolagem de dados e possibilidade de colecionar cartas de bactérias-patrono provocou entusiasmo, principalmente entre as crianças durante a atividade. A escolha das “casas científicas” favoreceu a identificação dos participantes com papéis profissionais e criou um ambiente propício para apresentar microbiologia, bioquímica, biologia molecular e bioinformática de modo acessível e lúdico. Contudo, o potencial pedagógico do Expecto *Bacterium* transcende as fronteiras das ciências biológicas, alcançando transversalmente campos como saúde pública e epidemiologia, ao simular a gestão de riscos sanitários; bioética, ao problematizar o uso responsável de antimicrobianos; e comunicação científica, ao mediar a passagem entre o saber técnico e a sociedade. Esse caráter interdisciplinar, alinhado à perspectiva STEM, é corroborado pela literatura sobre aprendizagem baseada em jogos, que destaca o papel do desafio, da narrativa e da participação ativa no aumento do interesse, na retenção do conhecimento e no desenvolvimento do pensamento crítico frente a desafios contemporâneos da ciência (GEE, 2003; Ke, 2008; Pineros *et al.*, 2023).

O caráter analógico do tabuleiro favoreceu a interação face a face e a negociação entre jogadores de forma imediata. Crianças demonstraram interesse pela narrativa e pelo visual das cartas, passando a explorar estratégias e comparar os efeitos dos feitiços (Figura 4). Alguns adultos (professores que supervisionavam as crianças no momento da oficina) frequentemente relacionaram os conceitos a experiências práticas, como uso de álcool 70%, limpeza de ambientes e uso de antibióticos. Esse comportamento é coerente com experiências como o jogo Bacttle, que apontaram o potencial dos jogos de tabuleiro para adaptar a comunicação científica a públicos distintos sem perder o conceito original (Trabajo; Dorcey; Van Der Meer, 2024).

**Figura 4 – Imagens da aplicação do jogo Expecto Bacterium durante a oficina realizada na 22ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia da Fiocruz**



Nota: As imagens de crianças foram descaracterizadas para preservação de identidade.

**Fonte:** Acervo dos autores e site oficial do evento <<https://snct.fiocruz.br/>>.

### 3.2 TRADUÇÃO DE CONCEITOS LABORATORIAIS EM LINGUAGEM LÚDICA

Um dos principais resultados observados foi a capacidade do jogo de traduzir técnicas laboratoriais em ações concretas. Termos como PCR, MALDI-TOF MS, sequenciamento de

DNA, autoclavação e filtração esterilizante costumam exigir mediação cuidadosa por serem abstratos para o público não especializado. Ao serem associados a feitiços e eventos do tabuleiro, esses conceitos se tornaram mais acessíveis e memoráveis. Esse achado corrobora a noção de *serious games* como dispositivos capazes de promover aprendizagem significativa ao combinar conteúdo, narrativa e resolução de problemas (Abt, 1970; Michael; Chen, 2006).

A associação entre Revelio e PCR, por exemplo, permitiu explicar que a técnica “revela” o material genético que não pode ser visto diretamente. A analogia entre Legilimens e o gene 16S rRNA facilitou a compreensão da identificação bacteriana por leitura de uma assinatura genética. O uso de Expecto Bacterium para representar o MALDI-TOF MS aproximou o público da ideia de assinatura espectral, mostrando que cada microrganismo pode apresentar um perfil característico usado na identificação. Essas metáforas, quando acompanhadas pela explicação do mediador, não substituíram o conceito científico, mas atuaram como porta de entrada para sua compreensão, em consonância com estudos que destacam o valor pedagógico de metáforas visuais, narrativas e mecânicas bem articuladas em jogos científicos (De Freitas, 2006; Pineros *et al.*, 2023; Trabajo; Dorsey; Van Der Meer, 2024).

