

## **Simulador e Jogo Integrados para o Ensino da Citologia Ginecológica: Uma Homenagem às Mulheres na Ciência**

*Integrated Simulator and Game for Teaching Gynecological Cytology: A Tribute to Women in Science*

**Andressa G. da Silva<sup>1</sup>, Gabriel S. Gonçalves<sup>2</sup>, Bruno R. Galindo<sup>2</sup>, Luiza Muller<sup>3</sup>, André L. Brandão<sup>2</sup>, Andréa C. de M. Malinverni<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Patologia

Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP – Brasil

<sup>2</sup>Centro de Matemática, Computação e Cognição

Universidade Federal do ABC (UFABC) Santo André, SP – Brasil

<sup>3</sup>Escola Paulista de Enfermagem (EPE)

Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP – Brasil

{andressa.germano, luiza.muller, andrea.moraes}@unifesp.br

{silveira.gabriel@aluno, b.reis@aluno, andre.brandao@ufabc.edu.br}

**Abstract.** This study aims to propose an integrative methodology for teaching gynecological cytology by combining a digital simulator (PapSim) and a board game (HPV Combat), connected via microcontroller to enhance interactivity. Cervical cancer remains a public health concern in Brazil, with human papillomavirus (HPV) responsible for most cases. Characters inspired by women scientists are featured to honor their legacy and promote gender equity in health education. A proof of concept with nursing students indicated high engagement and positive emotional responses such as discovery and challenge. The integrated tools showed potential to strengthen both theoretical knowledge and practical cytological skills. This approach offers a meaningful and socially conscious learning experience for future health professionals.

**Resumo.** Este estudo tem como objetivo propor uma metodologia integrativa para o ensino da citologia ginecológica, combinando um simulador digital (PapSim) e um jogo de tabuleiro (HPV Combat), conectados por microcontrolador para ampliar a interatividade. O câncer do colo do útero continua sendo um desafio de saúde pública no Brasil, com o Papilomavírus humano como principal agente causal. As personagens foram inspiradas em mulheres cientistas, homenageando suas contribuições e promovendo a equidade de gênero na formação em saúde. A prova de conceito com estudantes de enfermagem revelou alto engajamento e respostas emocionais positivas, como descoberta e desafio. Os recursos demonstraram potencial para fortalecer o conhecimento teórico e as habilidades práticas, oferecendo uma experiência de aprendizagem significativa e socialmente orientada.

## 1. Introdução

O câncer do colo do útero é um dos principais desafios de saúde pública no Brasil, sendo uma das maiores causas de mortalidade entre pessoas com útero. Segundo o Instituto Nacional do Câncer [INCA, 2023], a genotipagem do Papilomavírus Humano (HPV) e a triagem citológica pelo método de Papanicolaou são estratégias de rastreio de pessoas de risco e detecção precoce de lesões precursoras. Para o triênio 2023-2025 estima-se 17.010 novos casos de câncer de colo do útero e 6.700 mortes por ano [INCA, 2023].

A infecção persistente pelo HPV, um vírus de transmissão sexual, é responsável por 99% dos casos de câncer do colo do útero. Dentre os mais de 200 genótipos de HPV identificados, os tipos 16 e 18 são considerados de alto risco, sendo responsáveis por aproximadamente 70% dos casos de câncer cervical. Por outro lado, os tipos de baixo risco, como o HPV 6 e 11, embora possam causar lesões benignas como condilomas acuminados e papilomas laríngeos, não apresentam potencial oncogênico. [Taguchi, 2024].

A prevenção primária do câncer do colo do útero inclui a vacinação contra o HPV, aliada à educação em saúde e ao incentivo ao uso de medidas de proteção sexual. Na Suécia e na Dinamarca, a introdução precoce das vacinas resultou em uma redução significativa nos casos diagnosticados e na mortalidade por essa neoplasia, tornando esses países referências mundiais em prevenção. [Taguchi, 2024]. A imunização contra o HPV no Brasil teve início em 2014, quando o Ministério da Saúde incluiu a vacina no Programa Nacional de Imunizações (PNI). Inicialmente, a campanha foi direcionada a meninas de 11 a 13 anos, sendo posteriormente ampliada para meninas e meninos de 9 a 14 anos. A meta estabelecida é alcançar 90% de cobertura imunológica para cada sexo. Em 2024, o Brasil esteve próximo desse objetivo, com quase 85% do público-alvo imunizado. Entre adolescentes de 14 anos, a cobertura ultrapassou 96%. Apesar dos avanços, ainda há desafios, especialmente na imunização de crianças de 9 anos e na ampliação da cobertura entre os meninos [Ministério da saúde, 2024]. No entanto, apesar desse avanço nas políticas de saúde pública, ainda há uma falta de materiais didáticos específicos voltados para a educação de profissionais de saúde e da população em geral sobre o HPV, suas formas de transmissão e suas implicações, evidenciando uma lacuna nas estratégias educacionais que sustentam a prevenção primária.

