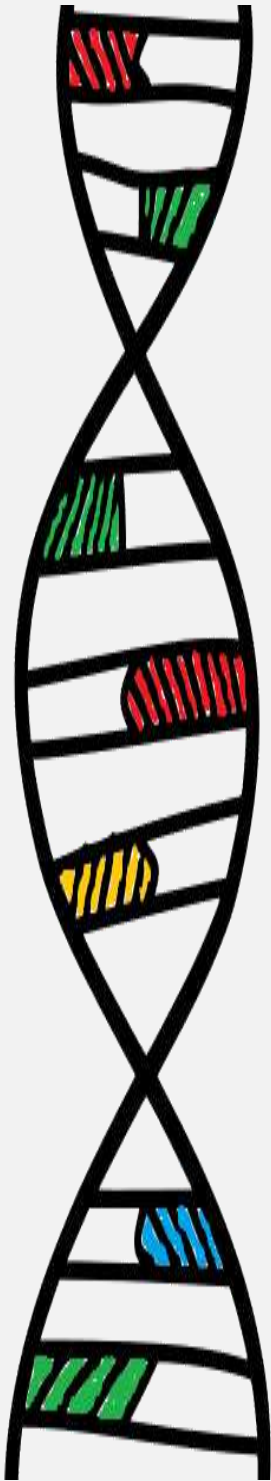


# *Ensinando* **Genética**

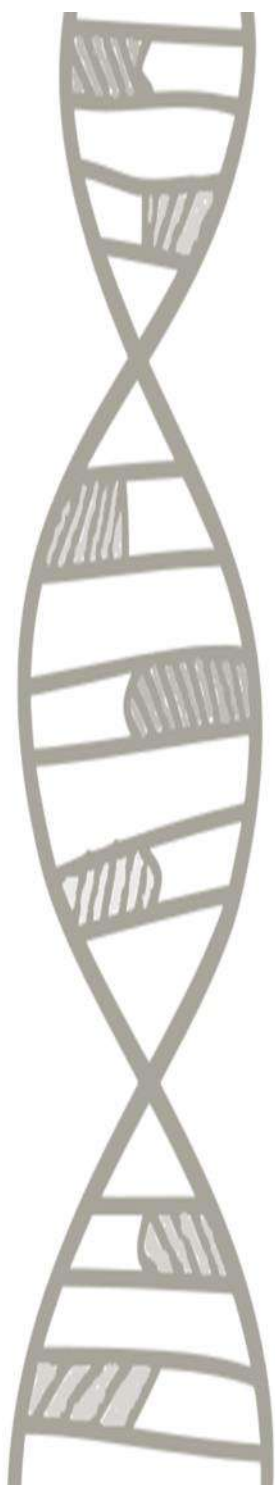
Propostas e abordagens alternativas

Edimar Olegário de Campos Júnior | Org.  
Fernanda Fernandes dos Santos Rodrigues | Org.



# *Ensinando* **Genética**

Propostas e abordagens alternativas



# *Ensinando* **Genética**

**Propostas e abordagens alternativas**

© 2018 Edimar Olegário de Campos Júnior, Fernanda Fernandes dos Santos Rodrigues

Todos os direitos reservados aos autores. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. A postagem (ou compartilhamento) desse material em blogs, perfis pessoais, redes sociais e demais veículos não é autorizada pela editora. O(s) autor(es) de cada capítulo se responsabilizam pelos direitos autorais de textos e imagens dessa obra e se colocam à disposição para dar os devidos créditos a qualquer autor que se sentir descreditado.

**Elaboração, distribuição e informações:**

**EDITORA FUCAMP**

Av. Brasil Oeste, s/n – Jardim Zenith  
38500-000 – Monte Carmelo – MG  
Tel.: (34) 3842-5272  
fucamp@fucamp.edu.br  
www.fucamp.edu.br/instituicao/editora

**Coordenação do Conselho Editorial:**

Cristina Soares de Sousa

**Conselho Editorial:**

Emiliano Silva Costa  
Cássio Resende Moraes  
Geilson Nunes  
Gustavo Batista Araújo  
Kelma Mendonça Gheli  
Luciana Zunsteim  
Luciana Maria de Lima  
Márcia Regina Gonçalves Cardoso  
Márcia Rodrigues Luiz da Silva  
Rafaela Cardoso  
Roselaine das Chagas  
Tânia Nunes Davi

Edição e Capa: Boscolli Barbosa Pereira

Revisão: Os autores

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

---

**Campos Júnior, Edimar Olegário; Rodrigues, Fernanda Fernandes dos Santos**

Ensinando Genética [livro eletrônico]: propostas e abordagens alternativas /  
Edimar Olegário de Campos Júnior, Fernanda Fernandes dos Santos Rodrigues, Org. - -

Vários autores.

Monte Carmelo, MG : Editora FUCAMP, 2018.

2,3 MB ; PDF

Bibliografia

**ISBN 978-85-99252-15-4**

1. Ensino – Genética 2. Metodologia - Ciência - Atividades 3. Educação - Biotecnologia - Métodos

4. Práticas Educacionais - Brasil.

II. Título.

CDD – 371.3

**Índices para catálogo sistemático:**

---

Ensinando Genética:

Propostas didáticas e alternativas metodológicas para o ensino de Genética

Didática – Métodos de Ensino – Instrução (EDUCAÇÃO): 371.3



## Apresentação

A organização deste livro nasceu do anseio de incentivar professores do Ensino Médio na elaboração e criação de atividades além das práticas tradicionais vivenciadas em sala de aula. As propostas aqui descritas (modelos didáticos, jogos e atividades mistas), referentes ao conteúdo de Ciências Biológicas, de maneira mais específica quanto aos temas de Genética Clássica e Molecular, constituem-se como alternativa para dinamização das atividades docentes, oportunizando, assim, o aperfeiçoamento dos leitores.

As oportunidades destacadas nesta obra não carecem de espaços/laboratórios altamente equipados para a execução e realização da intervenção didática. Ao contrário, as práticas propostas prezam pela utilização de materiais acessíveis e a flexibilização dos temas, de forma que as atividades podem ser reformatadas de acordo com as necessidades do professor.

Os conteúdos buscam uma visão integrada dos temas de Ciência, induzindo uma abordagem interdisciplinar do ensino. Procuramos apresentar assuntos pouco e muito explorados no contexto de Genética, possibilitando a expansão do conhecimento teórico e a revitalização das práticas didático-pedagógicas.

De modo geral, os capítulos organizam-se a partir da apresentação do assunto e objetivos da atividade, da montagem e regra para condução da atividade e da atuação do professor, além das considerações finais. Além disso, todas as propostas foram ilustradas, a fim de facilitar a confecção das práticas sugeridas.

Diversas das propostas apresentadas foram validadas nas edições do Congresso Brasileiro de Genética, no Programa Genética na Praça, o qual seleciona as melhores propostas do país para exposição a professores, alunos e participantes do Congresso. As demais propostas foram praticadas como representações de “estudos pilotos” em sala de aula para determinar as limitações e reflexões para melhoria das práticas. O formato aqui apresentado é resultado, portanto, das melhorias apontadas pelos alunos e docentes atuantes.

Espera-se que esta obra sirva de estímulo para docentes e discentes, tanto para o favorecimento das situações de ensino-aprendizagem, como para a democratização e popularização das Ciências, auxiliando na compreensão dos conhecimentos sobre Genética.

## Sumário

<b>Apresentação</b> .....	<b>06</b>
<b>Capítulo 1   Brincando de aprender o Jogo da Vida</b> <i>LUANA PEREIRA DOS SANTOS</i> <i>VANESSA CAROLINA DE SENA CORREIA</i> <i>SANDRA MORELLI</i> .....	<b>08</b>
<b>Capítulo 2   Jogando dominó se aprende Engenharia Genética</b> <i>VANESSA CAROLINA DE SENA CORREIA</i> <i>LUANA PEREIRA DOS SANTOS</i> <i>SANDRA MORELLI</i> .....	<b>13</b>
<b>Capítulo 3   Os Supergenéticos: Cariotipando</b> <i>EDIMAR OLEGÁRIO DE CAMPOS JÚNIOR</i> <i>FERNANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES</i> <i>CRISTINA SOARES DE SOUSA</i> <i>BOSCOLLI BARBOSA PEREIRA</i> .....	<b>18</b>
<b>Capítulo 4   Cariótipo, gene e câncer: uma proposta de modelo didático</b> <i>CARLOS FERNANDO CAMPOS</i> <i>EDIMAR OLEGÁRIO DE CAMPOS JÚNIOR</i> <i>FERNANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES</i> <i>BOSCOLLI BARBOSA PEREIRA</i> .....	<b>25</b>
<b>Capítulo 5   Batalha Gênica</b> <i>RAFAEL CÉSAR BOLLELI FARIA</i> <i>MATIAS JOSÉ LANDIM</i> <i>FERNANDA STEFANI ALVES COSTA</i> .....	<b>34</b>
<b>Capítulo 6   O impostor genético</b> <i>EDIMAR OLEGÁRIO DE CAMPOS JÚNIOR</i> <i>CARLOS FERNANDO CAMPOS</i> .....	<b>43</b>
<b>Capítulo 7   Bingo da Genética Moderna</b> <i>FERNANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES</i> <i>CARLOS FERNANDO CAMPOS</i> <i>BOSCOLLI BARBOSA PEREIRA</i> .....	<b>49</b>
<b>Capítulo 8   Bloody Combat</b> <i>RAFAEL CÉSAR BOLLELI FARIA</i> <i>JENIFFER RAFAELA ALBANO</i> <i>LUCAS ROCHA MILANI</i> .....	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>63</b>
<b>Sobre os autores</b> .....	<b>67</b>

**RESUMO:** O material didático proposto é o jogo da amarelinha do desenvolvimento humano, e pode ser utilizado na disciplina de biologia, com o objetivo de dinamizar as aulas de genética e embriologia. As fases embrionárias serão representadas em folhas de EVA recortadas no formato das estruturas (ex. a folha da primeira casa será o espermatozóide, e o céu será o feto). Essa metodologia permite aos alunos a visualização e compreensão das diferentes fases do desenvolvimento embrionário, iniciando pelos gametas, seguido pela fecundação que gera a célula-ovo e abordam os processos de divisão celular para formação da mórula, blastocisto, gástrula até o feto. A utilização da brincadeira amarelinha, como recurso pedagógico, facilita a fixação dos conceitos sobre a embriogênese e os mecanismos genéticos envolvidos, incluindo temas polêmicos como células-tronco embrionárias e clonagem.

*Luana Pereira dos Santos*

*Vanessa Carolina de Sena Correia*

*Sandra Morelli*



## *Brincando de aprender o Jogo da Vida*

### Introdução

O desenvolvimento em animais que se reproduzem sexuadamente inicia com a fertilização, a união entre o espermatozóide e o óvulo para criar uma única célula: o zigoto diplóide, que contém informações genéticas provenientes do pai e da mãe (PURVES et al., 2002). Esta célula se divide progressivamente, e dá origem a um ser multicelular, organizado em sistemas complexos.

Na fase de oito a dezesseis células, as células do embrião se diferenciam em dois grupos: um grupo de células externas que vão originar a placenta e os anexos embrionários, e uma massa de células internas que vão originar o embrião propriamente dito. Após 72 horas, este embrião, agora com cerca de cem células, é chamado de blastocisto. É nesta fase que ocorre a implantação do embrião na cavidade uterina. As células internas do blastocisto vão originar as centenas de tecidos que compõem o corpo humano. São chamadas de células tronco embrionárias pluripotentes (ZATS, 2004).

As células indiferenciadas presentes no estágio inicial de desenvolvimento do embrião (blastocisto) começaram a ser interesse dos cientistas. Segundo alguns pesquisadores, este tipo de célula-tronco apresentaria grandes vantagens em relação às células-tronco adultas por possuir um maior potencial de “plasticidade”, respondendo melhor aos processos de diferenciação induzida para a produção de linhagens, além de possibilitar a superação das limitações genéticas que, no caso de terapia de doenças congênitas, apresentariam as células-tronco adultas (GALLIAN, 2005).

Os temas desenvolvimento humano e células-tronco foram escolhidos para serem representados através deste jogo didático e demonstrar que jogos animados servem para ajudar a fixar conteúdos complexos, além de permitir ao aluno a possibilidade de visualizar as diferenças

que ocorrem durante esses processos e facilitar o entendimento das mudanças genéticas envolvidas nas fases do desenvolvimento embrionário.

Segundo Rodrigues et al. (2004) há grande obstáculo entre o docente e o discente no ensino de Embriologia Humana devido à escassez de material didático, tornando a aula superficial, dispersante, dificultando o aprendizado.

Os jogos surgem como ferramentas metodológicas para dinamizar a aprendizagem e necessitam de uma preliminar aplicação teórica. Assim o jogo por ser didático esta diretamente relacionado ao ensino de conceitos e/ou conteúdos, sendo organizado com regras e atividades programadas, o que mantém um equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa.

