ISSN: 2358-8829

CHROMOQUEST: JOGO DIDÁTICO INVESTIGATIVO COMO ESTRATÉGIA PARA REVISÃO DE CITOGENÉTICA E COMPREENSÃO DAS ALTERAÇÕES CROMOSSÔMICAS

Hilda Maria de Santana Silva [1]
Brenda Martins de Lima [2]
Ana Cristina Lauer Garcia [3]

INTRODUÇÃO

O ensino de conteúdos da Biologia, particularmente no campo da Genética e da Citogenética, configura-se como um dos cenários complexos e desafiadores na Educação Básica e no Ensino Superior. Essa complexidade decorre, prioritariamente, do alto grau de abstração dos conceitos envolvidos, como a organização e compactação do material genético, os mecanismos de divisão celular e o reconhecimento das alterações cromossômicas estruturais e numéricas. Além da natureza abstrata dessas temáticas, o processo de ensino-aprendizagem é frequentemente dificultado pelo fato de que muitas instituições de ensino não dispõem de infraestrutura e recursos laboratoriais para a observação microscópica direta das estruturas e processos celulares (BEZERRA, 2024; MARACAIPE, 2024; SILVA et al., 2024).

Em muitas salas de aula, a abordagem desses conteúdos ainda ocorre de maneira predominantemente expositiva e tradicional, concentrada na memorização de nomenclaturas e conceitos, nem sempre acompanhada de contextualização que favoreça a compreensão dos fenômenos biológicos (FONSECA; SILVA JUNIOR; JESUS, 2024). Adicionalmente, levantamentos bibliométricos apontam que as pesquisas voltadas ao ensino de Genética no Brasil não acompanharam o crescimento observado em outras áreas do Ensino de Biologia, apresentando tendência de decréscimo na produção científica nos últimos anos (FONSECA; SILVA JUNIOR; JESUS, 2024). Esse cenário evidencia a necessidade de ampliar a elaboração e a utilização de estratégias pedagógicas que favoreçam a compreensão conceitual e reduzam a dependência da memorização descontextualizada.

[1] Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, hilda.maria@ufpe.br;
[2] Graduando pelo Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, brenda.mlima@ufpe.brufpe.br;
[3] Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, Centro Acadêmico de Vitória anacristina.garcia@ufpe.br.

ISSN: 2358-8829

Diante dessas limitações, a diversificação metodológica por meio de recursos lúdicos, modelos concretos e atividades investigativas apresenta-se como uma possibilidade para favorecer a aprendizagem de conceitos abstratos no ensino de Ciências (SILVA et al., 2024; YI; SHREYANS; VALLABHAJOSYULA, 2025). A utilização de jogos didáticos e representações práticas pode contribuir para tornar os conteúdos mais acessíveis aos estudantes, ao mesmo tempo em que favorece a interação, a colaboração e a articulação entre conhecimentos teóricos e situações práticas (SILVA et al., 2024; XIE et al., 2025).

Nesse contexto, os jogos didáticos podem ultrapassar a função de entretenimento e constituir-se como recursos pedagógicos capazes de organizar a interação entre os estudantes, estimular a participação e possibilitar a revisão de conteúdos de maneira dinâmica. Quando associados a objetivos pedagógicos definidos, esses recursos podem favorecer a retomada e a aplicação de conceitos, permitindo que a revisão não se limite ao formato tradicional de perguntas e respostas, mas envolva interação, tomada de decisão e construção coletiva do conhecimento (SILVA et al., 2024; XIE et al., 2025).

Como recurso complementar, a integração de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), como o direcionamento para recursos visuais explicativos e pistas por meio de QR codes, pode ampliar as possibilidades de mediação durante atividades pedagógicas. Quando articulados aos objetivos de aprendizagem e à mediação docente, esses recursos podem fornecer informações adicionais e auxiliar os estudantes na interpretação de situações-problema e na reorganização de hipóteses durante a resolução das questões (PEREIRA, 2025).

