

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOUTORADO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

FABIO SEIDEL DOS SANTOS

**JOGO DAS TRÊS PISTAS: UMA PROPOSTA LÚDICA PARA A
AVALIAÇÃO DOS SUBSUNÇORES DE GENÉTICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

PONTA GROSSA

2018

FABIO SEIDEL DOS SANTOS

**JOGO DAS TRÊS PISTAS: UMA PROPOSTA LÚDICA PARA A
AVALIAÇÃO DOS SUBSUNÇORES DE GENÉTICA**

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Ponta Grossa, como requisito parcial para obtenção do título de “Doutor em Ensino de Ciência e Tecnologia” – Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Ângela Inês Klein

PONTA GROSSA

2018

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	03
2 MATERIAIS UTILIZADOS PARA CONFECÇÃO DO JOGO.....	04
3 DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE.....	05
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	08
5 REFERÊNCIAS.....	10
APÊNDICE A – Jogo das 3 Pistas – Dicas e Respostas.....	12

1 INTRODUÇÃO

Ensinar Genética é sempre um desafio para os professores de Biologia. Trata-se de um conteúdo altamente complexo e abstrato, o que requer, por parte do professor, o uso de estratégias diversificadas de ensino, que devem facilitar a aprendizagem significativa dos conceitos e que poderão alavancar a compreensão desses conteúdos a partir de uma base conceitual mais sólida.

A literatura científica mostra que os professores vêm empregando estratégias de ensino bastante variadas, buscando tornar o conteúdo de Genética mais interessante para os alunos. Os instrumentos lúdicos, como os jogos e os modelos didáticos, além de complementarem o conteúdo teórico tradicional, permitem uma maior interação de conhecimento entre professor e aluno, trazendo importantes contribuições ao processo de ensino-aprendizagem (MARTINEZ *et al.*, 2008).

Entender o conteúdo básico da Genética é essencial para a compreensão de temas ainda mais complexos, tanto desta área quanto da Biologia Molecular. Além disso, fornece subsídios para um posicionamento crítico diante das tecnologias emergentes destas áreas, tais como em pesquisas sobre clonagem terapêutica e organismos geneticamente modificados (OGM), as quais muitas vezes suscitam questionamentos éticos, morais, políticos, religiosos e econômicos, negligenciados pelos cientistas e desconhecidos pela sociedade em geral (SANTOS *et al.*, 2016).

Pode parecer bastante óbvio, mas convém ressaltar que para o professor, tão importante quanto saber como e o porquê ensinar Genética é saber o que os alunos já sabem deste conteúdo, e o que ainda precisam aprender. Em outras palavras, o professor de Biologia precisa antes de tudo mapear os conhecimentos prévios dos seus alunos, chamados por Ausubel de subsunçores, os quais funcionam como uma âncora ou ponte cognitiva para a aquisição de novos conhecimentos (MOREIRA, 2012). Nas palavras de Ausubel (1978),

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: de todos os fatores que influenciam a aprendizagem, o mais importante é aquilo que o aprendiz já sabe. Deve-se descobrir isso e ensinar de acordo (AUSUBEL, 1978, p. iv).

Os subsunçores têm um papel central na Teoria da Aprendizagem Significativa, pois são o ponto de partida para novas aprendizagens. Segundo Zull (2002), os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aprendiz podem ser

biologicamente traduzidos em redes neurais pré-existentes no cérebro deste. Diante disso, este autor aponta um equivalente neurobiológico da citação de Ausubel acima: “O fator mais importante na aprendizagem são as redes neurais pré-existentes no cérebro do aprendiz. Verifique quais são e ensine em conformidade” (ZULL, 2002, p. 93).

Com esta afirmação, Zull (2002) quer esclarecer que o fator mais importante na aprendizagem são as redes neurais existentes no cérebro do indivíduo. Assim, quando os professores elencam o que seus alunos já sabem, também estarão descobrindo as características de suas redes neurais e ficará mais fácil para os alunos adquirirem conhecimentos novos.

Contudo, os professores costumam desconsiderar os conhecimentos prévios ou imaginam que seus alunos já os possuam. Ao desconhecer o que os seus alunos sabem e o que precisam saber, o professor não tem ideia se o cérebro dos seus alunos se encontra preparado para novas aprendizagens, ou seja, se o cérebro dos seus alunos contém as redes neurais com informações suficientes para ancorar novos conhecimentos.