A prevenção secundária do câncer do colo do útero inclui a genotipagem do HPV, um exame que identifica a presença do vírus e auxilia na estratificação do risco para o desenvolvimento da doença. No Brasil, a Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias [CONITEC, 2024] no Sistema Único de Saúde (SUS) aprovou, em 2024, a inclusão do exame em base líquida como método padrão para o rastreamento do câncer cervical [CONITEC, 2024]. Além disso, a detecção de alterações celulares pelo exame de Papanicolaou desempenha um papel fundamental no rastreamento de pessoas com útero. Esse método consiste na coleta de células do colo do útero, que são fixadas em uma lâmina de vidro, coradas e analisadas ao microscópio para avaliar sua morfologia celular. Através dessa análise, é possível identificar alterações celulares sugestivas de infecção pelo HPV, permitindo a detecção precoce de lesões precursoras do câncer cervical.

A modernização e atualização dos recursos didáticos na área de patologia, alinhadas às diretrizes curriculares nacionais, são essenciais para garantir uma formação de qualidade aos futuros profissionais de saúde, capacitando-os a promover e incentivar a prevenção primária junto à população. A falta de padronização nos conteúdos curriculares, aliada ao número reduzido de horas práticas, pode comprometer a qualidade do aprendizado, dificultando a preparação desses profissionais para atuar na promoção da saúde e no enfrentamento dos desafios do sistema de saúde [Germano da Silva, 2024]. Além disso, a ausência de ferramentas de ensino validadas na área da citopatologia representa uma lacuna significativa que, se suprida, poderia contribuir para o avanço da conscientização e prevenção do câncer do colo do útero [Hipólito, 2024].

Nesse contexto, o uso de ferramentas educacionais integradas com microcontrolador, como jogos e simuladores, surge como uma proposta de modelo para preencher essas lacunas e fortalecer a prevenção primária. Esses recursos podem proporcionar uma abordagem prática e envolvente, facilitando a disseminação do conhecimento sobre o HPV e suas formas de prevenção, além de oferecer uma experiência educacional rica e dinâmica [da Silva, 2024]. Ao tornar o aprendizado mais acessível e didático, essas ferramentas podem contribuir para o aumento da cobertura vacinal, para a adoção de comportamentos preventivos, informação sobre tratamento e para o fortalecimento da educação em saúde [Hipólito, 2024].

Este estudo tem como objetivo integrar o simulador digital ao jogo de tabuleiro por meio de um microcontrolador, com potencial de ampliar o engajamento no ensino da citologia ginecológica ao oferecer uma experiência interativa. A proposta também reforça a valorização histórica de mulheres na ciência e a equidade de gênero na formação em saúde.

## 2. Trabalhos relacionados

O estudo de Martinovski et al. (2022) propôs o desenvolvimento de um simulador de baixo custo e baixa fidelidade para a educação em saúde relacionada ao exame de Papanicolaou, visando melhorar a compreensão sobre o procedimento e a anatomia do sistema genital feminino. O simulador, construído manualmente com materiais acessíveis, foi avaliado positivamente por enfermeiros e usuárias, com 100% dos enfermeiros afirmado que ele ajudou na compreensão do exame e 89% das mulheres concordando que deveria ser utilizado para orientação em saúde. A conclusão do estudo destaca que essa ferramenta não apenas fortalece as estratégias de prevenção do câncer cervical, mas também promove a educação em saúde, permitindo que as pessoas com útero se sintam mais seguras e informadas ao realizarem o exame.

O jogo "Ludificação" foi desenvolvido com o objetivo de estimular o aprendizado na disciplina de Redes de Computadores, promovendo uma abordagem lúdica e interativa que visa aumentar o engajamento dos alunos. Os resultados indicam que a gamificação, ao integrar elementos de jogos no processo de ensino, pode transformar a experiência educacional, tornando-a mais dinâmica e motivadora, conforme discutido na literatura sobre o tema. A mecânica do jogo, que combina um tabuleiro com questões de quiz, permite que os alunos pratiquem seus conhecimentos de forma competitiva, o que pode ajudar a reduzir a evasão escolar, especialmente nos primeiros semestres de cursos de tecnologia. Além disso, a implementação do jogo em

sala de aula demonstrou ser uma ferramenta complementar para monitorar o desenvolvimento dos alunos e adaptar o conteúdo às suas necessidades, permitindo uma análise em tempo real do conhecimento da turma [Silva, 2024]