A articulação entre essas perspectivas as dificuldades associadas ao ensino da Citogenética, a necessidade de diversificação metodológica, o uso de recursos lúdicos, a abordagem investigativa e a integração de recursos digitais fundamentou o desenvolvimento do ChromoQuest. Trata-se de um jogo didático investigativo, concebido no formato de baralho, destinado à revisão de conteúdos relacionados às alterações cromossômicas estruturais e numéricas. A proposta organiza as cartas em três níveis progressivos de dificuldade, identificados pelas cores verde, amarela e vermelha, de acordo com o nível de complexidade das questões e com as operações cognitivas mobilizadas, partindo da identificação e compreensão de conceitos básicos até a análise de situações-problema que exigem maior articulação dos conhecimentos.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar o processo de elaboração e a estrutura pedagógica do jogo didático investigativo ChromoQuest como recurso para a revisão de conteúdos de Citogenética, discutindo suas potencialidades para estimular a participação, a interpretação de informações e o desenvolvimento do raciocínio científico dos estudantes.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

ISSN: 2358-8829

. Elaboração e Concepção dos Recursos Didáticos:

A confecção do jogo didático investigativo ChromoQuest foi realizada combinando o design digital e a produção manual de baixo custo, visando à fácil reprodução em ambientes escolares. O design visual das cartas, das fichas de suporte com QR codes, do manual do professor e da tabela de pontuação foi desenvolvido com o auxílio de ferramentas de inteligência artificial e editoração na plataforma Canva. Para o componente de sorteio, utilizou-se um molde de dado em formato PNG obtido na internet, impresso, recortado e montado manualmente. Da mesma forma, as três caixas organizadoras foram confeccionadas de forma artesanal a partir de caixas de papelão revestidas com papel colorido nas cores verde, amarela e vermelha, servindo para acondicionar e identificar as cartas numeradas pertencentes a cada nível de dificuldade.

O manual do Professor foi confeccionado contendo a numeração exata de cada pergunta acompanhada da respectiva resposta e justificativa científica para controle e mediação do docente. De forma integrada, as fichas de QR Code foram igualmente numeradas de acordo com a questão correspondente e configuradas para apresentar dicas investigativas diversificadas aos estudantes, abrangendo imagens explicativas, informações conceituais e vídeos curtos de apoio ao raciocínio.

. Classificação dos Níveis de Dificuldade e Operação Cognitiva:

O jogo foi estruturado no formato de baralho e organizado em três módulos progressivos de dificuldade, categorizados de acordo com a operação cognitiva exigida para a resolução de cada questão:

- **Nível Introdutório (Cartas com traço verde):** Questões voltadas para a identificação, definição e reconhecimento de conceitos básicos da Citogenética (valor: 1 ponto por acerto).
- **Nível Intermediário (Cartas com traço Amarelo):** Questões que exigem a articulação, relação e comparação entre diferentes conceitos e alterações cromossômicas (valor: 3 pontos por acerto).
- **Nível Avançado/Investigativo (Cartas com traço vermelho)**: Situações-problema e estudos de caso que demandam a análise de evidências, interpretação de dados, aplicação de conhecimentos e elaboração de justificativas fundamentadas (valor: 5 pontos por acerto).

. Organização Inicial e Regras Gerais de Execução:

A atividade é planejada para aplicação presencial com a turma dividida em três grupos. Previamente à execução, o docente organiza os materiais do jogo, mantendo sob

ISSN: 2358-8829

sua posse o manual oficial de respostas, as fichas com QR codes de dicas, as caixas organizadoras de papelão revestido e a ficha com os critérios de pontuação.