A literatura científica disponibiliza alguns instrumentos, em geral questionários e testes, que se mostraram eficazes para analisar os subsunçores de genética (PAIVA; MARTINS, 2005; TEMP *et al.*, 2014; TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2014). Neste produto educacional, é apresentada a proposta de um jogo educativo, cujo objetivo principal é mapear os subsunçores de Genética e Biologia Molecular de alunos do ensino médio. Trata-se de um instrumento previamente aplicado com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública de um município localizado na Região Centro-Sul do Estado do Paraná. O referido instrumento integra uma etapa de um Programa Neurocientífico de Ensino de Genética, desenvolvido pelo autor deste trabalho.

2 MATERIAIS UTILIZADOS PARA CONFECÇÃO DO JOGO

Este jogo foi inspirado no Jogo das 3 Pistas apresentado pelo canal SBT (Sistema Brasileiro de Televisão) aos domingos. Trata-se de um jogo bastante simples, que deverá envolver todos os alunos. O tempo previsto para as atividades é de aproximadamente duas horas aula. O público alvo são estudantes do 3º ano do Ensino Médio, os quais estão aprendendo o conteúdo de Genética, que integra a

disciplina de Biologia. O conteúdo trabalhado no jogo deve envolver os conceitos fundamentais de Genética e Biologia Molecular, estudados nos anos iniciais do Ensino Médio, como divisões celulares, conceito e relações entre DNA, gene e cromossomos, replicação e transcrição do DNA, síntese de proteínas, entre outros.

É importante ressaltar que, durante a confecção do jogo, deve-se priorizar pela utilização de equipamentos de baixo custo e facilmente disponíveis (como isopor, cartolina, tinta guache, dado, envelopes de papel). Por isso, o jogo pode ser facilmente confeccionado, o que é um fator importante considerando a realidade das escolas públicas brasileiras, que muitas vezes apresentam escassez de materiais didáticos e recursos insuficientes para a aquisição destes.

Considerando uma turma de 28 alunos¹, os materiais usados na atividade são os seguintes:

- Uma roleta (Figura 1) de isopor para abrigar os envelopes.
- 14 envelopes contendo 3 dicas para uma determinada resposta. No Apêndice A, são apresentados alguns conceitos que podem ser trabalhados.
- Uma mesa para abrigar a roleta.
- Um dado clássico, cubo com seis faces, gravado com números de um a seis.

3 DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

Para iniciar a atividade, os alunos são divididos (por sorteio) em grupos iguais. Cada grupo deve receber uma nomeação, por exemplo, *Grupo 1*, *Grupo Vermelho* ou ser nomeado conforme a preferência dos alunos participantes.

Em seguida, através de sorteio, configura-se um quadro de competições (Quadro 1). Neste, por exemplo, os alunos do grupo 1 competem com os alunos do grupo 2, os alunos do grupo 3 competem com os alunos do grupo 4.

¹ Se for uma turma com 30 alunos, 15 envelopes deverão ser confeccionados, se for de 40 alunos, 20 envelopes, e assim por diante. Se o número de participantes for ímpar, o professor poderá incluir, por sorteio, um “participante adicional” em um dos grupos. Também deverá sortear um participante do grupo adversário para competir com o “participante adicional”.

Quadro 1 – Quadro de competições (nomes fictícios).

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4
Pedro	X	Eduardo		Carlos	X	Paulo
Wagner	X	Vania		Fernando	X	Ingrid
Heloisa	X	Amanda		Lucas	X	Gabriel
Bruna	X	Julia		Cintia	X	Gustavo
Luís	X	Elias		Mariana	X	Andressa
Monica	X	André		José	X	Adriana
Sofia	X	Mateus		Anderson	X	Rafaela

Fonte: o autor.

Figura 1 – Roleta e envelopes.



Fonte: o autor

Como pode ser observado no Quadro 1, inicialmente os alunos competem em duplas, por exemplo, Pedro x Eduardo (Grupo 1), Carlos x Paulo (Grupo 2) e assim por diante (Figura 2). Contudo, eles pontuam individualmente e para seu grupo.

O aluno que obtém o maior número no dado começa respondendo. De início, ele deverá girar a roleta e escolher um envelope, que será aberto pelo professor. O professor, então, anunciará a primeira dica. Se acertar a resposta com apenas uma dica, o aluno recebe 10 pontos; caso contrário, ou seja, se errar ou se não souber a resposta, passa a chance de responder para seu adversário, o qual terá 2 dicas para encontrar a resposta, que agora valerá 9 pontos. Se este segundo competidor não obtiver êxito, a oportunidade de responder retorna ao competidor inicial, que terá agora 3 dicas para acertar a resposta e marcar 8 pontos.

Quando a dupla de competidores não encontra a resposta com as três dicas, a solução é emitida pelos alunos integrantes de qualquer grupo, que, no momento,

integram o que chamamos de plateia (Figura 3). Para evitar “tumulto”, sugere-se que os integrantes da plateia que desejarem responder organizem uma fila logo em frente à mesa do professor.