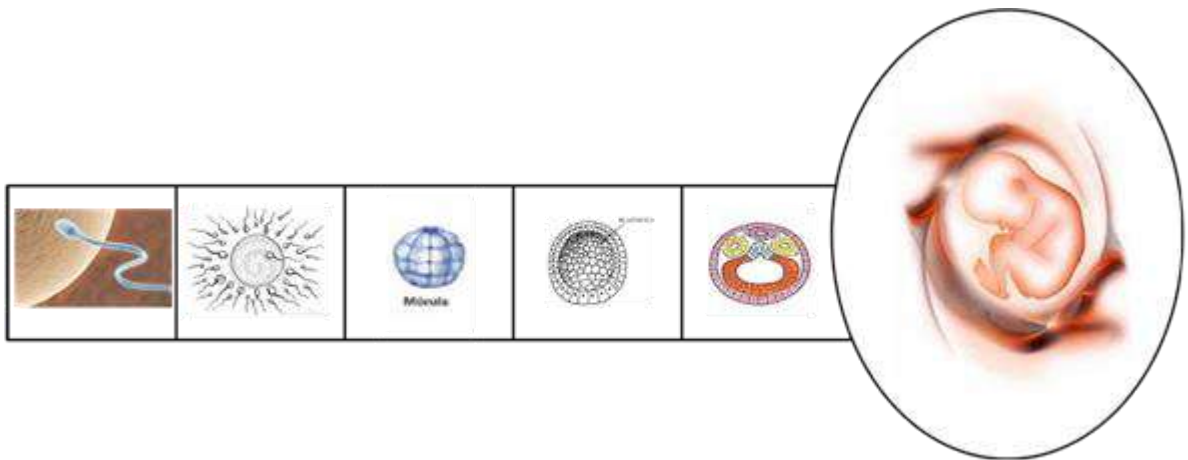
### **Componentes do jogo**

- Folhas de EVA (Etil Vinil Acetato) para confeccionar as diferentes fases embrionárias;
- Papel contact para plastificação do material;
- Tesoura;
- Pincel multicolor;
- Cola quente.

### **Regras do jogo**

O material didático será confeccionado no formato do jogo da amarelinha e sua demonstração terá os seguintes passos:

Os gametas, a fecundação e as fases embrionárias serão representados em folhas de EVA e recortadas no formato das estruturas (Figura 1). Cada folha será uma etapa do jogo da amarelinha e representará a formação e o desenvolvimento humano: espermatozóide, óvulo, fecundação, mórula, blástula, gástrula, neurulação e o feto.



**Figura 1.** Esquema para organização do campo da amarelinha.

Dois jogadores, um de cada vez, terão que lançar uma pedra (ou dado) na primeira casa e responder a pergunta relacionada ao desenho daquela etapa (Figura 2). Se acertar, prossegue o jogo como na brincadeira da amarelinha, retornando ao início e lançando a pedra na segunda fase e respondendo a próxima pergunta. Cada pergunta respondida corretamente acumula pontos.



**Figura 2.** Imagem da amarelinha confeccionada com E.V.A.

### Atuação do Professor

O professor deve aplicar a amarelinha como forma de fixação e revisão do conteúdo. Sendo necessária inicialmente a aula teórica e posteriormente o jogo. Alguns alunos podem ser sorteados para participar, ou a brincadeira pode ser inclusa entre outras brincadeiras em uma competição entre grupos, no qual um representante de cada grupo participa e os demais do grupo podem ajudar responder as perguntas.

As perguntas devem ter respostas curtas, para agilizar a brincadeira e não cansar, dispersar os demais colegas que acompanham a prova. Exemplo:

*Quantos cromossomos têm o óvulo?*

*Quais as partes do espermatozóide penetram no óvulo?*

*Quantos óvulos e espermatozoides estão envolvidos na formação de gêmeos univitelinos?*

### Considerações finais

Os alunos apresentam dificuldades em aprender os processos biológicos devido à falta de material didático que facilitem a visualização de tais estruturas microscópicas. Sendo assim é necessária a adequação de ferramentas simples e práticas que favoreçam a explicação destes conteúdos, atraindo atenção dos estudantes.

**RESUMO:** O jogo “dominó da engenharia genética” é uma proposta para dinamizar, complementar as aulas e eventos escolares. O modelo apresentado neste trabalho pode ser confeccionado para o ensino de diversos conteúdos programáticos, dando liberdade à criatividade do educador e educando em suas aplicações. O tema engenharia genética foi escolhido devido sua complexidade e amplitude de conceitos que podem ser abordados. A introdução dos jogos didáticos nas aulas permite criar através da interatividade do jogo, uma maior compreensão sobre os avanços e impactos da Engenharia Genética, aprendendo sobre a aplicação crescente das técnicas em organismos de diferentes níveis, envolvendo desde células microbianas a sistemas multicelulares mais complexos.

*Vanessa Carolina de Sena Correia*

*Luana Pereira dos Santos*

*Sandra Morelli*

## *Jogando dominó se aprende Engenharia Genética*

### Introdução

A engenharia genética possibilita a obtenção de organismos com características novas em relação aos encontrados na natureza, o que permite uma nova alternativa para o melhoramento genético de espécies de valor biotecnológico. Desse modo, células de bactérias, leveduras e mesmo eucariontes superiores como plantas podem ser programadas com genes exógenos, abrindo a perspectiva de produção nestes organismos de polipeptídios de interesse, como o interferon, hormônio de crescimento, a insulina entre outros (LIMA, 2001).

A engenharia genética compreende a totalidade das técnicas dirigidas a alterar ou modificar a carga hereditária de alguma espécie, seja com o fim de superar enfermidades de origem genética (terapia genética), ou com o objetivo de produzir modificações ou transformações com fins experimentais (BARTH, 2005).

A genética experimentou grande crescimento, em especial nas últimas décadas do século XX, principalmente devido ao desenvolvimento da biotecnologia. Temas como clonagem, engenharia genética, células-tronco entre outros saíram dos domínios dos laboratórios para a mídia e, forçosamente, chegaram à sala de aula da educação básica. Diferentes temas têm sido abordados, levantando a curiosidade dos estudantes, incluindo as técnicas utilizadas para obtenção desses conhecimentos (SANTOS-FILHO, 2011).

A genética é matéria integrante da grade curricular do ensino médio, e infelizmente é ensinada quase totalmente por meio de aulas expositivas, que limitam o entendimento e as fontes

de pesquisa. Além disso, a maioria dos exemplos empregados nos materiais didáticos explora situações distantes da realidade dos estudantes. Estes fatos juntamente com a dificuldade natural de compreensão da genética acabam contribuindo para o desinteresse e desestímulo dos alunos por essa matéria tão importante (RIVAS *et al.*, 2011).

### Componentes do jogo

- Plástico adesivo transparente, Imagens relacionadas à engenharia genética coloridas,
- Folha A4 ou papel adesivo, Placas de PVC 3 mm, para confeccionar 28 cartões 10X15 que corresponderá às peças de dominó.

As imagens relacionadas à engenharia genética (clonagem, fingerprints, transgênicos, células-tronco, enzimas de restrição, terapia gênica, genoma humano) serão impressas em folhas A4, recortadas e coladas em placas de PVC, mantendo o formato do dominó (Figura 1) e depois cobertas pelo plástico transparente. Ou outra sugestão mais eficiente, é imprimir as imagens que irão compor os naipes em papéis adesivos.

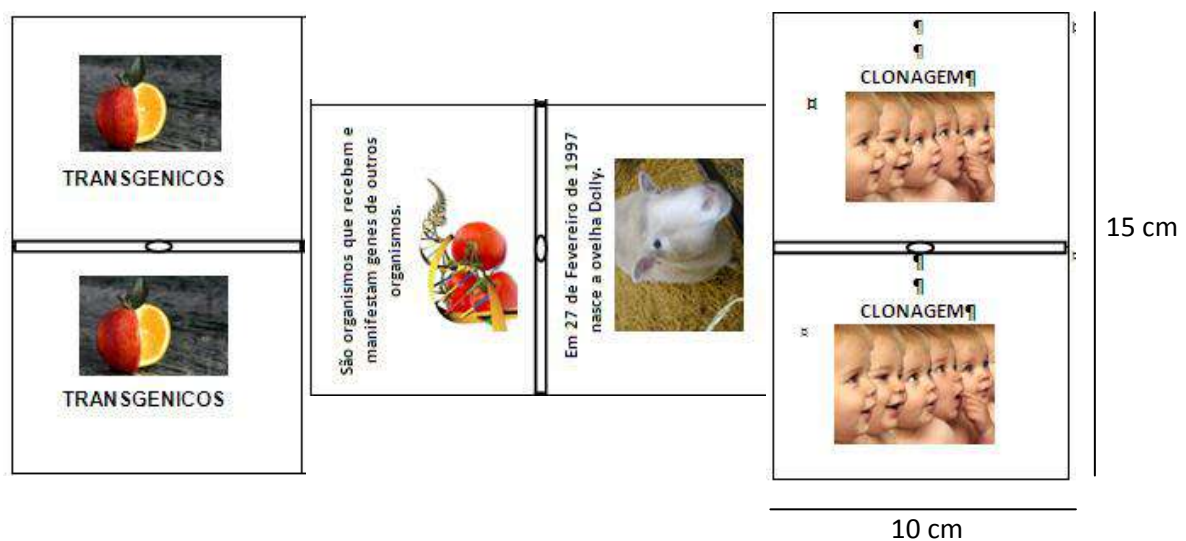


Figura 1. Peças do dominó.

As peças de dominó possuem sete naipes (clonagem, fingerprints, transgênicos, células-tronco, enzimas de restrição, terapia gênica, genoma humano). Cada naipe pode estar presente em 7 peças, como no dominó duplo de seis (Figura 2).

### Regras do jogo

Este jogo pode ser desenvolvido dividindo a sala de aula em dois grupos, ou jogado por grupos menores, de forma que todos participem. O jogo deverá possuir 28 peças, e o jogador deve ligar as peças que estão representadas por frases, imagens relacionadas ao mesmo assunto. O jogo é iniciado com uma peça dupla, que possui o mesmo naipe nas duas pontas, e se prossegue ligando as pontas que possuem o mesmo tema. O jogador poderá comprar peças ou perderá a sua vez, se não conseguir a peça equivalente. O ganhador será o grupo ou indivíduo que finalizar primeiro suas peças.

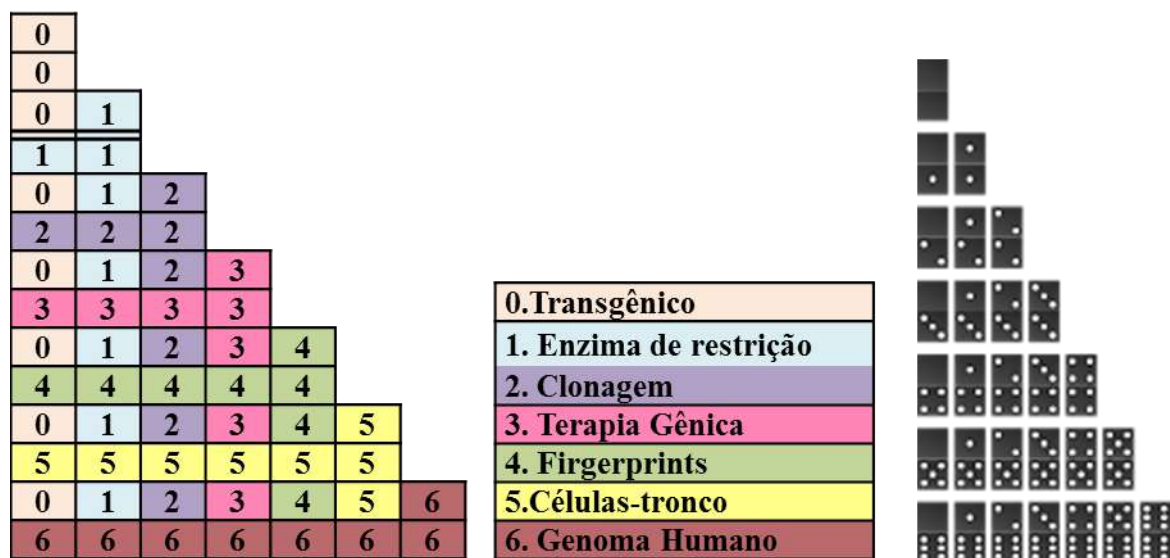


Figura 2. Esquema de distribuição dos naipes (dominó duplo de seis – naipes de 0 a 6)



### Atuação do Professor

O professor deve usar os jogos didáticos para complementar, dinamizar a aula, sendo necessária a prévia exposição teórica do conteúdo. Se o conteúdo teórico não for bem ministrado e estudado pelo discente; o jogo não será compreendido.