A ordem inicial de jogada é definida por um sorteio com o dado confeccionado manualmente, iniciando o grupo que obtiver o maior número. Essa ordem permanece fixa até o término da atividade, garantindo igualdade de oportunidades e eliminando a necessidade de novos sorteios a cada rodada. A progressão entre os módulos de cor é estritamente obrigatória: a turma inicia exclusivamente no Módulo Verde e só avança para as cartas amarelas após a conclusão de todas as verdes, passando às vermelhas somente após o encerramento das amarelas.Dessa maneira, todos os grupos percorrerão os mesmos níveis de dificuldade e terão acesso às mesmas etapas do jogo, estabelecendo um percurso de revisão gradual dos conteúdos de Citogenética.

. Fluxo Passo a Passo da Rodada (Detalhamento Prático da Dinâmica)

Cada rodada do ChromoQuest cumpre rigorosamente a seguinte sequência operacional:

1. **Escolha da Carta**: O grupo responsável pela vez escolhe uma carta aleatória na caixa do nível vigente (revestida na cor correspondente) e a entrega ao professor.
2. **Leitura e Primeira Tentativa:**O docente realiza a leitura da pergunta para toda a turma e localiza a chave de correção no manual oficial, o qual conta com a numeração exata correspondente a cada carta sorteada da caixa do nível vigente. A equipe responsável pela carta tem a primeira oportunidade de resposta, devendo obrigatoriamente alternar o integrante que a verbaliza a cada rodada para assegurar a participação de todos os estudantes.
3. **A equipe que selecionou a carta tem a primeira oportunidade de resposta.** Em cada rodada, a equipe deverá alternar o integrante responsável por apresentar a resposta, de modo que, ao longo da atividade, todos tenham a oportunidade de participar. A discussão das questões será realizada coletivamente, permitindo que os integrantes contribuam para a construção das respostas.
4. **Sistema de Rebatedor (Acerto e Erro):** Se a equipe acertar, recebe a pontuação correspondente à cor da carta. Caso erre, a pergunta é repassada para os demais grupos (sistema de rebatedor), permitindo que outra equipe responda e favorecendo a participação coletiva.

ISSN: 2358-8829

5. **Abordagem Investigativa e Pistas via QR Code:** Caso nenhum dos grupos resolva a questão de imediato, o docente disponibiliza uma pista complementar por meio da leitura de um QR code. As fichas contendo os códigos são distribuídas impressas a todos os grupos simultaneamente garantindo o acesso isonômico às dicas ou projetadas, caso a instituição disponha de recursos tecnológicos. Ao escanear o QR code, as equipes têm acesso a mídias variadas (como imagens explicativas, resumos conceituais ou vídeos curtos) para analisar a nova evidência, reavaliar suas hipóteses e reorganizar a resposta antes da explicação final do professor.
6. **Mediação Docente e Ressignificação do Erro:** Permanecendo a dúvida após a pista do QR code, o professor intervém com uma breve explicação conceitual, assumindo o papel de mediador e transformando o erro em momento construtivo de aprendizagem. de modo que o objetivo da dinâmica não seja exclusivamente a competição, mas também a compreensão e a consolidação dos conteúdos.
7. **Transição de Rodada:** Concluída a resolução da questão, a vez de escolher a carta seguinte passa automaticamente para o próximo grupo na ordem fixa previamente estabelecida, independentemente de qual equipe tenha acertado a pergunta anterior.

. Critérios de Pontuação e Avaliação de Desempenho

Para assegurar o equilíbrio do sistema competitivo e evitar que a pontuação elevada das cartas vermelhas gere disparidades desproporcionais, adota-se uma estrutura de pontuação tripartite:

1. **Pontuação Individual da Carta:** Atribuição direta de 1 ponto (verde), 3 pontos (amarelo) ou 5 pontos (vermelho) por acerto.
2. **Pontuação Complementar do Módulo:** Ao final de cada etapa de cor, contabiliza-se a quantidade total de questões acertadas por cada grupo, somando esse valor ao total para valorizar a consistência de acertos ao longo de toda a partida.
3. **Bônus por Sequência de Acertos:** Concessão adicional de 5 pontos ao atingir 5 acertos consecutivos e de 10 pontos ao atingir 10 acertos consecutivos.