Hipólito et al. (2024) desenvolveram um jogo sério (SG) para o ensino da técnica de coleta de material para exames citopatológicos cervicais, direcionado a estudantes de enfermagem da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) matriculados no curso de atenção à saúde da mulher. Os resultados da avaliação do SG “Exame citopatológico do colo uterino” indicaram que 100% dos estudantes o consideraram útil para o aprendizado da técnica, e 91% demonstraram interesse em utilizar tecnologias semelhantes para outros temas. A maioria dos participantes (68%) classificou o jogo como agradável e de fácil uso, enquanto 95% acreditaram ser possível aprender a técnica por meio do SG. Apesar da eficácia do jogo, 90% dos alunos discordaram da ideia de que essa tecnologia poderia substituir o professor, ressaltando a importância da mediação docente no processo de aprendizagem. Além disso, a pandemia de COVID-19 evidenciou a relevância de métodos inovadores como o SG, que se mostraram valiosos na formação de profissionais de saúde durante o isolamento social.

### **3. Metodologia**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), sob parecer CAAE 75286923.0.0000.5505. Optou-se por um processo de co-criação, envolvendo dois perfis de co-designers: (1) a equipa técnica de desenvolvimento, constituída por profissionais com formação em Informática; e (2) especialistas da área da saúde, representando os utilizadores finais do simulador. Durante as sessões de co-design, foram elaborados protótipos iniciais, incluindo storyboards físico-digitais (Jogo de tabuleiro e simulador) de acordo com Rutes, Oliveira e Hounsell (2015). Os níveis de interatividade escolhidos para o simulador foram básicos e intuitivos, envolvendo ações como selecionar, arrastar, mover e clicar. O conteúdo conceitual foi estruturado com base nas competências e habilidades necessárias para a realização e análise do exame de rastreio. O teste de Papanicolaou é um método de rastreio para a detecção precoce de lesões precursoras ao câncer do colo do útero, permitindo um diagnóstico e intervenção atempados. O protótipo do simulador “PapSim” foi desenvolvido na plataforma Unity, sendo composto por duas cenas que representam desde a coleta da amostra até a análise ao microscópio. A jogabilidade adota uma mecânica de apontar e clicar, oferecendo interações acessíveis e intuitivas. O protótipo do jogo de tabuleiro “HPV combat” foi desenvolvido utilizando a ferramenta Canva e abrange aspectos complementares como a imunização contra o HPV e o tratamento do câncer do colo do útero. O objetivo do jogo é conquistar 4 certificados de habilidades. As duas ferramentas foram integradas por meio do microcontrolador. Os nomes das personagens foram escolhidos em homenagem a mulheres que marcaram a história da ciência: duas pacientes (Rosalind e Mary), uma enfermeira (Florence), uma médica patologista (Henrietta) e uma tutora laboratorial (Andréa) no simulador. No jogo de tabuleiro, o verso das cartas resposta traz trechos da biografia de cada uma delas, destacando suas contribuições científicas.

## 4. Resultados e Discussão

A prova de conceito do PapSim foi estruturada para avaliar a experiência dos quatro estudantes no simulador digital, além de destacar o legado de mulheres cientistas que contribuíram significativamente para a citologia e a patologia. Cada fase do estudo incorporou referências a essas pioneiras, como Florence Nightingale, Rosalind Franklin, Mary Papanicolaou e Henrietta Lacks, cujas histórias foram integradas ao simulador e ao jogo de tabuleiro. O HPV Combat, desenvolvido como uma estratégia de ludificação, busca proporcionar uma experiência interativa sobre temas relacionados à prevenção e diagnóstico do HPV. Além disso, a integração entre os protótipos físico e digital foi viabilizada por um microcontrolador, permitindo maior interatividade na experiência de ensino. A seguir, são apresentados os principais achados da pesquisa, detalhando o desenvolvimento dos protótipos e a avaliação dos usuários.

### 4.1. Protótipo e prova de conceito do simulador “PapSim”

O PapSim inicia com o botão "Iniciar", permitindo salvar o progresso e retomar posteriormente via "Continuar". Futuramente, o acesso será feito por login. Dividido em duas cenas, o simulador abrange três etapas: coleta, coloração e análise microscópica. Na primeira cena, o estudante de graduação em saúde (EGS) interage com duas pacientes, Rosalind e Mary, realizando dois métodos de coleta: convencional e em meio líquido (Figuras 1 e 2). Em cada procedimento, a enfermeira Florence guia o EGS na escolha dos instrumentos e na execução das etapas. Ao final das coletas, Florence reforça a importância do domínio das técnicas e parabeniza o estudante pela prática.