O ideal é que o jogo envolva toda a turma. Se dividir grupos, com um representante para participar do jogo, os outros devem auxiliar o líder. Outro método interessante seria disponibilizar a metodologia do jogo para os alunos e pedir para que cada grupo crie o seu dominó. Assim o professor poderá avaliar a criatividade, a responsabilidade, o desempenho na pesquisa dos setes temas abordado (clonagem, fingerprints, transgênicos, células-tronco, enzimas de restrição, terapia gênica, genoma humano).

Este trabalho propõe a utilização de placas de PVC para confecção das peças, mas este material pode ser substituída por papelão, isopor, EVA, madeira. Sendo um ótimo momento para reutilizar materiais e trabalhar a sustentabilidade.

### Considerações finais

Os alunos apresentam dificuldade em aprender os processos biológicos devido à falta de material didático que facilitem a compreensão. Os jogos contribuem significativamente a construção de um ambiente de abertura, com a possibilidade de questionamentos; de respeito mútuo entre professor e alunos. O uso de materiais didáticos, desperta o interesse do educando e permite uma maior exploração do assunto estudado, quebrando a rotina das aulas expositivas, dando mais liberdade para a criatividade e construção de novos conhecimentos.

**RESUMO:** Os jogos didáticos são ferramentas alternativas para compreensão de conteúdos no ensino de Genética, a utilização destes estimula os alunos, visto que tais modalidades didáticas preenchem as lacunas do ensino tradicional. Quando aplicados em sala de aula, os resultados refletem uma sensação de prazer por parte dos alunos, além de demonstrar efeitos benéficos quanto à eficácia por parte dos docentes. O jogo proposto “Super Genéticos: Cariotipando” apresenta uma forma de introduzir conceitos básicos de genética que envolvem alterações cromossômicas estruturais e numéricas, tais variações resultam de quebras e/ou rearranjos cromossômicos, resultando em reconstituição anormal do cariótipo. O jogo apresenta como objeto de estudo casos reais de Super-Humanos que possuem habilidades exclusivas, partindo da preposição que o aluno desvende o segredo do DNA destes indivíduos, compreendendo seus ‘superpoderes’. A Genética compreende o estudo da transmissão dos caracteres biológicos que distinguem os seres vivos como indivíduos da mesma espécie, levando em conta as suas diferenças individuais.

*Edimar Olegário de Campos Júnior*

*Fernanda Fernandes dos Santos Rodrigues*

*Cristina Soares de Sousa*

*Boscolli Barbosa Pereira*

## *Os Supergenéticos: Cariotipando*

### Introdução

O ensino não é simplesmente uma profissão, por tal fato exige comprovados saberes no seu processo dinâmico de promoção da autonomia do ser de todos os educandos (FREIRE, 2000).

O papel do professor em sala de aula é entendido como uma atitude propícia à interação e ao questionamento: com outros professores, com seus alunos e com todas as formas possíveis de ampliação e atualização do conhecimento (KENSKI, 2002).

vai dizer que um profissional deve ser responsável, entre outras coisas, pela manutenção da memória social, então ao profissional compete a aquisição, reflexão, transmissão e manutenção de aspectos valorizados pela cultura de certo grupo social em um determinado momento.

Na atualidade, a perspectiva fundamental da didática é assumir a multifuncionalidade do processo de ensino - aprendizagem e articular suas três dimensões: técnica, humana e política no centro configurador de sua temática. A didática para assumir um papel significativo na formação do educador deverá ser um modo crítico de desenvolver uma prática educativa forjadora de um projeto histórico, que não será feito tão somente pelo educador, mas, por ele conjuntamente com o educando e outros membros dos diversos setores da sociedade (LUCKESI, 2002).

A educação avança pouco - nas organizações empresariais e nas escolas - porque ainda estamos profundamente inseridos em organizações autoritárias, em processos de ensino e aprendizagem controladores, com educadores pouco livres, mal resolvidos, que repetem mais do que pesquisam, que impõem mais do que se comunicam, que não acreditam no seu próprio

potencial nem no dos seus alunos, que desconhecem o quanto eles e seus alunos podem realizar. Um dos eixos das mudanças na educação passa pela transformação da educação em um processo de comunicação autêntica, aberta entre professores e alunos, principalmente, mas também incluindo administradores e a comunidade (todos os envolvidos no processo organizacional). Só vale a pena ser educador dentro de um contexto comunicacional participativo, interativo, vivencial.

Mesmo sem haver um método de ensino que seja ideal e irrefutável, o trabalho foi de relevância para mostrar como um professor investe suas ideias e as contradições estabelecidas no modo de pensar do senso comum. O certo é que nunca encontraremos um modelo ideal de como ensinar, uma vez que perseguimos sempre os objetivos que os outros nos apontam, que até pode servir para eles, mas logo se revelam ou inatingíveis ou não adequados para nós. Ambos os pensamentos dos entrevistados, que em algumas das ocasiões, foram complementares reforçam a importância de um professor na atualidade, demonstram a ideia de que o papel do professor é variável conforme o tempo, mas que sempre existe espaço para este profissional.

Fica assim estabelecido que não só o ato de aprender necessita da existência de senso crítico, mas também o ato de ensinar o exige, uma vez que se busque o rigor e a exatidão, na tentativa de ministrar os conceitos e os conteúdos, os atos e as demonstrações educativas. Baseado no rigor e na exatidão pode o professor administrar a curiosidade do aluno, conduzindo-o à inquietação e, portanto, à própria criatividade na resolução de situações e desenvolvimento da autonomia.

É importante sermos professores-educadores com um amadurecimento intelectual, emocional que facilite todo o processo de organização da aprendizagem. Pessoas abertas, sensíveis, humanas, que valorizem mais a busca que o resultado pronto, o estímulo que a repreensão, o apoio que a crítica, capazes de estabelecer formas democráticas de pesquisa e de comunicação. Para tanto o objetivo do trabalho foi estabelecido e alcançado ao passo que serve como material de uso para diversos integrantes da área docente e mesmo para aqueles que não estão inseridos neste contexto.

O jogo objetiva auxiliar a compreensão de conceitos como mutação estrutural, mutação numérica e expressão de genes utilizando como ferramenta um jogo didático para um público alvo do 3º colegial do ensino médio, os quais possuem dificuldades em entender e problematizar o ensino de Genética.

### **COMPONENTES DO JOGO**

Para confeccionar os personagens (Super Genéticos) foi utilizada folha adesiva imantada e foram impressos 4 personagens que no decorrer do jogo ficam dispostos com o auxílio de um quadro de metal, as alterações cromossômicas de cada personagem ficarão dispostas em um quadro referência que evidenciará a definição das mesmas.

- Identificação dos personagens (representação no Apêndice A)

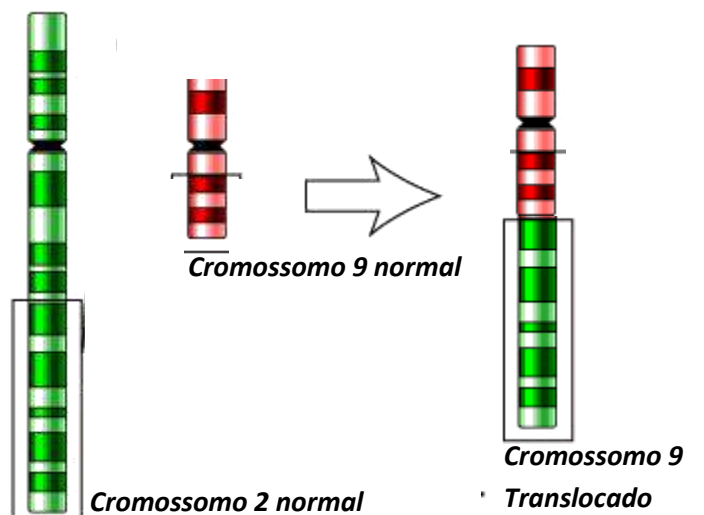
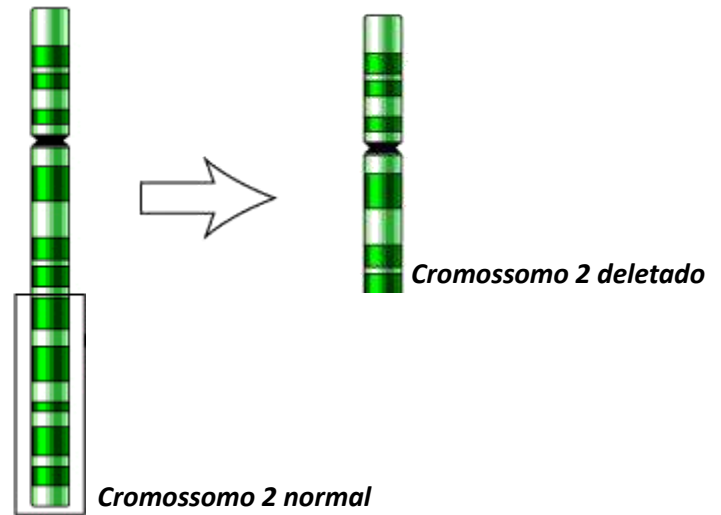
### **REGRAS DO JOGO**

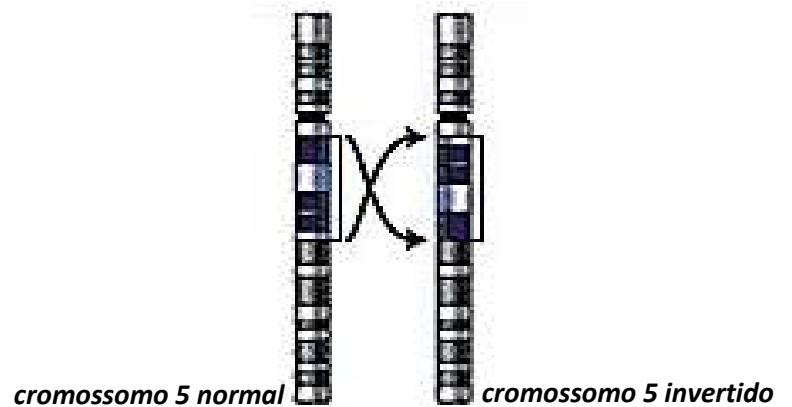
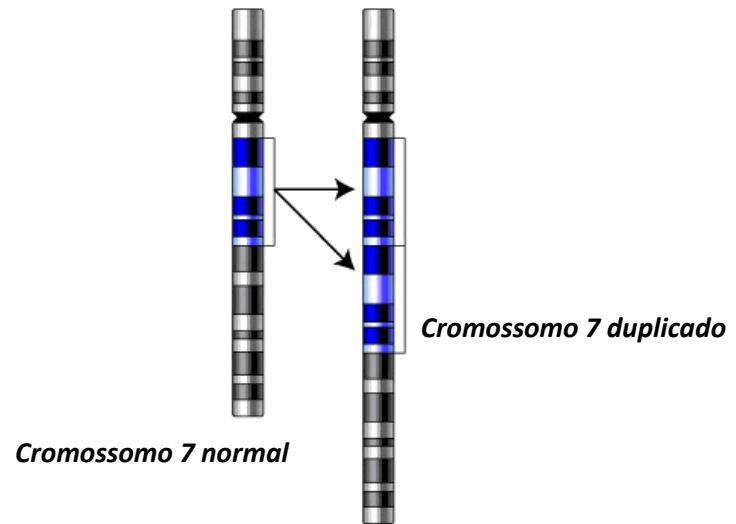
O jogo pode ter até 10 participantes. No primeiro momento da atividade cada jogador receberá um kit de investigação com um gameta sexual masculino, com seus 23 cromossomos correspondentes e um gameta sexual feminino com outros 23 cromossomos, dos quais o participante deverá realizar o pareamento correto dos cromossomos, além de identificar que para cada cariótipo de cada kit ocorre uma ou mais alterações cromossômicas diversas (deleção, adição, inversão, translocação, monossomia, nulissomia e trissomia), além das sugeridas neste trabalho. Sendo assim, após montar corretamente e identificar quais as variações estão presentes no seu conjunto cromossômico, o jogador deverá associar fazendo uso do quadro referência qual é o seu Super-Humano correspondente indicando-o no quadro de personagens dos Super Genéticos; o primeiro jogador que montar corretamente e identificar o personagem correto ganha o jogo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante compreender a origem das dificuldades dos alunos quanto ao processo de ensino aprendizagem, executando metodologias de ensino mais efetivas, das quais o jogo surge como ferramenta capaz de estimular a curiosidade e atenção dos alunos. O jogo proposto permite aos alunos associar conceitos de genética com casos reais de mutações dos quais tais alunos apresentam interesse em conhecer e desvendar os mecanismos de sua ocorrência. Todos nós somos mutantes, mas alguns de nós temos mais intercorrências do que os demais. O cenário de mutações parece interminável e se estende por vários períodos da história, o correto é reconhecer a ajuda que os mutantes trouxeram à ciência/pesquisa e identificar as origens e desencadeamentos relacionados a tais eventos.