A equipe que apresentar o maior somatório de pontuação, ao final da dinâmica será considerada vencedora. A competição constitui apenas um dos elementos da proposta, uma vez que o jogo foi estruturado principalmente como recurso didático para favorecer a revisão, a participação ativa, a interpretação de situações-problema e a consolidação dos conhecimentos relacionados à Citogenética.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O produto educacional desenvolvido consiste no jogo de baralho ChromoQuest, concebido para viabilizar a revisão dinâmica, ativa e investigativa de conteúdos de Citogenética. O conjunto físico final abrange os baralhos com traços nas tonalidades verde, amarelo e vermelho, representando respectivamente os nível de dificuldade, caixas organizadoras artesanais em papelão revestido, dado montado, fichas de apoio com QR codes, tabela de controle de pontuação e o manual de gabarito do mediador (Figura 1).





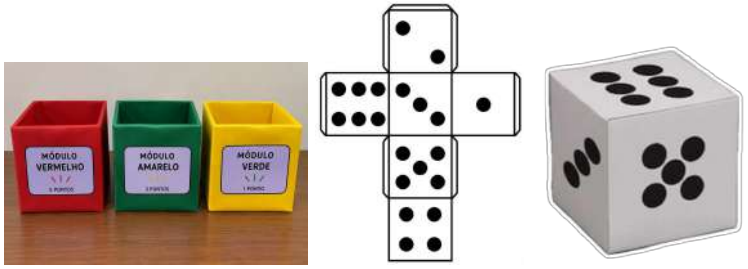




Figura 1. Conjunto de representações dos componentes do jogo didático ChromoQuest: Baralhos divididos com traços nas cores verde, amarela e vermelha;Caixas organizadoras artesanais, revestidas por cor de nível; Dado de sorteio impresso e montado a partir de molde PNG; Fichas de suporte com QR Codes para pistas investigativas; Manual de Respostas do Professor e Tabela de Pontuação.

Módulo Verde: Consolidação de Conceitos Básicos e Fundamentação

As cartas de cor verde integram a etapa introdutória da dinâmica. Nelas, os estudantes são desafiados a resgatar definições fundamentais sobre a estrutura cromossômica, morfologia (centrômero, braços cromossômicos), cromátides-irmãs, bem como a diferenciação conceitual entre euploidias e aneuploidias.





Figura 2. Exemplares de cartas do Módulo Verde (Nível Introdutório), destacando questões de definição e identificação de estruturas cromossômicas e conceitos básicos de Citogenética.

A utilização do nível introdutório no início da revisão alinha-se à necessidade de estabelecer uma base conceitual sólida antes de exigir operações cognitivas de maior complexidade.

3. Módulo Amarelo: Articulação, Relação e Comparação Conceitual

No nível intermediário (cartas amarelas), as questões exigem que os grupos estabeleçam relações e comparações diretas entre diferentes tipos de rearranjos cromossômicos. Os estudantes devem diferenciar, por exemplo, as implicações de mutações não balanceadas (deleções e duplicações) e balanceadas (inversões e translocações), ou comparar mecanismos de alterações numéricas e estruturais.