### 3.3 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, DIVULGAÇÃO E CONEXÃO COM SITUAÇÕES COTIDIANAS

As observações apontaram que o jogo estimulou perguntas espontâneas sobre características microbiológicas, formas de transmissão, métodos de eliminação, diferenças entre desinfecção e esterilização, papel dos antibióticos e importância da identificação correta dos microrganismos. O uso de cartas de bactérias-patrono, que sistematizam variáveis como Gram, esporulação, resistência e associação com infecções ou ambientes, funcionou como suporte cognitivo para introduzir vocabulário científico de forma integrada à mecânica do jogo, sem depender de exposição longa e abstrata. Seguindo a linha de pensamento de Root-Bernstein (2001), o jogo incentivou a observação, o reconhecimento de padrões e o uso de analogias, permitindo que os participantes operassem conceitos complexos de maneira intuitiva. Do ponto de vista da alfabetização científica, esse movimento é relevante porque transforma a curiosidade inicial em oportunidade de interpretação crítica e debate, aproximando o conhecimento especializado da vida cotidiana (Ziman, 1991; National Academies Of Sciences, Engineering, And Medicine, 2016).

A presença de feitiços associados a antibióticos e desinfetantes também criou oportunidades para discutir o uso responsável de antimicrobianos. Em vez de apresentar antibióticos como soluções universais, o jogo permitiu mostrar que métodos de controle variam

conforme o tipo de microrganismo, suas características e o contexto de aplicação. Essa discussão é particularmente relevante diante da problemática atual relacionada à resistência antimicrobiana (Brasil, 2026), tema que demanda comunicação pública clara, contextualizada e responsável. Revisões recentes mostram que jogos e estratégias gamificadas podem apoiar conscientização e mudança de percepção sobre resistência aos antimicrobianos, sobretudo quando combinam conteúdo rigoroso e linguagem acessível (Nowbuth *et al.*, 2023; Tarín-Pelló *et al.*, 2022).

Outro ponto forte foi a possibilidade de discutir segurança e qualidade em ambientes laboratoriais e de produção. O espaço central do MALDI-TOF MS, as falhas representadas pelo Dementador e os recursos de cultura microbiana ajudaram a mostrar que a ciência envolve procedimento, validação, repetição, condições adequadas e interpretação cuidadosa dos resultados. Em um país cuja política pública de saúde se estrutura sobre o SUS, a divulgação de conteúdos relacionados à prevenção, ao uso racional de antimicrobianos e à compreensão de tecnologias em saúde possui valor social concreto. Instituições como a Fiocruz cumprem papel estratégico nesse processo ao produzir conhecimento, inovação e ações educativas voltadas à sociedade, reforçando a articulação entre ciência, cidadania e saúde pública (Brasil, 1990, 2026; Paim *et al.*, 2011; Fundação Oswaldo Cruz, 2026).

### 3.4 MEDIAÇÃO EDUCATIVA, *SERIOUS GAMES* E INTERFACE COM STEM

A experiência indicou que o potencial educativo do jogo depende fortemente da mediação. Embora as cartas e o tabuleiro forneçam pistas visuais e narrativas, a explicação do mediador é essencial para evitar simplificações excessivas, corrigir interpretações equivocadas e adaptar o grau de complexidade ao público.

Para crianças, a mediação priorizou exemplos concretos e linguagem cotidiana; para adultos, foi possível aprofundar conceitos como identificação molecular, espectrometria de massas e controle de contaminação. Esse achado reforça que o jogo deve ser compreendido como tecnologia educacional mediada, e não como material autossuficiente, indo de encontro com a literatura sobre *serious games* e aprendizagem situada (Michael; Chen, 2006; Kapp, 2012).

Além disso, o Expecto *Bacterium* apresenta interface com a educação STEM ao articular ciência, tecnologia e resolução de problemas em uma experiência integrada. Ainda que não se proponha como instrumento formal de ensino de engenharia ou matemática, o jogo mobiliza observação, interpretação de evidências, leitura de pistas, raciocínio lógico e tomada de decisão, competências valorizadas em abordagens interdisciplinares. Essa característica

amplia seu potencial de uso em oficinas, feiras científicas, escolas e museus, especialmente quando o objetivo é estimular interesse pelas ciências da vida e mostrar que o conhecimento científico pode ser construído de maneira investigativa, criativa e colaborativa (De Freitas, 2006; Gee, 2003).