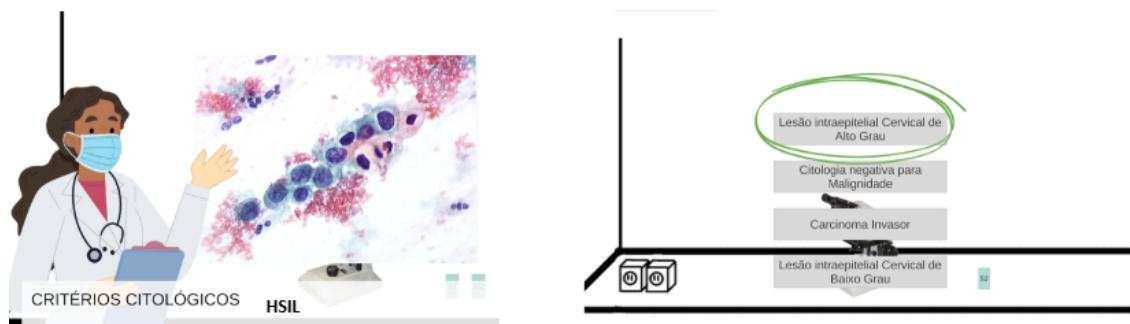
A segunda cena ocorre no Laboratório de Patologia, onde o EGS interage com a professora Andrea. A professora orienta o estudante de graduação em saúde (EGS) sobre a lavagem das mãos e os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) como luvas, máscara, jaleco e óculos de proteção que deverão ser colocados antes de entrar no laboratório. No ambiente, há bancadas com materiais para coloração, equipamentos para amostras em meio líquido, capela de exaustão, microscópio e lâminas para análise. A professora apresenta os instrumentos e orienta o EGS na coloração pelo método Papanicolaou, seguindo o protocolo do laboratório. Na sequência, o estudante recebe instruções sobre o Sistema de Bethesda e analisa os laudos técnicos das pacientes Mary e Rosalind. Mary apresenta citologia negativa, sem sinais de malignidade, enquanto Rosalind tem diagnóstico de Lesão Intraepitelial Escamosa de Alto Grau (HSIL). O EGS escolhe entre quatro diagnósticos possíveis e, em caso de erro, recebe feedback da professora até selecionar a alternativa correta (Figuras 3 e 4). Após a conclusão, a patologista Henrietta revisa e assina os laudos.

Quatro estudantes de enfermagem da [omitido para submissão] participaram voluntariamente do experimento, assinando um termo de consentimento. A simulação foi gravada e, ao final, os participantes preencheram um formulário sobre sua percepção emocional, baseado em 13 categorias do Modelo de Experiência de Prazer, analisadas por meio da escala Self-Assessment Manikin (SAM). Cada resposta exigia uma justificativa. Os resultados indicaram alta satisfação nas categorias criação, exploração, descoberta, competição e simulação, com a maioria dos estudantes relatando sentimentos positivos. Já a dificuldade foi percebida como um desafio estimulante, embora alguns tenham encontrado obstáculos nas perguntas finais. A categoria perigo

gerou percepções variadas, pois nem todos sentiram risco na simulação. Algumas sugestões incluíram textos mais concisos e diferenciação de cores para melhorar a visualização. A duração da imersão variou entre 16 e 33 minutos. Em reunião posterior, os estudantes destacaram o PapSim como ferramenta que poderia ser utilizada antes da disciplina da saúde da mulher, auxiliando na assimilação do conteúdo e reduzindo a ansiedade antes da prática clínica. Atualmente na versão Alpha, o protótipo segue em aprimoramento. O próximo passo envolve testes com seis novos estudantes e cinco especialistas na versão Beta, incorporando feedbacks antes da validação com 150 alunos.



**Figura 1.** (esquerda) Coleta citológica convencional guiada por Florence, com verificação de identificação. **Figura 2.** (direita) Coleta em meio líquido da paciente Mary, com orientação da enfermeira.



**Figura 3.** (esquerda) Visualização da lâmina citológica de Rosalind com diagnóstico de Lesão intraepitelial cervical de alto grau (HSIL). **Figura 4.** (direita) Escolha do laudo diagnóstico no sistema, com feedback automatizado.