APÊNDICE A







**RESUMO:** Se trata de uma proposta que incentiva a identificação e avaliação cromossômica através do pareamento (ferramenta que pode ser aplicada em grupo para a validação das diferenças entre os cromossomos e viabilização da estratégia de pareamento por bandas). Os alunos conseguiram abstrair, com o auxílio da atividade e do professor de Biologia que, o Câncer é indubitavelmente uma doença ocasionada em alguns casos por fatores “exógenos” (agentes físico-químicos genotóxicos), hábitos, estilo de vida, mas também por fatores de herança genética, todavia, em ambos os casos esse processo sempre estará intimamente ligado a fatores “endógenos” (genes e suas funções, integridade do material genético, replicação celular, mecanismos de reparo e regulação). Assim, ficou evidenciado a validação da proposta e sua recepção pelos participantes.

*Carlos Fernando Campos*

*Edimar Olegário de Campos Júnior*

*Fernanda Fernandes dos Santos Rodrigues*

*Boscolli Barbosa Pereira*

## *Cariótipo, gene e câncer: Uma proposta de modelo didático*

### Introdução

A simples memorização pelo ato de repetição, principalmente no campo das Ciências Biológicas, ocorre quando a exposição do conteúdo é acabada e sucinta, e dessa forma desconsidera questionamentos, aprofundamentos e aplicações. Tal fato afasta o discente de qualquer possibilidade de reflexão, no entanto, o ensino-aprendizagem deveria se pautar na potencialização da capacidade do aluno de abstrair e compreender conceitos de forma criativa (SANTORI, *et. al.*, 2009).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) preconizam que o ensino deve transcorrer de forma transversal, se fundamentando na importância de construir o conhecimento sobre uma perspectiva teórico-prática (BRASIL, 2000).

Dessa forma, em conformidade as diretrizes dos PCNEM, o livro didático se constitui como material imprescindível ao auxílio às aulas de Ciências e Biologia, as quais tem ocorrido de forma segmentada e não sistemática por parte dos docentes para o ensino de ambas as disciplinas (NASCIMENTO; MARTINS, 2005). Em consoante a esta faceta, a experiência profissional revela que o ambiente escolar necessita ser mais prazeroso, viabilizando um espaço para o aluno vivenciar conteúdos, estimulando sua imaginação e criatividade, para que assim sejam rompidos os limites para além da sala de aula, do quadro negro e giz, dos livros didáticos e conceitos/termos científicos pré-estabelecidos apresentados de forma inerte e não reflexiva (PEREIRA *et. al.*, 2008).

Dentre as diversas áreas de conhecimento das ciências biológicas, os tópicos abordados em Genética são inerentes a uma natureza de difícil assimilação, pelo fato de serem abstratos e não apresentarem ocorrência sensorial tanto em aulas teóricas ou mesmo práticas, visto que engloba níveis organizacionais complexos e variados, como aspectos moleculares, e as interações entre fatores microscópicos e macroscópicos: alelos, genes, cromossomos, genótipos e fenótipos (CAMARGO; INFANTE-MALACHIAS, 2007). Sendo assim, a experiência vivenciada por docentes e profissionais em ciências, mostra que o uso de propostas/ferramentas alternativas (metodologias didáticas, jogos e atividades lúdicas) apresentam resultados positivos para o ensino de Genética (PEREIRA; De CAMPOS JUNIOR; BONETTI, 2010).

As dificuldades decorrentes do ensino de conceitos científicos, especialmente em Genética, podem ser atribuídas ao fato de não serem “palpáveis” por parte dos discentes. Dessa maneira, assuntos como: *locus* gênico, genes, DNA, RNA e proteínas extrapolam o entendimento pelo senso comum, inviabilizando seu ensino tradicional, a menos que seja preconizado com metodologias alternativas (KLAUTAU *et. al.*, 2008). Para tanto, a necessidade da atual forma de ensino de Biologia jamais deverá se restringir a memorização (da SILVEIRA, 2008).

Perante o exposto, para minimizar as dificuldades em trabalhar algumas disciplinas de Biologia, quer seja com alunos de Ensino Médio ou do Ensino Superior, se faz preciso lançar mão de ferramentas e metodologias alternativas possibilitando ao aluno escolher, o caminho do processo ensino-aprendizagem mais adequado, para que tais ferramentas sejam capazes de auxiliar a construção do conhecimento (PEREIRA; de CAMPOS JUNIOR; BONETTI, 2010; BALBINOT, 2005).

Um dos temas notáveis a nosso tempo e de interesse aos alunos e a comunidade é o câncer. Infelizmente nota-se desconexão na maneira em que tal assunto é apresentado aos alunos de ensino médio, fato que também ocorre na disciplina de Genética, a qual trata inicialmente do processo de replicação, que envolve mitose e meiose, e que também é tratada aquém do interesse dos alunos (SALIM *et. al.*, 2007).

Tais assuntos podem ser trabalhados e debatidos em âmbito escolar com mais ênfase, pois sempre promovem sadias discussões, pois os alunos, na ansiedade em compreender melhor, tais temas, possibilitam ao professor assumir uma postura de moderador (DUSCHL, 1998), haja visto o ambiente propício, contribuindo e viabilizando debates e atividades que busquem moldar e construir conceitos corretos.

Este trabalho descreve uma atividade lúdica, proposta para o terceiro ano do ensino médio. A atividade foi desenvolvida com alunos em uma escola de rede particular, na cidade de Monte Carmelo, Minas Gerais. De forma objetiva, o trabalho se norteou pela premissa da necessidade de discutir a correlação entre Genética e Câncer com os alunos participantes. Os alunos atuaram como “cientistas moleculares” e juntamente com o professor de Biologia, buscaram compreender quais os fatores podem ocasionar na formação de um processo neoplásico e como isso ocorre.

### Componentes do Jogo

O material necessário para a elaboração do modelo didático foi confeccionado com itens de baixo custo. O trabalho levou em conta a objetividade para que assim a atividade pudesse ser reproduzida em outras instituições de ensino de forma simples, entretanto os conceitos e processos biológicos trabalhados foram apresentados de forma técnica e científica para enriquecer a modalidade.

Para desenvolvimento da atividade, foram utilizados os seguintes materiais: folha branca (tamanho A4), imagem de um cariótipo humano (haploide ou diploide, disponível no [images.Google.com](https://images.google.com)) e adaptados com auxílio da ferramenta Paint (*Microsoft Labs*) para posterior impressão. Inicialmente, o material foi trabalhado de forma que o cariótipo não mais apresentasse um bandeamento cromossômico, e sim apenas sua delimitação quanto ao tamanho (Fig. 1). Dessa forma, os alunos puderam se orientar neste “molde” para realizar o ato de cariotipagem

(agrupamento do conjunto completo de cromossomos de um indivíduo de acordo com suas características de tamanho e bandas). Posteriormente, em outro cariótipo, alguns cromossomos foram marcados proposadamente em alguns genes específicos como: citocromo P53 (cromossomo 17), genes MMR (Mismatch Repair Genes), BCL2 (translocação cromossomo 14 para 18), HER2 entre outros genes de interesse quanto ao desenvolvimento e regulação de atividade neoplásica. Essa medida foi executada para que assim fossem corroborados os conceitos abordados durante a aula teórica e a capacidade dos alunos em abstrair e interpretar o que possivelmente ocorreria em um gene e qual sua importância na supressão da atividade tumoral (Fig. 2). Os participantes foram orientados pelo cariótipo Molde que continha as delimitações quanto ao tamanho de cada cromossomo e organizar o cariótipo (Fig. 1).

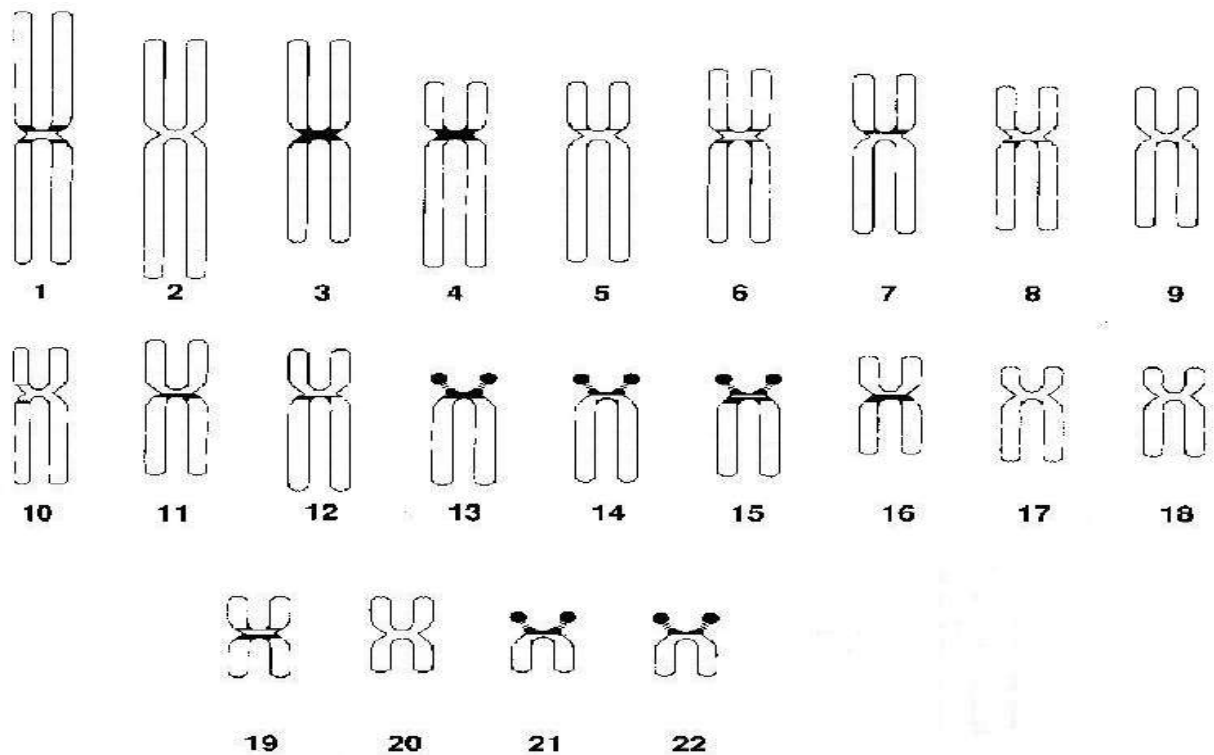


Figura 1. “Molde” auxiliar para a realização da cariotipagem.

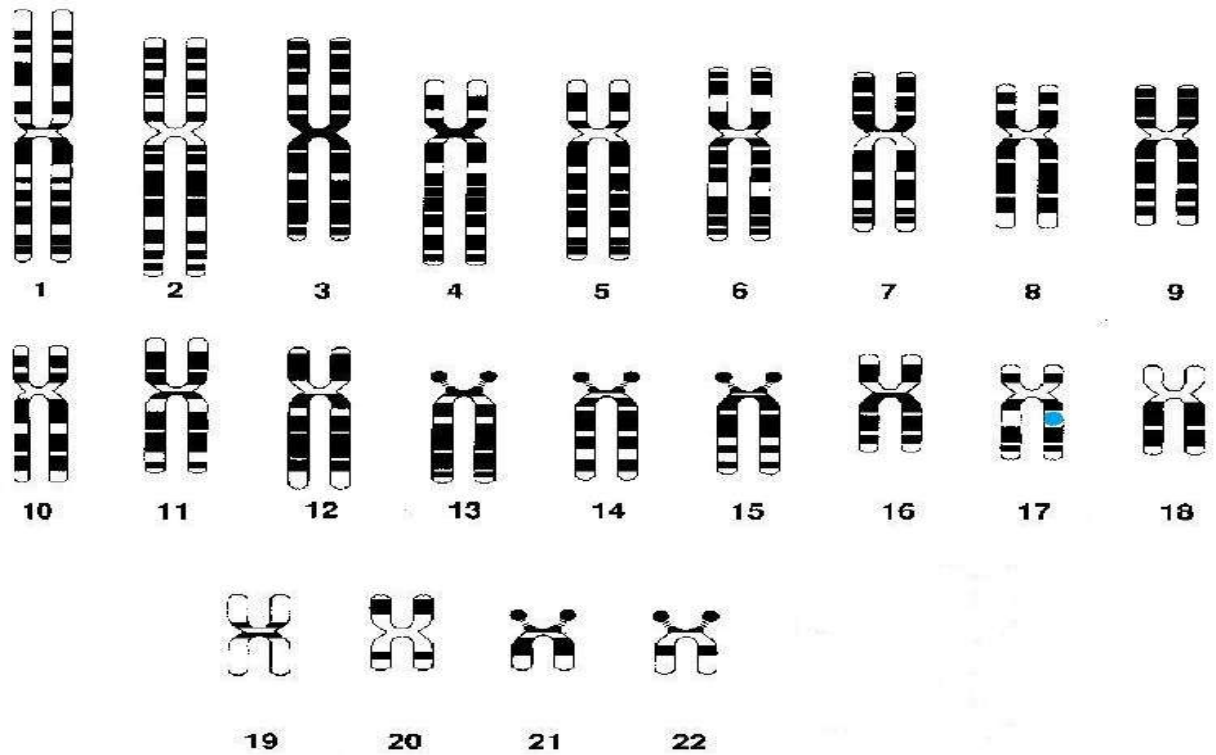


Figura 2. “Gene P53” marcado no cromossomo 17 como alterado (ocorrência de mutação).