A principal contribuição do jogo reside em sua capacidade de aproximar o público da lógica do laboratório sem perder o potencial de encantamento da atividade educacional. Nesse contexto, o jogo não reduz o rigor científico; ao contrário, funciona como estratégia de mediação para tornar a ciência mais visível e socialmente significativa. Em um cenário em que o meio científico é chamado a comunicar melhor seus achados e a enfrentar a desinformação em saúde, ações como essa reforçam o papel social da divulgação científica articulada ao SUS na promoção do conhecimento, da prevenção e da cidadania em saúde (Paim et al., 2011; Fundação Oswaldo Cruz, 2026).

### 3.5 LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS DE APRIMORAMENTO

Como limitação, destaca-se que a avaliação realizada foi qualitativa e baseada em observação, sem aplicação de avaliações de pré e pós-oficina. Dessa forma, os resultados indicam potencial educativo, mas não permitem quantificar ganho de aprendizagem. Em futuras aplicações, serão incluídos questionários simples antes e depois da oficina, escalas de engajamento, registro e comparação entre grupos com e sem mediação, como sugerem estudos que buscam maior robustez na avaliação de ações baseadas em jogos (Ke, 2008; Nowbuth *et al.*, 2023).

Também se recomenda revisar continuamente as cartas para garantir padronização de nomes científicos, adequação das associações entre bactéria, característica e método de controle. Uma versão ampliada do manual, com glossário, objetivos de aprendizagem, orientações para mediadores e possibilidades de adaptação por faixa etária, pode fortalecer o uso do jogo em escolas, museus, feiras científicas e ações institucionais de divulgação.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Expecto *Bacterium* mostrou-se uma estratégia promissora para a alfabetização científica e a divulgação em microbiologia, ao transformar conceitos complexos em uma experiência lúdica, interativa e mediada. A combinação entre tabuleiro, cartas, narrativas mágicas e feitiços científicos favoreceu o engajamento dos participantes e criou oportunidades para discutir identificação bacteriana, desinfecção, esterilização, antimicrobianos, biologia molecular e MALDI-TOF MS de forma acessível e cientificamente consistente.

Conclui-se que o jogo pode ser utilizado como ferramenta interdisciplinar em ações de divulgação científica, comunicação pública da ciência e ensino de ciências, especialmente quando acompanhado por mediadores preparados. A proposta articula microbiologia, saúde pública, bioética, comunicação científica e abordagem STEM, reforçando a importância de estratégias lúdicas para aproximar instituições de pesquisa, escolas, museus, famílias e sociedade. Como perspectiva, sugere-se a validação pedagógica do material em diferentes contextos, a produção de instrumentos de avaliação de aprendizagem e engajamento, a sistematização do uso de registros fotográficos e a disponibilização de um manual ampliado com glossário técnico, roteiro de mediação e propostas de aplicação para diferentes faixas etárias.

## AGRADECIMENTOS

Marcelo L. L. Brandão agradece ao suporte do CNPq em forma de Bolsa de Produtividade em Pesquisa (PQ-C) (Processo: 304877/2024-7) e a FAPERJ em forma de Bolsa de Jovem Cientista do Nosso Estado (Processo: E-26/204.245/2025-BOLSA N.º de Matrícula: Maria Luiza S. G. Dacio, Ana Beatriz Lima dos Santos Tiburcio e Pamella S. Silva agradecem ao suporte do CNPq em forma de Bolsa referente ao Programa PIBIC/Fiocruz (Inscrição número 15262 e 14879) e IC/Maré (Inscrição número 14422), respectivamente. Marcelo L. L. Brandão agradece ao suporte do CNPq em forma de Bolsa de Produtividade em Pesquisa (PQ-C) (Processo: 304877/2024-7) e a FAPERJ em forma de Bolsa de Jovem Cientista do Nosso Estado (Processo: E-26/204.245/2025-BOLSA N.º de Matrícula: 2005.03225.2). Andressa S. S. Ferreira agradece ao suporte da Fiocruz em forma de Bolsa referente ao Programa de Pós-Doutorado Junior (Inscrição número 134).

## REFERÊNCIAS

ABT, Clark C. **Serious games**. New York: Viking Press, 1970.

BRASIL. Lei n.º 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 20 set. 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito de Uma Só Saúde 2026-2030**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Combate à desinformação na área da saúde**: uma luta de todos. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 20 maio 2024. Atualizado em: 5 jun. 2024.

Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-com-ciencia/noticias/2024/maio/combate-a-desinformacao-na-area-da-saude-uma-luta-de-todos>. Acesso em: 14 jun. 2026.