#### 4.2. Protótipo do Jogo de tabuleiro "HPV Combat"

O "HPV Combat" é um protótipo de jogo de tabuleiro competitivo, no qual participantes, individualmente ou em equipes, representam profissionais de saúde. Após a fase de treinamento no Simulador Digital, os jogadores avançam pelo tabuleiro, superando desafios relacionados à prevenção e manejo da infecção pelo HPV. O objetivo do jogo é obter quatro certificações, percorrendo os caminhos que conectam o Centro de Simulação e Treinamento aos destinos finais: Unidade Básica de Saúde (UBS), Laboratório de Pesquisa Molecular, Ambulatório de Tratamento e Citologia Convencional (Figuras 5 e 6). Cada setor possui desafios específicos, exigindo a aplicação de conhecimentos adquiridos ao longo do jogo. Os jogadores escolhem um caminho a cada rodada, lançando dados para definir seus movimentos. Cada setor contém um baralho temático com questões sobre diagnóstico e tratamento do HPV. Cartas especiais do vírus exigem respostas mais detalhadas e trazem relatos de figuras históricas, como Henrietta Lacks, Florence Nightingale, Rosalind Franklin e Mary

Papanicolaou, homenageadas no jogo (Figura 6 superior). Respostas corretas permitem avanço no tabuleiro, enquanto erros resultam em uma pausa temporária. O jogo termina quando um participante conquista as quatro certificações, consolidando sua vitória (Figura 6 inferior).

#### **4.3. Mulheres na ciência**

Uma característica especial do simulador e do jogo de tabuleiro foi a homenagem a mulheres cientistas que contribuíram significativamente para a citologia e a patologia. As personagens do simulador foram inspiradas em Florence Henrietta Lacks, Rosalind Franklin, Mary Papanicolaou e Andrea Malinvern, reconhecendo suas contribuições na história da ciência. No verso das cartas do HPV Combat, informações sobre essas cientistas foram incluídas para reforçar seu legado e inspirar novas gerações de profissionais da saúde (Figura 6 superior).

##### **4.3.1. Florence Nightingale**

Florence Nightingale (enfermeira no PapSim) foi pioneira da enfermagem moderna e atuou na Guerra da Crimeia, onde suas práticas de higiene reduziram significativamente a mortalidade. Criadora da Teoria Ambientalista, destacou a importância do ambiente no cuidado ao paciente. Também foi estatística e influenciou políticas de saúde pública. Seu legado permanece atual, sobretudo em contextos como a pandemia de COVID-19. Faleceu em 1910, deixando um marco duradouro na ciência do cuidado [Ribeiro, 2021].

##### **4.3.2. Rosalind Franklin**

Rosalind Franklin (paciente 1 no PapSim) foi essencial para a descoberta da estrutura do DNA, sendo responsável pela Fotografia 51, crucial para revelar a dupla hélice. Apesar dos desafios em um ambiente hostil e da apropriação indevida de seus dados por colegas, Franklin contribuiu com descobertas em virologia e materiais. Faleceu em 1958 sem o devido reconhecimento, tornando-se símbolo da luta por justiça na ciência [COBB, 2023].

##### **4.3.3. Mary Papanicolaou**

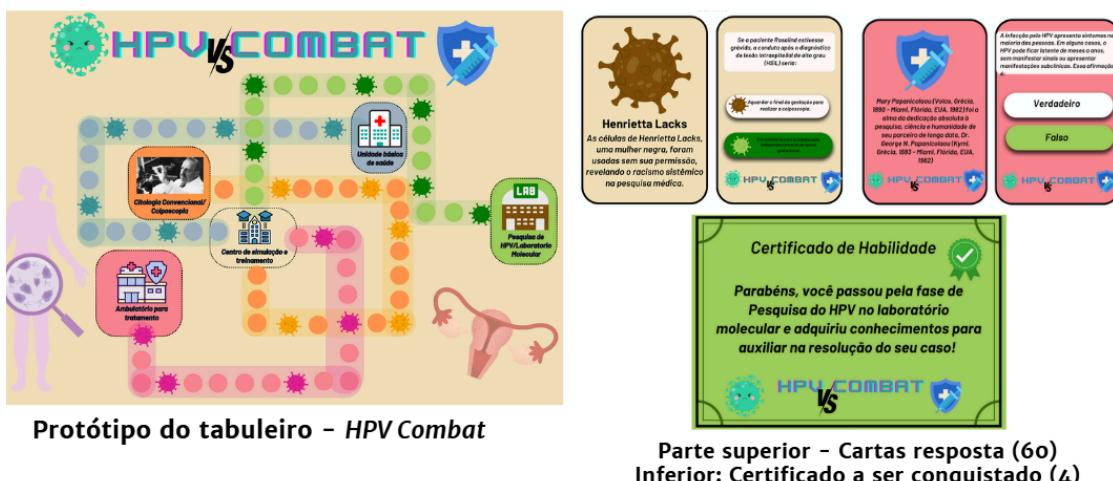
Mary Papanicolaou (paciente 2 no PapSim) foi figura-chave no desenvolvimento do exame de Papanicolaou. Esposa de George Papanicolaou, colaborou por mais de duas décadas na coleta e preparo das amostras, auxiliando diretamente na consolidação da citologia ginecológica. Descrita como gentil e dedicada, abriu mão da maternidade em prol da ciência. Faleceu em 1982, deixando um legado vital para a saúde pública [Chantzianou, 2014; Mammas, 2019].