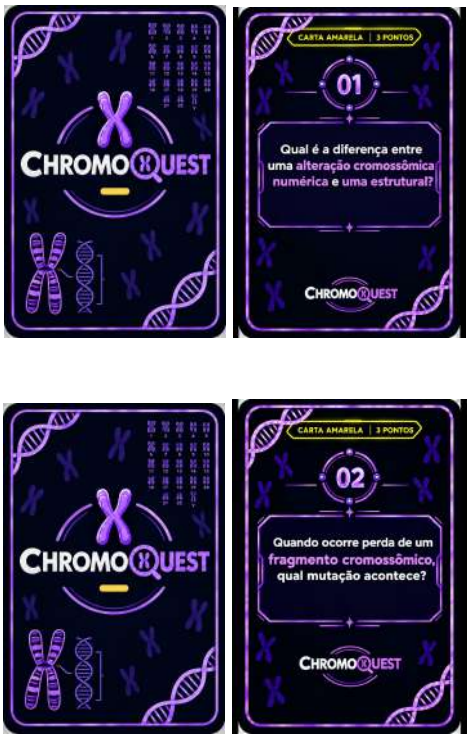


Figura 3. Exemplares de cartas do Módulo Amarelo (Nível Intermediário), evidenciando questões de comparação entre mutações estruturais (deleção, duplicação, inversão e translocação).

A transição da mera identificação para a comparação conceitual supera o modelo tradicional de ensino focado na memorização passiva e na repetição de nomenclaturas. A exigência de relacionar conceitos promove o conflito cognitivo necessário para que a aprendizagem se torne significativa e duradoura.

4. Módulo Vermelho: Abordagem Investigativa e Resolução de Situações-Problema

O módulo avançado (cartas vermelhas) constitui o núcleo investigativo do ChromoQuest. As cartas apresentam situações-problema baseadas em dados biológicos, ideogramas/cariótipos e contextos clínicos (como Síndrome de Down, Síndrome de Turner, Síndrome de Klinefelter, Leucemia Mieloide Crônica e Cromossomo Filadélfia). Os estudantes precisam analisar as evidências fornecidas, diagnosticar a alteração e justificar a resposta com base no raciocínio científico.



Figura 4. Exemplares de cartas do Módulo Vermelho (Nível Avançado/Investigativo), ilustrando situações-problema com análise de cariótipos, heredogramas e diagnósticos de alterações cromossômicas.

A abordagem de situações-problema aproxima os discentes do fazer científico. Em vez de apenas responder "o que é" determinada síndrome ou mutação, os alunos

investigam "como e por que" a alteração ocorreu a partir dos dados apresentados. Essa estrutura estimula o desenvolvimento de habilidades argumentativas e de análise crítica.

5. Mediação Tecnológica (QR Code) e a Ressignificação do Erro

Nas situações em que os grupos não alcançam a resposta correta de imediato, o uso das fichas de QR Code introduz novas pistas visuais e conceituais. Esse recurso atua como suporte ao raciocínio científico (*scaffolding*), orientando a reorganização do pensamento da equipe.



Figura 5. Representação das Fichas de apoio com QR Code e interface digital de visualização de pistas interativas para orientação do raciocínio investigativo dos estudantes.

A inserção de TDICs simples (como QR codes) complementa a regência docente sem substituí-la. A dinâmica transforma o erro em uma etapa construtiva do processo de aprendizagem: diante da falha inicial, o grupo não é punido, mas incentivado a reavaliar suas hipóteses a partir das novas pistas fornecidas, consolidando a mediação docente no ambiente colaborativo.

6. Instrumentos de Gestão e Avaliação: Manual do Professor, Ficha de Pontuação e Dado

A organização e a condução da partida contam com três instrumentos essenciais de suporte pedagógico e operacional: o Manual do Professor, a Ficha de Controle de Pontuação e o Dado de Sorteio.