### Como Jogar

Todos os cromossomos do cariótipo apresentados nas figuras 1 e 2, foram seccionados e posteriormente distribuídos, e cada grupo de alunos (de até 6 integrantes) deveria realizar a cariotipagem (formação de pares cromossômicos).

A duração da atividade lúdica compreendeu cerca de vinte e cinco minutos. Após seu término, cada grupo foi avaliado em relação a seu desempenho a cada requisito proposto (formação de cromossomos, alocação, observação e explicação). Todos os envolvidos na atividade reconheceram sua importância, primeiramente pela necessidade inerente de abordar este tema de forma contextual, como a necessidade de colaborar para a construção de conceitos/termos e processos biológicos, tais fatos, afirmam a viabilidade da atividade prática em questão.

A atividade “desmistificou” conceitos equivocados apresentados pelos alunos durante as aulas teóricas, como a inquietante dúvida da obrigatoriedade de herança de um tipo de câncer

qualquer se algum outro membro da família o houvesse apresentado, visto que, são poucos os tipos de câncer com herança genética direta.

As figuras 3 e 4 são registros desta atividade na oficina 59º Congresso Brasileiro de Genética, a qual envolveu um público misto (graduandos, graduados, pós-graduandos e pós-graduados em áreas afins à Genética). Tal atividade foi bem avaliada, e obteve as mesmas impressões ao moderador, quando aplicadas ao ensino médio, visto que, envolveu os alunos e assegurou que muitos conceitos que antes eram duvidosos, fossem sanados no decorrer da atividade.

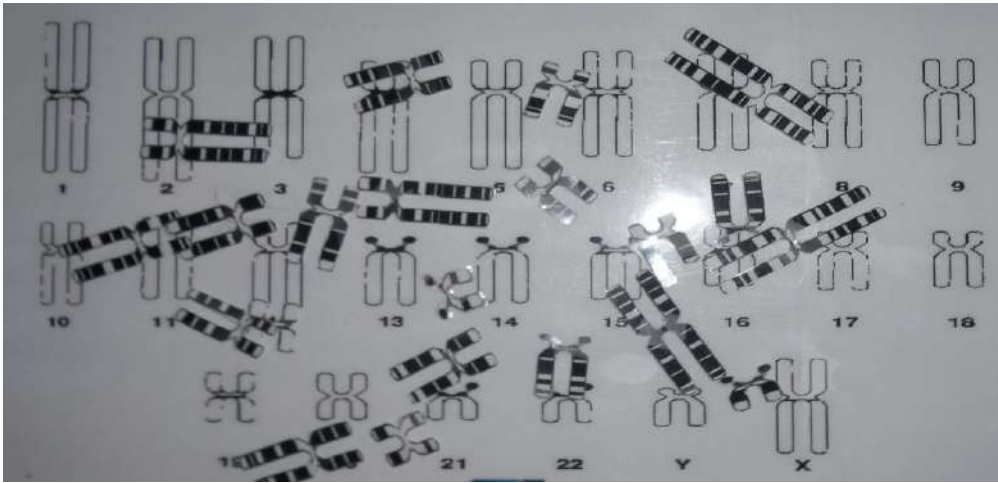


Figura 3. Cromossomos confeccionados a serem organizados pelos participantes.

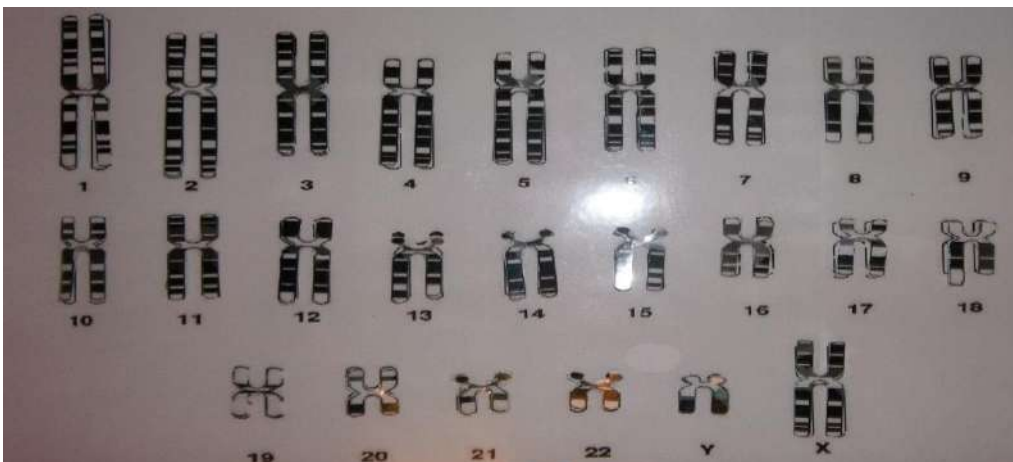


Figura 4. Cromossomos alocados em seus respectivos locais

### Atuação do Professor

A prática foi executada após realização de aulas teóricas sobre o assunto, visto que, o livro didático não aborda este tema de forma contextual ou transversal, mas sim isoladamente e por este viés se fez preciso avaliar os conceitos prévios dos alunos e nivelar o grau de dificuldade a ser apresentado no decorrer da atividade.

Nas aulas teóricas, quando algum aluno apresentou conceitos equivocados sobre o tema, o moderador realizou intervenções pedagógicas ao longo da explicação quando algum com objetivo de modelar o conceito equivocado, e construir um conceito correto. Dessa maneira, em tais aulas foram trabalhados os seguintes direcionamentos: agentes físico-químicos que apresentam propriedades neoplásicas, a correlação entre número e intensidade de mutações para desencadear processos neoplásicos, assim levando em conta os possíveis fatores de risco à exposição neste processo, alterações em células somáticas e germinativas, fatores do cotidiano e propensão para cada tipo de gene (proto-oncogenes, genes caretakers e gatekeepers). Após esta etapa, os discentes foram orientados a se organizarem em grupos para realizar a atividade lúdica. Questionamentos como herança genética, especificidade de genes quanto a sua função, mutações e fatores causais de neoplasias foram expostos. Basicamente, como desenvolvimento da metodologia prática, deveria vencer o grupo que realizasse toda a atividade no menor tempo, considerando a cariotipagem correta, objetividade e acerto na interpretação de respostas para as situações apresentadas.

A presente proposta foi apresentada a alunos do terceiro ano em uma escola particular, na cidade de Monte Carmelo, Minas Gerais e na oficina Genética na Praça durante o 59º Congresso Brasileiro de Genética, realizado em Águas de Lindoia, São Paulo. Toda a metodologia proposta objetiva instigar os alunos a proporem a correta cariotipagem e subsequentemente, se deparar com cromossomos ou genes alterados para que assim de forma intuitiva e investigativa, eles



pudessem aliar as explicações vistas em sala de aula. A proposta não pretendeu em nenhum momento esgotar o tema/ relação Genética e Câncer, mas sim, de construir como ferramenta motivadora e interativa, para uma aprendizagem significativa destes eventos biológicos.

#### Considerações finais

Sobre uma perspectiva educacional, a atividade foi concluída por todos os grupos, em período hábil, não se restringindo a eventos exaustivos e repetitivos. O envolvimento apresentado e, as respostas apresentadas pelos discentes perante sua própria interpretação, considerando o exposto pela atividade em relação as aulas teóricas, permite inferir que a atividade lúdica os norteou a uma melhor compreensão da relação entre Genética e Câncer, viabilizando seu emprego para o ensino de Genética.

**RESUMO:** A disciplina de genética quando aplicada no ensino médio tem grandes barreiras a enfrentar, uma delas é a abstração do conteúdo. O conteúdo utilizado no jogo é o de Genética de Populações, para trabalhar este conteúdo de forma lúdica e interessante para o aluno, foi criado um enredo que abrange quatro grandes potências, as quais se enfrentam em busca de territórios em todos os continentes. Uma batalha é travada e o participante que tiver a melhor estratégia sobrevive. Neste jogo o aluno trabalhará cálculos de Genética de Populações e fatores evolutivos.

*Rafael César Bolleli Faria*

*Matias José Landim*

*Fernanda Stefani Alves Costa*

## *Batalha Gênica*

### Introdução

Buscando em um contexto histórico o uso de jogos didáticos vem sendo utilizados na educação desde muito tempo, com o principal intuito de dar uma resolução a problemas pedagógicos. Suas bases podem ter um contexto sociocultural, político e econômico.

Mas o que é um jogo didático? O jogo didático para Piaget é uma estrutura lúdica controlada por regras, baseado em um conteúdo de uma disciplina específica, tendo como verdadeira intenção ensinar os alunos e proporcionar a eles várias habilidades como ficção, simbolismo, regras e cooperação, o que os possibilita desenvolverem psicologicamente.

Desta forma o jogo didático se torna interessante por utilizar sua estrutura lúdica para instigar e prender a atenção do aluno, e sua estrutura didática para provocar o ensino e desenvolver certas habilidades, de acordo com seu estado de desenvolvimento.

Neste sentido, consideramos como uma alternativa viável e interessante a utilização de jogos didáticos, pois este material pode preencher muitas lacunas deixadas pelo processo de transmissão-recepção de conhecimentos, favorecendo a construção pelos alunos de seus próprios conhecimentos num trabalho em grupo, a socialização de conhecimentos prévios e a sua utilização como construção de conhecimentos novos e mais elaborados” (CAMPOS *et al*, 2003, p. 6).

Diante de um jogo, crianças e adolescentes dão o melhor de si: planejam, pensam em estratégias, agem, analisam e antecipam o passo do adversário, observam o erro dele, torcem,

comemoram - ou lamentam - e propõem uma nova partida. Todo esse interesse faz dele um valioso recurso, que pode ser incluído nas aulas.

O jogo “Batalha Gênica” conta uma história de batalhas em meio de 5 continentes e vários obstáculos a serem superados. Grandes potências localizadas na Europa (Itália, França, Alemanha, Inglaterra) que estão com suas populações de soldados em estado de equilíbrio populacional até serem instigadas a batalha, em busca de novas terras. Cada país procura sobressair sobre os outros travando combates gênicos, que abalam o seu equilíbrio populacional, durante as batalhas o objetivo é permanecer com o maior número de soldados para no final do jogo o exército mais numeroso ganhar a localidade em disputa, os ataques devem ser pensados de forma cautelosa, pois nem sempre o mais forte sobrevive, mas sim o que tem a melhor estratégia para vencer.

Para a sua execução é necessário que o aluno tenha conhecimentos prévios sobre o conteúdo de genética de populações e o uso das seguintes fórmulas:  $1A^2 + 2Aa + 1a^2 = 1$  (frequência de AA + 2 frequências de Aa + 1 frequência de aa resultam em 1). E cálculo de porcentagem que nesse caso é  $20/100 \times n^\circ$  de indivíduos restantes da população.

No jogo “Batalha Gênica” (Figura 1) utilizamos o conteúdo de genética de populações atendendo os preceitos da abordagem Cognitivista, na qual temos uma valorização do pensamento dos indivíduos, através de sua instigação e interação.



Figura 1. Caixa do jogo “Batalha Gênica”.

O jogo propõe-se a compreender como ocorrem as relações de frequência na população presente no jogo, construindo assim uma ideia de que genética de populações é algo aplicável e não é algo abstrato. Além disso, o jogo relaciona os fatores evolutivos com as mudanças das populações, percebendo o princípio do equilíbrio de Hardy-Weinberg. O jogador para vencer o jogo, necessita manipular suas táticas de acordo com a genética de populações a fim de obter vantagens em números populacionais.

### Componentes do Jogo

O Jogo contém: 200 soldados (Figura 2); um globo terrestre e uma roleta (Figura 3); quatro cartas mapa, 10 cartas de frequências (Figura 4); um mapa com as localidades das batalhas (Figura 5) e manual de instrução.



Figura 2. Foto dos soldados tabuleiro e do mapa do jogo “Batalha Gênica”.



Figura 3. Fotos do globo e da roleta, que define a “arma” do ataque.



Figura 4. Fotos da carta mapa e da carta de frequências de cada participante.



Figura 5. Foto do mapa do jogo

### Como Jogar

O jogo pode ter quatro jogadores ou quatro grupos de jogadores, o professor escolhe a ordem dos grupos. Os grupos na ordem previamente empregada deverão retirar uma carta mapa e uma carta de frequência.