Figura 2 – Professor, dupla de competidores e mesa contendo a roleta com os envelopes.



Fonte: o autor

É importante que as dicas com valor de 10 pontos sejam mais gerais que as dicas com valor de 9 pontos e assim por diante. Desta forma, o jogo deve partir do geral para o específico. O professor será o regente de todas as atividades, e, mesmo se o aluno responder corretamente com apenas uma dica e receber 10 pontos, o professor deverá mencionar as demais dicas e reforçar o aprendizado do conceito abordado, ou seja, dar um *feedback*.

Para facilitar o desenvolvimento da atividade, as dicas podem ser projetadas em uma tela a partir de um Datashow ou reproduzidas em uma TV com entrada para Pen Drive.

Serão vencedores os alunos e os grupos que obtiverem o maior número de pontos. Os alunos e os grupos vencedores poderão ser premiados. No nosso estudo, os alunos foram premiados com troféus e medalhas (Figura 4). Contudo, o professor poderá escolher outras formas de premiação.

Figura 3 – Integrantes da plateia.



Fonte: o autor

Figura 4 – Troféus.



Fonte: o autor

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como relatado anteriormente, este jogo integrou uma das etapas de um Programa Neurocientífico de Ensino, que foi empregado em uma turma de alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública, durante as aulas de Genética, conteúdo trabalhado durante todo o segundo semestre de 2015 na disciplina de Biologia.

Percebeu-se, durante a implementação do jogo, uma ampla aceitação pela maioria dos alunos, que se envolveram efetivamente nas atividades. Todas as respostas foram encontradas, porém a maior parte delas foi “adivinhada” pelos alunos dos grupos que no momento integravam a plateia.

Notou-se que, tentando encontrar a resposta, muitos alunos emitiram palavras soltas, como DNA, gene, mitose, cromossomos, genótipo, fenótipo, entre outras, trabalhadas no decorrer das aulas. Como observou Pedrancini *et al.* (2011), muitas vezes, os alunos não demonstram o entendimento abstrato do conceito de genética, apenas memorizam a palavra “o que lhes permite somente repetir os termos retidos em sua memória, caracterizando um verbalismo vazio de significado” (PEDRANCINI *et al.*, 2011, p. 123).

As respostas referentes a conceitos da genética mendeliana foram encontradas com mais facilidade pelos alunos, por isso acredita-se que estavam mais fortemente consolidadas na sua estrutura cognitiva. É importante ressaltar que, se a maioria dos alunos tivessem estudado previamente o conteúdo, como foram orientados pelo pesquisador e professor, o jogo seria mais interessante e ainda competitivo.

Pode-se notar que o uso de recompensas, como medalhas e troféus, tornou a atividade mais interessante e estimulou a competição entre os alunos. De forma geral, os jogos contabilizam fatores como envolvimento, competição e o desafio, que são importantes para a aprendizagem. O desafio, por exemplo, facilita o aprendizado complexo (RAMOS, 2014), por isso autores ligados ao estudo do cérebro, como Consenza e Guerra (2011), defendem que os professores devem planejar um ambiente escolar que mobilize fatores emocionais positivos como o entusiasmo, a curiosidade, o envolvimento e o desafio.

As recompensas são importantes para o aprendizado, e seus efeitos motivacionais são descritos até em termos moleculares (RAMOS, 2014). O professor precisa ter em mente que o mais importante é auxiliar no desenvolvimento da motivação intrínseca, que é subjetiva, e está automaticamente ligada ao prazer gerado pelo aprender.

Entretanto, as recompensas extrínsecas, como as utilizadas nesta atividade, têm seu valor para determinados tipos de aprendizes, especialmente para aqueles que ainda não sabem do que gostam. As recompensas extrínsecas podem auxiliar

esses alunos a se interessarem por algum conteúdo, por isso, podem ser o primeiro passo para a mobilização para obter recompensas intrínsecas (ZULL, 2002).

Por fim, ressalta-se que o jogo educativo é um recurso didático bastante envolvente, prazeroso e desafiador, capaz de estabelecer ambientes de ensino-aprendizagem que facilitam a expressão de emoções positivas descritas anteriormente. É amplamente conhecido que as emoções estão intimamente vinculadas a processos cognitivos de aprendizagem e memória². Em uma recente entrevista com Bianchini e Oikawa (2013), o renomado neurocientista da memória Ivan Izquierdo destacou que todas as nossas memórias são adquiridas e/ou evocadas com base em alguma emoção, e as memórias mais consolidadas são aquelas que vêm acompanhadas de uma forte carga emocional.

O Jogo das Três Pistas, com suas devidas adaptações, pode ser aplicado em qualquer contexto educacional.