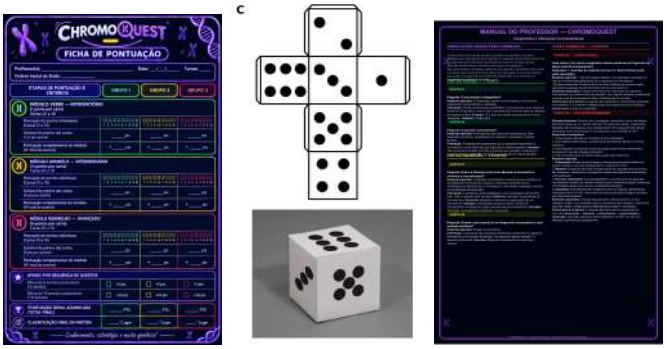


Figura 6. Instrumentos operacionais e pedagógicos do jogo ChromoQuest reunidos: (A) Manual do Professor com regras do jogo , numeração exata, respostas oficiais e justificativas científicas; (B) Ficha de Registro de Pontuação Contínua para controle de pontos por módulo, acertos e bônus por sequência;Dado para o sorteio (C)

O Manual do Professor atua como gabarito e guia mediador com respostas fundamentadas. A Ficha de Pontuação registra o desempenho em tempo real (pontos, somatório por módulo e bônus por sequência), assegurando transparência nas rodadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ChromoQuest apresenta-se como uma ferramenta didática voltada ao ensino de Citogenética, articulando aspectos lúdicos, interativos e investigativos como forma de favorecer a construção do conhecimento. A proposta apresenta potencial para favorecer uma abordagem mais dinâmica dos conteúdos, ao incorporar elementos lúdicos, situações-problema e momentos de interação entre os estudantes. Nesse sentido, seu caráter investigativo poderá favorecer não apenas a retomada e consolidação de conceitos, mas também o desenvolvimento de habilidades de análise e argumentação diante das situações apresentadas.

Além disso, por utilizar materiais acessíveis e de baixo custo, o recurso apresenta potencial de adaptação e reprodução em diferentes contextos escolares, considerando as distintas condições e realidades encontradas nas instituições de ensino. Espera-se, portanto, que o ChromoQuest amplie as possibilidades de mediação docente e contribua para tornar o ensino de Citogenética mais significativo, participativo e contextualizado, aproximando os estudantes do conhecimento científico por meio de uma experiência lúdica e investigativa.

Palavras-chave: Ensino de genética, Citogenética, Jogos didáticos, Alterações cromossômicas, Metodologias ativas.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Michele Santos. Análise do conteúdo de alterações cromossômicas em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Biologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Princesa Isabel, 2024.

FONSECA, Christian dos Santos; SILVA JUNIOR, Juvenal Cordeiro; JESUS, Alaércio Moura Peixoto de. O ensino de genética no Brasil: um estudo métrico sobre a produção científica na área de ensino de ciências. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 29, n. 1, p. 135-156, abr. 2024.

MARACAIPE, A. Sequência didática para o ensino de citogenética e síndromes cromossômicas: um relato de experiência. Caderno Pedagógico, Curitiba, v. 21, n. 12, p. 1-23, 2024.

PEREIRA, Tâmila de Cássia de Lima. Uso de tecnologias digitais no ensino de genética: possibilidades pedagógicas para o ensino de ciências. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Patos, 2025.

SILVA, Giselle Camila do Nascimento; ALENCAR, Márcio Douglas Vieira; LIMA, Rennata Silva de; SANTOS, Gabriela Severina dos. Modelo didático para compreender o ciclo endomitótico, estrutura e formação dos cromossomos politênicos. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 11., 2024, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Realize Editora, 2024. p. 1-12.

XIE, B. Z. et al. Team based learning pedagogy enhances the education quality: a systematic review and meta-analysis. BMC Medical Education, v. 25, n. 580, p. 1-12, 2025.

YI, T. Y.; SHREYANS, P.; VALLABHAJOSYULA, R. Learning by making-student-made models and creative projects for medical education: systematic review with qualitative synthesis. BMC Medical Education, v. 25, n. 143, p. 1-15, 2025.

---

[1] Graduando do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, hilda.maria@ufpe.br ;

[2] Graduando do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, brenda.mlima@ufpe.br;

[3] Professor orientador: doutor, Universidade Federal de Pernambuco, PE, Centro Acadêmico de Vitória ,anacristina.garcia@ufpe.br.