O primeiro grupo deverá rodar inicialmente o globo terrestre para definir a localidade da batalha, o que definirá quantos soldados serão retirados devido a não resistência.

Exemplo: Você possui 50 soldados e a localidade é a América, logo você verá em sua carta mapa qual a frequência de indivíduos com resistência a dengue. Se, por exemplo, for 0,7 de não resistência deverá ser feito o seguinte cálculo:  $0,7 \times 0,7 = 0,49 \times 50 = 24,5$ ; ou seja, deverão ser eliminados 25 soldados pois, deve-se arredondar o número obtido ( $< 0,5$  aproxima-se para o menor número inteiro,  $> 0,5$  aproxima-se do maior número inteiro) (Figura 6).

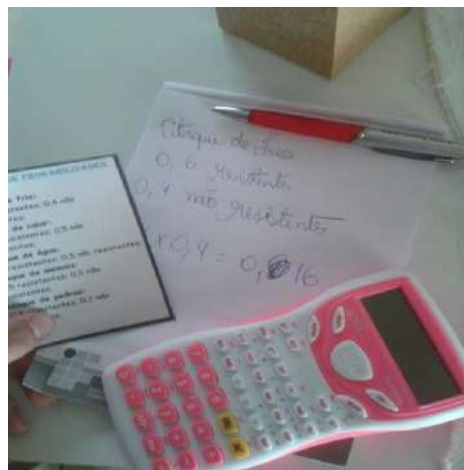


Figura 6. Foto dos cálculos do jogo.

Cada localidade do mapa tem um determinado fator de seleção para os soldados, portanto quando escolhido o local através do giro do globo, deve-se fazer os cálculos para a característica daquela determinada localidade que irá afetar os soldados não resistentes. Abaixo está a relação das doenças e que continentes estão presentes:

África: Ebola; América do Sul: Dengue; América do Norte: Peste negra; Ásia: Leptospirose; e Oceania: Gripe.

#### *“O ataque”*

O 1º grupo deverá girar a roleta para descobrir qual será o primeiro ataque, e atacará alguém de sua escolha.

Com o ataque serão retirados os não resistentes e 20% dos heterozigotos, lembrando que você deverá formar a frequência genotípica por meio da frequência alélica presente na carta retirada e calcular o percentual para os heterozigotos.

Exemplo: O grupo que está sendo atacado possui em sua ficha de frequência 0,3 soldados não resistentes ao ataque de água, o cálculo que deve ser feito será  $0,3 \times 0,3 = 0,09 \times 25 = 2,25$  será retirado 2 soldados homozigoto, para se calcular a frequência dos heterozigotos deve-se executar o seguinte cálculo:  $2 \times 0,3 \times 0,7 = 0,42 \times 23 = 9,66/5 = 1,932$ , após fazer os cálculos retira-se a quantidade de soldados, no caso, serão retirados no total 4.

#### *Considerações sobre o ataque:*

- Uma determinada equipe não pode ser atacada com o mesmo ataque duas vezes na mesma rodada.
- Após todos os grupos terem atacado acaba-se a 1ª rodada.
- Os jogadores devem trocar suas cartas de frequência, e devolver a caixa de cartas a última carta usada após o final de cada rodada, gira-se novamente o globo dessa forma escolhendo uma nova localidade o que marca o início de uma nova rodada.
- Ao final de cada rodada todos os times obtêm 3 soldados de volta.



- Os jogadores na sequência pré-determinada devem girar a roleta, e escolherem quem irão atacar.
- Ao final da 4ª rodada o time que tiver um maior número de soldados ganha o jogo.
- Todos os cálculos deverão ser feitos em uma folha rascunho dada pelo professor, nesta folha rascunho os alunos deverão responder à questão final.

Ao final do jogo a folha de cálculo e respostas deverá ser entregue para o professor, que na próxima aula corrigirá com os alunos os cálculos feitos e a justificativa da pergunta dos fatores evolutivos. Uma consideração que o professor deve realçar é a fiscalização de todos os alunos quanto aos cálculos feitos pelos participantes.

Ao final da aplicação do jogo os alunos deverão responder e justificar a seguinte questão:  
Quais e como os fatores evolutivos se demonstraram no jogo?

*Resposta esperada: Os fatores evolutivos que apareceram foram seleção natural, acasalamento preferencial e mutação gênica, através da seleção que as localidades do mapa fizeram em relação a determinadas características, através da volta de três soldados resistentes a última localidade, e através da mudança das cartas de frequência demonstrando que a população teve mudança em seu genótipo durante o jogo.*

### Atuação do Professor

O jogo deve ser aplicado em sala de aula após o professor ter ministrado o conteúdo de Genética de Populações. A aplicação do jogo permite relacionar, compreender e simular os conteúdos teóricos visualizados em sala de aula.

Os alunos serão avaliados de acordo com o andamento das fases do jogo, isto é, a cada rodada o professor deve verificar como os alunos estão executando os cálculos matemáticos e se eles estão entendendo as questões centrais do jogo, que são as frequências genotípicas, fenotípicas e gênicas e suas relações com os fatores evolutivos e as mudanças na população.

### Considerações Finais

Segundo Vygotsky (2001), a aquisição de significados é um processo coletivo, partilhado, feito nas interações em que cada indivíduo se apropria e reconstrói esses significados, processos que podem ser observados ao longo do jogo.

O jogo “Batalha Gênica” permite motivar os alunos dado ao enredo e a característica dinâmica, dessa forma o jogo cria um interesse e estimula o raciocínio por parte dos participantes em promover estratégias diferentes, resolvendo assim o problema proposto. A dinâmica também possibilita uma socialização entre os alunos, promovendo o trabalho em grupo.

Observa-se que o uso de metodologia alternativa, como o jogo didático proposto, tende a tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz, principalmente pela característica abstrata do conteúdo de Genética de Populações (GALAGOVSKY, ADÚRIZ BRAVO, 2001). Espera-se que os alunos gostem da experiência e que consigam aprender e compreender o princípio de Hardy-Weinberg, como também os fatores evolutivos, reforçando o conteúdo da transmissão das características (leis de Mendel).

O jogo pode ser utilizado não apenas pelo seu caráter lúdico, mas também para aprender os conceitos básicos de genética. Assim, o uso do jogo proposto mostra-se como uma forma eficiente para trabalhar conceitos e relações dentro do conteúdo de genética de populações.

**RESUMO:** O jogo “O IMPOSTOR” associa características de herança, as quais representam um conteúdo interessante aos alunos, mas muito abstrato, visto que ao invés de transpor o teor teórico para o cotidiano dos alunos, incentivando curiosidade em relação a heredogramas das famílias dos alunos ou mesmo características dos próprios alunos, os professores simplesmente ensinam conceitos prontos, com os mesmos exemplos do livro didático e nada além disso. O jogo foi aplicado no 56º congresso brasileiro de Genética, na diretriz “Genética na Praça” para alunos da rede estadual, universitários participantes do congresso e professores Universitários. Foi possível observar que o interesse pelos personagens e o jogo em si é muito grande, mesmo para alunos graduados e pós-graduados, e tal fato de interesse inicial pela atividade é muito importante, pois garante a atenção durante a dinâmica.

*Edimar Olegário de Campos Júnior  
Carlos Fernando Campos*

## *O Impostor Genético*

### Introdução

Os estudantes universitários e de ensino médio reconhecem a genética como a disciplina mais difícil da área da biologia, também considerada uma disciplina difícil de ensinar. Mesmo após o estudo de tópicos de genética, os estudantes nem sempre revelam uma compreensão fundamentada dos fenômenos e processos genéticos (GRIFFITHS E MAYER-SMITH, 2000). Knippels *et al.* (2005) referem que um dos principais problemas do ensino e aprendizagem de genética está relacionado com a sua natureza abstrata e com uma alienação dos fenômeno biológicos reais.

É possível observar que as características na espécie humana são transmitidas por diferentes padrões. Cada padrão, observável nos descendentes está relacionado a um determinado tipo de herança.

A Genética compreende o estudo da transmissão dos caracteres biológicos que distinguem os seres vivos como indivíduos da mesma espécie, levando em conta as suas diferenças individuais. A herança genética é a transmissão de caracteres semelhantes aos descendentes. As heranças do tipo quantitativas como a cor dos olhos e da pele são abordados na escola como se fossem exemplos de herança do tipo monogênica e reforçam a ideia do determinismo genético (HORGAN, 1993; ALLEN, 1997).

Os professores de genética têm falhado em observar aquilo que os nossos alunos nos dizem sobre genética e sobre educação em genética, através das suas respostas. É importante procurar

compreender a origem das suas dificuldades de compreensão e de aprendizagem, para desenhar metodologias de ensino mais efetivas (GRIFFITHS E MAYER-SMITH, 2000).

O interesse, a atenção e a curiosidade dos alunos para o “novo” pode ser despertado com atividades lúdicas, como os jogos didáticos, que segundo Miranda (2001) estimula a cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade. Dessa forma a aplicação prática do referencial teórico na forma de dinâmica de jogo é essencial, visto que métodos inovadores que envolvam arte, modelos e jogos, mostram-se promissores e permitem uma maior interação entre o conhecimento, o professor e o aluno, além de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem (MARTINEZ et al., 2008).

O jogo “O IMPOSTOR” associa características de herança, as quais representam um conteúdo interessante aos alunos, mas muito abstrato, visto que ao invés de transpor o teor teórico para o cotidiano dos alunos, incentivando curiosidade em relação a heredogramas das famílias dos alunos ou mesmo características dos próprios alunos, os professores simplesmente ensinam conceitos prontos, com os mesmos exemplos do livro didático e nada além disso. Essa restrição a outros problemas, limitação à curiosidade dos alunos é tão prejudicial ao ponto que tais alunos não conseguem correlacionar o conteúdo com outros, e se assim o fizessem o aprender seria bem mais simples.

### Componentes do Jogo

O jogo se estrutura com 10 kits de pistas, sendo cada um deles formado por 3 cartas – pista (Figura 1) com suas devidas características a serem descobertas: tipo do cabelo, variável da orelha e bico de viúva, que foram confeccionadas utilizando materiais acessíveis como papel cartão, cola e tesoura. Para confeccionar os personagens foi utilizada folha adesiva imantada e foram impressos

os personagens que no decorrer do jogo ficam dispostos com o auxílio de um quadro de metal. Um quadro sugerido (com todas as características fenotípicas e genóticas) auxilia os jogadores, com a descrição dos possíveis fenótipos e genótipos dos personagens.

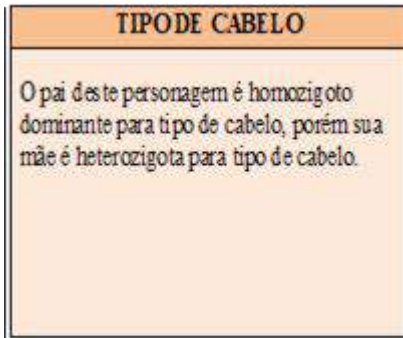


Figura 1. Modelo para confecção das cartas-pista

O quadro de metal (Figura 2) a ser confeccionado deve conter os caracteres montáveis para que seja possível mudar os personagens, para que além dos 10 personagens existentes, o jogo seja reciclável com diversas possibilidades para o possível "impostor", e para que o jogo seja aplicado em uma mesma classe várias vezes.



Figura 2. Modelo do quadro de metal com os personagens montados

### Como jogar

O jogo deve ter até 5 participantes. No início do jogo, um kit de pistas é escolhido aleatoriamente e escondido, para que ninguém o veja. Tal kit com suas respectivas 3 cartas - pista revela a identidade do impostor, ou seja, aquele personagem que não possui as características fenotípicas e genotípicas apuradas pelos jogadores. Na primeira etapa de investigação cada jogador recebe um kit e individualmente busca eliminar do quadro o personagem verdadeiro, o qual lhe foi dado às pistas. Após a descoberta dos primeiros personagens verdadeiros, acontece a segunda etapa onde são distribuídos os kits restantes de forma comunitária, e associando as pistas cada jogador deverá sugerir qual será o impostor, se a afirmativa estiver errada, os demais devem contradizer e fazer outra sugestão até que se alcance o objetivo do jogo, encontrar o personagem impostor.

### Atuação do Professor

O jogo foi aplicado no 56º congresso brasileiro de Genética (Figura 3), na diretriz “Genética na Praça” para alunos da rede estadual, universitários participantes do congresso e professores Universitários. Foi possível observar que o interesse pelos personagens e o jogo em si é muito grande, mesmo para alunos graduados e pós-graduados, e tal fato de interesse inicial pela atividade é muito importante, pois garante a atenção durante a dinâmica. Os resultados obtidos foram positivos, mesmo para aqueles alunos que ainda não haviam tido aula prática sobre o assunto, garantindo uma boa base para a posterior teoria, e para aqueles que já conheciam sobre o assunto, muito conteúdo foi revisado e muitas dúvidas foram esclarecidas.