##### **4.3.4. Henrietta Lacks**

Henrietta Lacks (médica patologista no PapSim) teve células coletadas sem consentimento durante tratamento para câncer cervical. Suas células HeLa se tornaram a primeira linhagem celular imortal, usadas mundialmente em avanços científicos, como vacinas e terapias. Sua história revela problemas éticos na pesquisa biomédica e inspira discussões sobre consentimento e justiça. Faleceu em 1951, mas seu legado influencia até hoje políticas de equidade científica [Mauffrey, 2017].

#### 4.3.5. Andrea Malinverni

Andréa Cristina de Moraes Malinverni é bióloga e professora da UNIFESP, com destaque em citogenética e patologia molecular. Atua com ensino, pesquisa e inovação, promovendo metodologias ativas na formação de profissionais de saúde. Seu trabalho reforça a prevenção do câncer e o uso da ciência como ferramenta de transformação. Assim como as mulheres homenageadas no PapSim, Andréa contribui significativamente para a educação e saúde pública [Silva, 2024].



**Figura 5.** (esquerda) Percursos do tabuleiro com os quatro destinos do HPV Combat. **Figura 6.** (superior) Verso das cartas com biografias. (Inferior) Certificações conquistadas.

#### 4.4. Integração dos protótipos: Simulador com o Jogo de tabuleiro

No protótipo do simulador, para evitar a progressão da lesão de alto grau de Rosalind para o câncer, os participantes são desafiados a enfrentar o jogo de tabuleiro, "HPV Combat", buscando obter os quatro certificados de habilidades. Para realizar a integração dos protótipos foi utilizado um microcontrolador.

O Digispark é um microcontrolador compacto e de baixo custo baseado no ATtiny85, desenvolvido para facilitar a prototipagem de projetos eletrônicos. Com apenas 8 pinos, sendo 6 deles utilizáveis como I/O, ele oferece uma solução acessível para aplicações que demandam interação com dispositivos USB, graças à sua capacidade de emular um teclado ou mouse. Em nosso projeto, utilizamos o Digispark para selecionar as cartas correspondentes do jogo de tabuleiro, para tal, configuramos o microcontrolador de forma que o botão amarelo corresponde a seta para a esquerda do teclado, o botão vermelho a seta para a direita e por fim o botão azul funciona como a tecla ENTER, usada para selecionar a carta necessária, com isso, o Digispark funciona como um controlador programável, que envia sinais e comandos previamente configurados ao computador. Sua facilidade de programação, integração com a IDE do Arduino e portabilidade o tornam uma escolha ideal para implementações que exigem funcionalidades customizadas em um formato reduzido (Figura 8).

A integração do simulador ao Centro de Treinamento do HPV Combat fornece um ambiente que pode aprimorar habilidades em coleta e análise citológica sem riscos para pacientes ou amostras reais. O simulador também oferece feedback imediato, permitindo um aprendizado progressivo e seguro.

Criar engajamento em jogos educativos é um desafio, pois é necessário equilibrar a jogabilidade com os objetivos pedagógicos. A combinação entre o jogo físico e digital amplia o potencial da experiência, tornando-a mais envolvente [Silva, 2024]. Após a validação, será possível avaliar não apenas o impacto na aprendizagem, mas também seu efeito na motivação dos usuários.

Essa proposta integrada ilustra o papel da tecnologia interativa na educação em saúde. Conforme apontado por [da Silva e Baranauskas, 2023], ainda são escassas as metodologias que consideram o bem-estar físico e emocional de usuários. A sinergia entre simulador e jogo de tabuleiro busca suprir essa lacuna e preparar os estudantes para desafios reais da prática profissional.



**Figura 7.** (esquerda) Representação das ações no simulador físico-digital. **Figura 8.** (direita) Integração do Digispark com botões programáveis para o jogo.

#### 4.5 Discussão

Os resultados da prova de conceito indicam que a integração entre simulador e jogo de tabuleiro contribui para uma experiência de aprendizado mais engajante e significativa, especialmente na assimilação de conteúdos relacionados à citologia ginecológica. A percepção positiva dos estudantes, evidenciada por sensações como descoberta, simulação e desafio, dialoga com os achados de Hipólito et al. (2024), que demonstraram a aceitação de jogos sérios como recursos eficazes para o ensino de técnicas citopatológicas. Assim como no estudo da Unicamp, os participantes desta pesquisa também reconheceram a importância da mediação docente e a utilidade de abordagens inovadoras antes da prática clínica, sugerindo que o uso do PapSim e do HPV Combat pode reduzir a ansiedade e favorecer a aprendizagem progressiva.