FREITAS, Sara de. **Learning in immersive worlds**: a review of game-based learning. Bristol: Joint Information Systems Committee, 2006. Disponível em: <https://pureportal.coventry.ac.uk/en/publications/learning-in-immersive-worlds-a-review-of-game-based-learning-2/>. Acesso em: 27 maio 2026.

CAMPOS, Ludmila Rosario et al. Bakterion: development of a *serious game* for microbiology education. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 59, e14866, 2026. DOI: 10.1590/1414-431X2025e14866.

DEL CERRO-SÁNCHEZ, Carlos et al. Gamifying science: novel strategies for bringing microbiology to the classroom. **Microbial Biotechnology**, v. 18, n. 4, e70141, 2025. DOI: 10.1111/1751-7915.70141.

FREITAS, Sara de. **Learning in immersive worlds**: a review of game-based learning. Bristol: Joint Information Systems Committee, 2006. Disponível em: <https://pureportal.coventry.ac.uk/en/publications/learning-in-immersive-worlds-a-review-of-game-based-learning-2/>. Acesso em: 27 maio 2026.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Quem somos**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2026. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/quem-somos>. Acesso em: 27 maio 2026.

GEE, James Paul. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave Macmillan, 2003.

KAPP, Karl M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KE, Fengfeng. Computer games application within alternative classroom goal structures: cognitive, metacognitive, and affective evaluation. **Educational Technology Research and Development**, v. 56, p. 539-556, 2008.

MICHAEL, David; CHEN, Sande. **Serious games**: games that educate, train, and inform. Boston: Thomson Course Technology, 2006.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Science literacy**: concepts, contexts, and consequences. Washington, DC: The National Academies Press, 2016.

NOWBUTH, Anya A. *et al.* Gamification as an educational tool to address antimicrobial resistance: a systematic review. **JAC-Antimicrobial Resistance**, v. 5, n. 6, dlad130, 2023.

PAIM, Jairnilson *et al.* The Brazilian health system: history, advances, and challenges. **The Lancet**, v. 377, n. 9779, p. 1778-1797, 2011.

PINEROS, Nicolas *et al.* Using gamification to improve engagement and learning outcomes in medical microbiology: the case study of BacteriaGame. **FEMS Microbiology Letters**, v. 370, p. fnad034, 2023.

RIBAS, Vitor dos S.; DAMIAN, Graciele da S. Fake news e liberdade de expressão: os impactos na saúde e a importância das políticas públicas na disseminação de informações confiáveis. **Revista ft**, v. 30, n. 155, p. 01-28, 2026

ROOT-BERNSTEIN, Robert; ROOT-BERNSTEIN, Michèle. **Centelhas de gênios**: como pensam as pessoas mais criativas do mundo. Tradução de Dinah de Abreu Azeredo, Edite Sciulli e Fernando R. de Barros. São Paulo: Nobel, 2001.

ROWLING, J. K. **Harry Potter e o prisioneiro de Azkaban**. Tradução de Lia Wyler. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.

SINGHAL, Neelja *et al.* MALDI-TOF mass spectrometry: an emerging technology for microbial identification and diagnosis. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, artigo 791, 2015. DOI: 10.3389/fmicb.2015.00791.

TARÍN-PELLÓ, Antonio *et al.* Innovative gamification and outreach tools to raise awareness about antimicrobial resistance. **Frontiers in Microbiology**, v. 13, 977319, 2022.

TRABAJO, Tania Miguel; DORCEY, Eavan; VAN DER MEER, Jan R. Bacttle: a microbiology educational board game for lay public and schools. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 25, n. 2, p. e00097-24, 2024.

VARGAS, Tatiane. Jogo de RPG criado na Fiocruz ensina sobre gestão de riscos de forma lúdica e imersiva. **Informe ENSP**, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fiocruz, 23 maio 2025. Disponível em: <https://informe.ensp.fiocruz.br/noticias/56352>. Acesso em: 14 jun. 2026.

WEI, Xin *et al.* Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) participation among college students with an autism spectrum disorder. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 43, n. 7, p. 1539-1546, 2013.

ZIMAN, John. Public understanding of science. **Science, technology, & human values**, v. 16, n. 1, p. 99-105, 1991.