Figura 3. Estrutura do jogo montada no 56º Congresso Brasileiro de Genética

### Considerações finais

O jogo é facilmente reciclado, visto que as características dos personagens são móveis (na forma de ímã) e que os kits podem ser alterados, variando a distribuição das cartas-pista. O jogo pode ser complementado com outros tipos de herança, como tipo sanguíneo, ou mesmo pode ser utilizado para cálculos de probabilidades de herança para cada personagem. O jogo auxilia na compreensão de conceitos como: monoibridismo, herança quantitativa e cruzamento teste. De forma divertida e dinâmica os jogadores podem aprender conteúdos diversos da genética.



**RESUMO:** O jogo educacional 'Bingo da Genética Moderna' é uma proposta de alternativa didática que permite ao professor abordar a aplicabilidade das novas tecnologias associadas ao DNA. O jogo é constituído por um conjunto de cartelas que contém definições ou aplicações dos seguintes temas: transgênicos, projeto genoma humano, clonagem de mamíferos, células-tronco, teste de paternidade, variabilidade genética, DNA recombinante, hibridação, sequenciamento, enzimas de restrição, plasmídeos, eletroforese, PCR – Polimerização em cadeia, rotulagem, biossegurança e bioética. Seguindo o modelo convencional de jogabilidade dos bingos, são sorteadas as 'pedras' que trazem cada um desses conceitos. Cabe aos jogadores associarem o conceito sorteado à definição ou aplicação presente em suas cartelas, de modo que o vencedor será aquele que completar primeira e corretamente todos os campos da cartela em mão.

*Fernanda Fernandes dos Santos Rodrigues  
Carlos Fernando Campos  
Boscolli Barbosa Pereira*

## *Bingo da Genética Moderna*

### Introdução

Como salientado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), dois dos seis novos temas que estruturam a disciplina de Biologia relacionam-se aos temas categorizados como pertencentes à Biologia Moderna. Esses estudos abordam a aplicabilidade de novas tecnologias associadas ao DNA, das quais podemos destacar: a transferência do DNA de um organismo para outro (enzimas de restrição, vetores e clonagem molecular), a participação da engenharia genética na produção de alimentos, herbicidas, produtos farmacêuticos, hormônios, vacinas e medicamentos; as técnicas moleculares utilizadas para a detecção precoce de doenças genéticas; a importância dos testes de DNA para determinação da paternidade, investigação criminal ou identificação de indivíduos e a compreensão da natureza dos projetos genomas, especialmente dentro do país (BRASIL, 2000).

No entanto, é consenso entre docentes e discentes as dificuldades de aplicabilidade e abstração dos conceitos que são abordados no ensino desses novos temas em Ciências e Biologia (PEREIRA et al, 2010; LEWIS, LEACH e WOOD-ROBINSON, 2000; LEWIS e WOOD-ROBINSON, 2000). Embora não menos importantes, os conteúdos de genética moderna, nas aulas de biologia, ocupam uma pequena parcela em comparação com os que se relacionam à genética clássica (LORETO; SEPEL, 2003). Diante desse cenário, muitos temas da genética moderna são negligenciados, talvez pela dificuldade que muitos professores possuem em atualizar suas aulas e em perceber a importância desses conceitos. Além disso, a ausência de contextualização remete a um conteúdo com abordagem estritamente teórica, dificultando o processo de ensino-aprendizagem.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) apontam para a necessidade de incorporação de métodos de aprendizado ativos e interativos. Reconhecendo as dificuldades em trabalhar alguns conceitos do conteúdo de biologia, especialmente no campo da Genética, Biologia Celular e Biologia Molecular com alunos do ensino médio, é importante lançar mão dessas ferramentas alternativas que auxiliem na construção do conhecimento dos alunos.

Nessa direção, os jogos educacionais constituem propostas metodológicas importantes para o ensino de Genética Moderna, sobretudo no sentido de tornar o conhecimento, outrora abstrato, mais acessível, principalmente, por apresentarem possibilidade de confecção com materiais de baixo custo e oferecerem aos próprios alunos a oportunidade de participarem ativamente da construção desses recursos lúdicos (DE CAMPOS JÚNIOR, 2010). Além disso, as atividades lúdicas e demais propostas alternativas, segundo Santos (1998), constituem-se em recursos importantes que aproximam conceitos complexos dos alunos, facilitando a construção do conhecimento discente.

Diante do contexto de que muitos professores não adotam essas práticas alternativas de ensino, apresentamos o jogo educacional 'Bingo da Genética Moderna' como recurso para diminuir a abstração de conceitos por parte dos alunos, facilitando a construção do conhecimento discente acerca dos temas relacionados à Nova Genética.

### Componentes do jogo

O jogo "Bingo da Genética Moderna" é composto por uma cartela, que apresenta 20 espaços a serem preenchidos e 20 fichas, contendo definições ou aplicações de cada um dos temas a serem discutidos/sorteados.

### Regras do jogo

As regras do Bingo da Genética Moderna são basicamente as mesmas do jogo tradicional, no entanto, ao invés de serem apresentados os temas pré-definidos, é o jogador quem escolhe os temas e a disposição dos mesmos na cartela.

As cartelas são dispostas de modo que os jogadores possam distribuir os temas ao longo dos espaços vazios disponíveis para preenchimento. O modelo de cartela utilizado na apresentação dessa proposta é mostrado na figura 1 e os temas sugeridos estão apresentados no quadro 1. Enfatizamos que esses temas foram selecionados com base nas diretrizes curriculares do Currículo Básico Comum do Ensino de Biologia, definido pela Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais.

Após serem preenchidas as cartelas, dá-se início ao sorteio dos temas. Os participantes devem estar atentos, pois são sorteados os conceitos ou aplicações de cada tema.

O vencedor será aquele que completar primeiramente uma linha ou coluna da cartela e gritar a palavra “Bingo!”. Assim, o sorteio deve ser parado e o mediador da atividade pode conferir a cartela do participante.



Figura 1. Modelo de cartela do “Bingo da Genética Moderna”.

Quadro 1. Temas sugeridos para preenchimento dos espaços das cartelas do “Bingo da Genética Moderna”.

<b>1. Transgênicos</b>	<b>11. Plasmídeos</b>
<b>2. Genoma</b>	<b>12. Eletroforese</b>
<b>3. Clonagem</b>	<b>13. PCR (Reação em cadeia da polimerase)</b>
<b>4. Células tronco</b>	<b>14. Rotulagem</b>
<b>5. Melhoramento genético</b>	<b>15. Biossegurança</b>
<b>6. Variabilidade genética</b>	<b>16. Bioética</b>
<b>7. DNA recombinante</b>	<b>17. Terapia Gênica</b>
<b>8. Hibridação</b>	<b>18. Vacina de DNA</b>
<b>9. Sequenciamento</b>	<b>19. Cultura de tecidos</b>
<b>10. Enzimas de restrição</b>	<b>20. OGM (organismos geneticamente modificados)</b>

### Atuação do professor

Sugerimos que o professor apresente previamente aos alunos os temas a serem abordados na atividade. Uma proposta interessante consiste em solicitar que os alunos pesquisem a respeito de cada assunto abordado, dividindo os temas por grupos ou individualmente para, posteriormente, debater sobre os conceitos apresentados pelos discentes, esclarecendo possíveis dúvidas ou concepções errôneas.

Ainda em relação à etapa que antecede a aplicação do jogo, o professor pode lançar mão de vídeos, filmes e reportagens que abordem o tema 'Genética Moderna' para aproximar ainda mais os alunos dos conceitos trabalhados.

Recomendamos que o professor reserve duas aulas para a aplicação da presente proposta, sendo uma para o trabalho com a apresentação e discussão dos conceitos e a outra, para a execução do jogo, propriamente dito.

O professor pode aplicar o jogo para a sala toda ou organizar grupos de, no mínimo, 5 alunos. O tempo médio para aplicação do jogo é de 50 minutos, podendo variar de acordo com as discussões oportunizadas.

O sorteio dos temas deve ser feito da seguinte maneira: o professor deve escolher, aleatoriamente, uma ficha e ler o conteúdo descrito. Em seguida, deve-se esperar que os alunos discutam sobre a qual tema a ficha sorteada corresponde. O professor deve atuar como mediador dessas discussões nesse momento, negociando com os alunos os conceitos e aplicações de cada tema sorteado.

Após negociada a definição/aplicação do conceito sorteado, os jogadores devem marcar a casa da cartela que contém o tema anteriormente anotado.

### Considerações finais

Salientamos que esta proposta metodológica não se trata de um roteiro pré-determinado para o trabalho com temas contemporâneos em genética. O ideal é que os alunos participem da construção do material que constitui o jogo, da negociação das regras e da discussão dos conceitos a serem sorteados.

**RESUMO:** Um jogo didático pode ser utilizado tanto para revisar ou avaliar conceitos que já foram trabalhados em sala de aula. O “Bloody Combat” é um jogo que tem o intuito de auxiliar o professor em uma atividade de revisão e avaliação do sistema ABO e Rh. Uma característica importante que torna o jogo atrativo é o enredo criado, o qual relaciona vampiros e sistema sanguíneo. Desta maneira, o jogo possui toda ferramenta necessária para criar um ambiente favorável e atrativo para interação do aluno com o conteúdo, tornando o jogo dinâmico e propício para a aprendizagem e avaliação.

*Rafael César Bolleli Faria  
Jeniffer Rafaela Albano  
Lucas Rocha Milani*



## *Blood Combat*

### Introdução

Os jogos didáticos tem sido ferramentas importantes para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, por promover uma série de situações que muito provavelmente numa aula apenas focada no professor não aconteceriam (LOPES, 2000). Desta forma pensando a partir da teoria cognitivista, cujo foco é a interação entre os sujeitos e o ambiente em que se encontra. O jogo criado, permiti autonomia do aluno para interagir e criar estratégias de jogo.

O jogo “Bloody Combat” foi baseado no jogo comercial “Combate”. O intuito do jogo criado foi de ser uma atividade de avaliação do sistema ABO, sendo uma proposta alternativa de verificação da compreensão que o aluno obteve ao longo de seu processo de aprendizagem. Destinado ao público jovem o “Bloody Combat” sai da rotina de textos em livros didáticos e explicações no quadro e partir para um jogo os incentiva muito mais para o aprendizado. O jogo tem os objetivos de compreender a herança e a compatibilidade sanguínea, demonstrar as diversidades presentes no sistema ABO e Rh e relacionar estratégias de jogo (tabuleiro) com a compatibilidade sanguínea.

Componentes do jogo

O Jogo contém: 1 tabuleiro de plástico adesivado (Figura I), 60 peças (taça de plástico de 50ml com adesivos dos personagens ou objetos) (Figuras II), 20 cartas charada (papel cartão) (Figura III), 20 cartas resposta (papel cartão), 5 cartas heredograma charada (papel cartão), 5 cartas heredograma resposta (papel cartão) e manual de instrução.



Figura 1. Tabuleiro e peças utilizadas no jogo “Bloody Combat”



Figura 2. Peças (personagens) utilizadas no jogo



Figura 3. Modelo da carta charada sugerida para o jogo

### Regras do jogo

#### *O enredo*

Nesta batalha os clãs de vampiros estão em guerra, em busca de sangue. Com o objetivo de encontrar o sangue real e puro de cada família, tornando-se assim a classe superior da raça. Estratégias, movimentos precisos e conhecimento sobre o conteúdo contribuirá para que o participante vença.

Cada clã guarda em seus sarcófagos o sangue mais puro e real de sua linhagem, a *reliquia*. A missão dos clãs é a mesma, ou seja, encontrar o sangue real do adversário. O primeiro que alcançar a relíquia e resolver o enigma presente nele vence se tornando a família mais forte.

O jogo pode ter dois ou quatro jogadores (duas duplas), as 60 peças são divididas aos dois participantes, sendo 30 peças por jogador, assim cada um montará o seu clã. O jogo começa na distribuição das peças, dado que essa tem que ser de forma estratégica, deixando-os adesivos com os personagens voltados para o participante. Duas peças não podem ocupar o mesmo espaço. O início da partida é decidido pelo jogador que primeiro completar corretamente o heredograma de seu clã, caso em algum indivíduo haja a possibilidade de mais de um tipo sanguíneo, o aluno deve

colocar todas as possibilidades, a cada tentativa errada de montagem o jogador perde uma peça *vampiro* O<sup>-</sup>.

Em cada rodada o jogador só pode andar com uma peça e apenas uma casa. O movimento pode ser para frente, para trás e para os lados (não se pode andar na diagonal). Além disso, o participante pode movimentar alternadamente a mesma peça para frente para trás e para os lados, porém por apenas três rodadas seguidas.

Os lagos do tabuleiro possuem sopa de alho, sendo assim os vampiros não podem andar sobre eles. A *reliquia* e as *estacas de madeira* não podem ser movimentadas.