A proposta deste estudo também se alinha aos princípios de co-criação e acessibilidade observados em Martinovski et al. (2022), ao adotar soluções de baixo custo e promover a participação ativa de especialistas na construção dos protótipos.

Além disso, a ludificação do processo de ensino, conforme discutido por Silva et al. (2024), foi incorporada de forma estratégica para equilibrar elementos pedagógicos e lúdicos, favorecendo o engajamento dos estudantes. Um diferencial da presente proposta é a valorização da equidade de gênero por meio da inserção de personagens inspiradas em mulheres cientistas reais; uma estratégia ainda pouco explorada em jogos educacionais na área da saúde. Essa abordagem contribui para ampliar a representatividade feminina e fomentar reflexões críticas sobre o papel das mulheres na ciência, fortalecendo vínculos identitários e inspirando futuras profissionais da saúde. A utilização do microcontrolador como elo entre simulador e jogo reforça essa proposta integrativa e interativa, atendendo ao objetivo de promover não apenas o aprendizado técnico, mas também valores sociais e históricos essenciais à formação em saúde.

Embora ainda não proporcione interações simultâneas entre múltiplos estudantes, o projeto delineia avanços rumo a um sistema socioenativo ao integrar elementos físicos e digitais no processo de aprendizagem. Inspirado por perspectivas socioculturais como as de Vygotsky, o ambiente proposto valoriza a mediação social e a construção situada do conhecimento, antecipando futuras evoluções com interações colaborativas [Brandão & Baranauskas, 2025].

Diferente dos estudos anteriores, este trabalho propõe uma abordagem híbrida que integra simulador digital e jogo físico, com narrativa centrada em mulheres da ciência e foco nas etapas pré-analíticas da citologia. O uso de elementos físicos conectados por Arduino e a projeção de interação coletiva oferecem uma nova dimensão à aprendizagem. Esses aspectos ainda não explorados em conjunto nos trabalhos de Martinovski (2022), Hipólito (2024) e Silva (2024), reforçam a originalidade da proposta.

## 5. Limitações do estudo

A prova de conceito contou com a participação de apenas quatro estudantes. O uso do simulador requer dispositivos eletrônicos e acesso à internet, o que pode representar um desafio. Para mitigar essa limitação, os pesquisadores propõem o aluguel de equipamentos conforme o cronograma acadêmico, aproveitando a infraestrutura digital já disponível nos campi. A validação da ferramenta será essencial para avaliar seu potencial no ensino. Além da amostra reduzida, destaca-se o viés de seleção, já que os participantes foram voluntários e pertenciam a um único curso, o que limita a generalização dos achados. A ausência de grupo de controle e de análises estatísticas inferenciais também reduz a robustez dos resultados. Por fim, ressalta-se a dependência de recursos tecnológicos, o que pode representar um obstáculo em contextos educacionais com infraestrutura limitada. Pretende-se ampliar a amostragem em etapas futuras para mitigar esses vieses.

## 6. Conclusão

Este estudo apresentou uma proposta integrativa para o ensino da citologia ginecológica, combinando um simulador digital e um jogo de tabuleiro com o intuito de tornar o aprendizado mais dinâmico e acessível. Embora a ferramenta ainda não tenha sido amplamente testada e validada, os primeiros desenvolvimentos indicam um potencial

promissor para complementar a formação de futuros profissionais de saúde, especialmente no entendimento dos processos labororiais e da importância da detecção precoce do câncer cervical.

Além do aspecto educacional, a proposta também busca reconhecer e valorizar o papel das mulheres na ciência, trazendo como inspiração figuras históricas que tiveram contribuições significativas para a área da saúde. Florence Nightingale, Rosalind Franklin, Mary Papanicolaou, Henrietta Lacks e Andrea Malinvernini, cada uma em seu contexto, enfrentaram desafios e deixaram um legado que influencia a prática científica até os dias de hoje. Ao destacar essas trajetórias no simulador e no jogo, o projeto também se propõe a promover reflexões sobre a equidade de gênero na ciência e na saúde.