O *vampiro* que possuir sangue O<sup>-</sup> pode andar quantas casas quiser na mesma direção, contando que não ataque na mesma rodada que andou mais de uma casa. Mas caso o participante ande mais de uma casa, o adversário pode perceber quais peças serão os *vampiros* O<sup>-</sup>.

#### O “combate”

Para o ataque entre as peças, o participante deverá posicionar sua peça à frente, ao lado ou atrás da peça que sofrerá o ataque. No ataque, as peças devem estar na mesma casa da peça atacada, os dois mostrarão suas peças, se o atacante for receptor do sangue do adversário, por compatibilidade sanguínea ele vence o ataque, e a peça derrotada sai do jogo, caso não tenha compatibilidade, não há perda da peça.

O coringa é o único que consegue eliminar os *vampiros* AB<sup>+</sup> quando estiver atacando. Mas se o *vampiro* AB<sup>+</sup> atacar primeiro o *coringa* é eliminado.

As *estacas de madeira* são peças importantíssimas para a batalha, se alguma peça atacar a estaca de madeira o jogador terá que responder a uma situação proposta que será retirada das cartas charada e após responder ele deve devolver a carta a um monte de cartas diferente das que ainda não foram retiradas. Se o jogador responder corretamente a peça continua e o adversário

perde a estaca, caso a resposta esteja incorreta o jogador atacante perde sua peça, e o adversário continua.

Quando o jogador encontrar a *reliquia* do adversário, ele deverá responder a um enigma presente nas *cartas charada* que estarão em um monte de cartas diferentes das que já foram retiradas. Se o jogador conseguir resolver o enigma ele vence, caso não consiga o jogador perde sua peça e o jogo continua.

### Atuação do professor

O jogo deve ser aplicado em sala de aula após o professor ter ministrado o conteúdo de sistema ABO e Rh, dessa maneira o jogo servirá para reforçar e contextualizar os conteúdos trabalhados em sala de aula.

O professor deverá orientar a dinâmica do jogo e esclarecer as possíveis dúvidas, além disso, é recomendado que o professor acompanhe o início do jogo, verificando assim os possíveis erros. A avaliação do jogo e conseqüentemente da aprendizagem do aluno pode ser feita de duas formas:

1ª - Por meio de observação da interação do aluno com o jogo.

2ª - Análise e explicação da folha de respostas dadas nas cartas com situações problemas, estas cartas serão retiradas e respondidas por escrito quando o jogador se deparar com a peça *estaca* adversária. No jogo estão presentes também as cartas resposta, após ter escrito sua resposta no rascunho ele verificará se está correto com a carta resposta, dando continuidade na partida segundo as regras do jogo.

### Considerações finais

O conteúdo de Genética trabalhado no ensino médio é considerado por muitos alunos, um conteúdo de difícil assimilação, dado a sua característica abstrata e pela metodologia utilizada, a qual muitas vezes é ensinada de forma descontextualizada e com acúmulo de conceitos (SCHEID, FERRARI, 2006). Neste sentido, a metodologia utilizada no jogo, segundo os aspectos relatados por Almeida (1981), torna o processo de aprendizagem e avaliação atrativo e dinâmico, por misturar aspectos lúdicos e cognitivos, os quais promovem: a capacidade de raciocínio do educando, a ação intencional (afetividade) e construção de estratégias e representações mentais (cognição). Todos estes aspectos são potencializados pelo enredo criado, a relação dos “vampiros” e o sistema sanguíneo é abordada constantemente em filmes e séries famosas da televisão.

## REFERÊNCIAS |

ALLEN, G. E. The social and economic origins of genetic determinism: a case history of the American Eugenics Movement, 1900-1940 and its lessons for today. **Genetic**, v. 99, p.77-88, 1997.

ALMEIDA, P. N. **Dinâmica Lúdica e Jogos Pedagógicos para Escolares de 1º e 2º Grau**. São Paulo: Loyola, 1981.

BALBINOT, M. G. Uso de modelos, numa perspectiva lúdica no Ensino de Ciências. In: Encontro Ibero-Americano de coletivos escolares e redes de professores que fazem investigação na sua escola IV, 2005. Lajeado. **Anais do IV Encontro Ibero-Americano de Coletivos Escolares e Redes de professores que fazem investigação na sua escola**. Lajeado, 2005.

BARTH, W. L. Engenharia Genética e Bioética. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. **Revistas eletrônicas**, v. 35, n. 149, p. 361-391, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

CAMARGO, S. S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. A genética humana no ensino médio: algumas propostas. **Revista Genética na Escola**, v. 2, n. 1, p. 14-6, 2007.

CAMPOS, L. M. L; BORTOLOTO, T. M., FELÍCIO, A. K. C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia**: uma proposta para favorecer a aprendizagem. Campus de Botucatu - Instituto de Biociências da Unesp, 2003. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>>. Acesso em: 20/01/2018.

DE CAMPOS JUNIOR, E. O.; PEREIRA, B. B.; LUIZ, D. P.; MOREIRA NETO, J. F.; BONETTI, A. M.; KERR, W. E. Sistema sanguíneo sem mistério: uma proposta alternativa. **Revista Genética na Escola**, v. 3, n. 3, p. 7-9, 2009.

DE CAMPOS JÚNIOR, E. O.; PEREIRA, B. B.; LUIZ, D. P.; MOREIRA-NETO, J. F.; BONETTI, A. M.; KERR, W. E. Sistema sanguíneo sem mistério: uma proposta alternativa. **Genética na escola**, v. 4, n. 1, p-07-09, mar/mar. 2009.

DUSCHL, R. La valorización de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. **Enseñanza de las Ciencias**, v.16, n. 1, p. 3-20, 1998.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ BRAVO, A. Modelos Científicos y Modelos Didácticos en la enseñanza de Ciencias naturales. El Modelo Didáctico Analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 231-242, 2001.

GALLIAN, D. M. C. Por detrás do último ato da ciência-espetáculo: as células-tronco embrionárias. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 55, p. 251-260, 2005.

GRIFFITHS, A. J. F. E MAYER-SMITH, J. **Understanding genetics. Strategies for teachers and learners in Universities and High Schools**. WH Freeman and Company, New York, 2000.

HORGAN, J. Eugenics revisited. **Scientific American**, v. 268, p.122-131, 1993.

KENSKI, V. M. O papel do professor na sociedade digital. In: CASTRO, A.D.de; CARVALHO. A.M.P.de. **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo: Thompson, 2002. p. 95-106.

KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N.; OLIVEIRA, S. F.; AKIMOTO, A.; HIRAGI, C.; BARBOSA, L. S.; ROCHA, D. M. S.; CORREIRA, A. Combinar e recombinar com os dominós. **Revista Genética na Escola**, v. 3, n. 2, p. 1-7, 2008.

KNIPPELS, M. P. J, WAARLO, A. J & BOERSMA, K. T. Design criteria for learning and teaching genetics. **Journal of Biological Education**, v. 39, n. 3, p. 108-112, 2005.

LEWIS, J.; WOOD-ROBINSON, C. Genes, chromosomes, cell division and inheritance –do students see any relationship? **International Journal of Science Education**, London, v. 22, n. 2, p. 177-195, 2000.

LIMA, B. D. A produção de insulina humana por Engenharia Genética. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, v. 23, p. 28-31. 2001.

LOPES, M. G. **Jogos na Educação: criar, fazer, jogar**. São Paulo: Cortez, 2000.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. **Ciência e Ambiente**, v. 26, p. 149-156, 2003.

LUCKESI, C. C. Avaliação da aprendizagem na escola e a questão das representações sociais. **ECCOS: Revista científica**, v. 4, n. 2, p. 79-88, 2002.

MARTINEZ, E. R. M.; FUJIHARA, R. T.; MARTINS, C. Show da Genética: um jogo interativo para o ensino de Genética. **Genética na Escola**, v. 3, n. 2, p. 24-27, 2008.

MIRANDA, S. No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. In: **Ciência Hoje**, v. 28, 2001.

MORI, L., MIYAKI, C. Y.; ARIAS, M. C. A seleção natural em ação: o caso das joaninhas. **Revista Genética na Escola**, v. 4, n. 2, p. 41-6, 2009.



- NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I. O texto de Genética no livro didático de ciências: uma análise na perspectiva da retórica crítica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 2-6, 2005.
- PEREIRA, B. B.; de CAMPOS JUNIOR, E. O.; BONETTI, A. M. Extração de DNA por meio de uma abordagem experimental investigativa. **Revista Genética na Escola**, v. 5, n. 2, p. 20-2, 2010.
- PEREIRA, B. B.; DE CAMPOS JÚNIOR, E. O.; BONETTI, A. M. Extração de DNA por meio de uma abordagem experimental investigativa. **Genética na escola**, Ribeirão Preto, v.5, n.2, p. 20-22. 2010.
- PEREIRA, T. N. A.; OLIVEIRA, D. P.; BEZERRA, R. D.; OLIVEIRA, E. C.; CHAGAS, D. B.; GUIMARÃES, M. B. A janela da vida: uma representação teatral sobre a evolução biológica. **Revista Genética na Escola**, v. 3, n. 1, p. 36-42, 2008.
- PURVES, W. K.; SADAVA, D.; ORIAN, G. H.; HELLER, H. C. Vida. **A ciência da biologia**. 6ª ed. Artmed, Porto Alegre, 1126p.
- RIVAS, P. M. S.; PINHO, J. D.; BRENHA, S. L. A. Experimentos em genética e bioquímica: motivação e aprendizado em alunos do ensino médio de uma escola pública do estado do Maranhão. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 4, p. 62-75, 2011.
- RODRIGUES, A. L. M.; FIEDLER, P. T.; SANTOS, S. H. P. D.; PEROTTA, B.; HIROSE, T. E.; OLIVEIRA, S. A. D.; SATO, M. H.; ÁVILA, H. S.; MORAES, T. C. D.; FERREIRA, F. D. F. I. Embriologia prática – uma lição diferente. **Arq. Apadec**, v. 8, n. 2, p. 1-11, 2004.
- SALIM, D. C.; AKIMOTO, A. K.; RIBEIRO, G. B. L.; PEDROSA, M. A. F.; KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N.; OLIVEIRA, S. F. O baralho como ferramenta no ensino de genética. **Revista Genética na Escola**, v. 2, n. 1, p. 6-9, 2007.
- SANTORI, R. T.; MIRANDA, J. C.; CUNHA, F. C. G.; PINTO, L. J. S. O apoio técnico especializado e seu impacto nas atividades de laboratório envolvidas na formação de professores de ciências biológicas na FFP/UERJ. **Vozes em Diálogo**, n. 4, 2009.
- SANTOS, C. M. Levando o jogo a sério. **Presença Pedagógica**, v.43, n.23, p.52-57, 1998.
- SANTOS-FILHO, F. S. Eletroforese: uma importante ferramenta da genética. **Genética na Escola**, 6: 43-45, 2011.
- SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 17-18, 2006.
- SILVA, Fábio. Reflexões de um professor sobre a escola. In: **Presença Pedagógica**. Belo Horizonte: Dimensão, v.9, nº49, jan./fev., 2003.

SILVEIRA, R. V. M. Desenvolvimento da capacidade de leitura nas aulas sobre síntese de proteínas. **Revista Genética na Escola**, v. 3, n. 2, p. 37-8, 2008.

TARDIF, Maurice. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Petrópolis, Vozes, 2002.

VIGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

## **SOBRE OS AUTORES |**

**BOSCOLLI BARBOSA PEREIRA |** Doutor em Genética e Bioquímica

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/7572289893292971>

**CARLOS FERNANDO CAMPOS |** Mestre em Genética e Bioquímica

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/3001336771829534>

**CRISTINA SOARES DE SOUSA |** Doutora em Genética e Bioquímica

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/7785026748868583>

**EDIMAR OLEGÁRIO DE CAMPOS JÚNIOR (Org.) |** Doutor em Genética e Bioquímica

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/2636895040414329>

**FERNANDA FERNANDES DOS SANTOS RODRIGUES (Org.) |** Doutora em Educação

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/1295100230711899>

**FERNANDA STEFANI ALVES COSTA |** Licenciada em Ciências Biológicas

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/0477820522675115>

**JENIFFER RAFAELA ALBANO |** Licenciada em Ciências Biológicas

Currículo:

**LUANA PEREIRA DOS SANTOS |** Doutora em Genética e Bioquímica

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/9888476869865280>

**LUCAS ROCHA MILANI |** Licenciado em Ciências Biológicas

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/2452957723438487>

**MATIAS JOSÉ LANDIM |** Licenciado em Ciências Biológicas

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/1891816833568461>

**RAFAEL CÉSAR BOLLELI FARIA |** Doutor em Ensino de Ciências e Matemática

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/0618742164609905>

**SANDRA MORELLI |** Doutora em Genética e Evolução

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/1661483102212717>

**VANESSA CAROLINA DE SENA CORREIA |** Doutora em Biotecnologia

Currículo: <http://lattes.cnpq.br/8703532581094742>