Como próximos passos, pretende-se avançar nos testes da ferramenta junto a estudantes e especialistas da área para avaliar sua eficácia no ensino da citologia ginecológica. A partir desses resultados, serão feitos ajustes e melhorias, visando ampliar o impacto da proposta e consolidá-la como um recurso complementar no ensino da patologia. A expectativa é que essa abordagem possa contribuir para a formação mais qualificada e engajada de futuros profissionais da saúde, alinhando-se às necessidades educacionais da área e às diretrizes de ensino interativo.

## 7. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

## 8. Referências

- Brandão, A. L., & Baranauskas, M. C. C. (2025). A conceptual framework for socienactive scenarios of play: a pilot study. In Conference Proceedings of DiGRA 2025: Games at the Crossroads, Tampere. DiGRA. <https://doi.org/10.26503/dl.v2025i2.2472>
- Chantziantoniou, N. (2014). Lady Andromache (Mary) Papanicolaou: the soul of gynecological cytopathology. Journal of the American Society of Cytopathology, 3(6), 319–326.
- COBB, M., & Comfort, N. (2023). What Rosalind Franklin truly contributed to the discovery of DNA's structure. Nature, 616(7958), 657–660. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-01313-5>
- CONITEC. Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no Sistema Único de Saúde. (2024). PORTARIA SECTICS-MS Nº 3: Decisão de incorporar, no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS, os testes moleculares para detecção de HPV oncogênico. [7MAR2024]. <https://www.gov.br/conitec/pt-br/mídias/relatórios/portaria/2024/portaria-sectics-ms-no-3-de-7-de-marco-de-2024/view>
- da Silva, A. G., Cardoso, E. H., Muller, L., Pereira, G. L. R., Duarte, M. de L., Lellis-Santos, C., Brandão, A. L., & Malinvernini, A. C. de M. (2024). Uma abordagem híbrida físico-digital para fortalecer a conscientização e prevenção do câncer de colo do

útero. In XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames 2024), Manaus, AM.

Estimate/2023 - Cancer Statistics. Brazil. Instituto Nacional de Cancer Jose Alencar Gomes da Silva (INCA). <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/numeros>

Germano da Silva, A., Ferreira Santino, S., Garnevi Fávero, A., Xavier Souza, R., Luiz Brandão, A., Araki Ribeiro, D., Yujra, V. Q., & de Moraes Malinverni, A. C. (2024). Exploring interactive strategies for teaching pathology in nursing graduation in southeast Brazil. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC*, 14(3), 126–137. <https://doi.org/10.31512/encitec.v14i3.1662>

Hipólito, M. C. V., de Lemos, O. D. L., & de Moraes, L. M. H. B. (2024). Simulação Virtual: Opinião de Estudantes de Enfermagem Sobre a Aprendizagem da Coleta da Citologia Oncótica por meio de um Serious Game. *Revista de Graduação USP*, 8(1), 57–66.

Mammas, I. N., Koutsaftiki, C., Papatheodoropoulou, A., & Spandidos, D. A. (2019). Mache Papanicolaou (1890–1982), the dedicated companion of the great benefactor: An interview with Dr Julie Kokkori, one of the only living relatives of Dr George N. Papanicolaou. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 18(4), 3248–3251. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.7951>

Martinovski, J. de S. G., Knihs, N. da S., Salum, N. C., Amante, L. N., Stein, M., Locks, M. O. H., & Rosa, L. M. da. (n.d.). Pap smear collection: Proposal of a low-cost simulator for health education.

Mauffrey, C., Giannoudis, P., Civil, I., Gray, A. C., Roberts, C., Pape, H. C., & Stengel, D. (2017). Pearls and pitfalls of open access: the immortal life of Henrietta Lacks. *Injury*, 48(1), 1–2.

Ribeiro, B. M. D. S. S., Scorsolini-Comin, F., Santos, S. V. M. D., & Dalri, R. D. C. D. M. B. (2021). Brazilian nursing in pandemic times and the bicentennial of Florence Nightingale. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 75, e20210081.

Rutes, W. D. F., Oliveira, H. D., & Hounsell, M. D. S. (2015). PEED: Uma metodologia para promoção do envolvimento de especialistas de domínio em projetos acadêmicos de jogos sérios. XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 447–454.

Silva, C., Rodrigues, F., Junior, R. V., & Alcantara, A. (2024, September). Ludificação: Um jogo híbrido para o ensino e aprendizagem da disciplina de Rede de Computadores em cursos de Ciência da Computação. In Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames) (pp. 147–152). SBC.

Taguchi, A., Yoshimoto, D., Kusakabe, M., Baba, S., Kawata, A., Miyamoto, Y., Mori, M., Sone, K., Hirota, Y., Osuga, Y. (2024). Impact of human papillomavirus types on uterine cervical neoplasia. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 50(8), 1283–1288. <https://doi.org/10.1111/jog.15995>