5 REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1978.

BIANCHINI, Aline; OIKAWA, Erika. Memória e emoção nos circuitos cerebrais: Entrevista com Ivan Izquierdo. **Sessões do Imaginário**, v. 18, n. 30, p. 147-149, 2013.

CONSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: ARTMED, 2011.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios?** Conceitos fundamentais de neurociência. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2010.

MARTINEZ, Emanuel R. M.; FUJIHARA, Ricardo T.; MARTINS, César. Show da genética: um jogo interativo para o ensino de genética. **Genética na Escola**, v. 3, n. 2, p. 1-4, 2008.

² De forma geral, aprendizagem é um processo pelo qual os seres humanos e os animais adquirem informações do ambiente (interno e externo), e memória é o processo pelo qual estas informações são codificadas, armazenadas e posteriormente recuperadas (LENT, 2010).

MOREIRA, Marco A. La teoría del aprendizaje significativo: un referente para organizar la enseñanza contemporánea. **Unión Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, n. 31, p. 9-20, 2012.

PAIVA, Ana Luíza B.; MARTINS, Carmen Maria C. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7. n. 3, p. 1-20, 2005.

PEDRANCINI, Vanessa D.; CORAZZA, Maria Júlia; GALUCH, Maria Terezinha B. Mediação pedagógica e a formação de conceitos científicos sobre hereditariedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 1, p. 109-132, 2011.

RAMOS, Angela S. F. Dados recentes da Neurociência fundamentam o método "Brain-based learning". **Revista Psicopedagogia (online)**, São Paulo, v. 31, n. 96, p. 263-274, 2014.

SANTOS, Fabio S. dos *et al.* Interlocução entre neurociência e aprendizagem significativa: uma proposta teórica para o ensino de genética. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 149-182, 2016.

TEMP, Daiana S; BARTHOLOMEI-SANTOS; Marlise L. Genética e suas aplicações: identificando o conhecimento presente entre concluintes do ensino médio. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.36 n.2, p.358-372, 2014.

TEMP, Daiana S.; NICOLETTI, Elenize R.; BARTHOLOMEI-SANTOS, Marlise L. Identificando o conhecimento de genética entre calouros universitários. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014.

ZULL, James E. **The art of changing the brain: Enriching the practice of teaching by exploring the biology of learning.** Sterling, VA: Stylus Publishing, 2002.

APÊNDICE A – Jogo das 3 Pistas – Dicas e Respostas

Jogo das 3 Pistas – Dicas e Respostas

(10 pontos). Responsável pela produção dos gametas masculino e feminino.

(9 pontos). Ocorre apenas nas células germinativas.

(8 pontos). É um processo de divisão celular que produz quatro células-filhas com a metade do número de cromossomos da célula-mãe.

Resposta: MEIOSE

(10 pontos). Está ligada à multiplicação celular, reposição celular, formação de tecidos e órgãos.

(9 pontos). Responsável por manter o mesmo número de cromossomos em todas as células somáticas do organismo.

(8 pontos). É um processo de divisão celular pelo qual uma célula diploide (2n) origina duas células-filhas diploides geneticamente idênticas.

Resposta: MITOSE

(10 pontos). Moléculas complexas formadas pela associação de aminoácidos.

(9 pontos). Tem função estrutural, hormonal, enzimática, imunológica e de transporte.

(8 pontos). Podem representar o produto final da expressão de um gene.

Resposta: PROTEÍNAS

(10 pontos). Célula originada a partir da fusão dos núcleos haploides de um espermatozoide (n) e de um óvulo (n).

(9 pontos). É uma célula diploide (2n) que sofre mitoses consecutivas para gerar um organismo.

(8 pontos). É a primeira célula de um futuro organismo.

Resposta: ZIGOTO

(10 pontos). Possuem genes envolvidos nas características sexuais da maioria dos organismos.

(9 pontos). No homem são representados pelas letras XY; na mulher pelas letras XX.

(8 pontos). Os espermatozoides podem apresentar X ou Y, os óvulos somente X.

Resposta: CROMOSSOMOS SEXUAIS

(10 pontos). São visualizados no núcleo da célula em processo de divisão.

(9 pontos). São constituídos de DNA altamente condensado + proteínas.

(8 pontos). Seu conjunto é denominado “genoma”.

Resposta: CROMOSSOMOS

(10 pontos). São células que apresentam dois conjuntos completos de cromossomos homólogos.

(9 pontos). Os neurônios, os hepatócitos e os adipócitos representam esse tipo celular.

(8 pontos). Também são chamadas de “células 2n”.

Resposta: CÉLULAS DIPLOIDES

(10 pontos). São células que apresentam em seu núcleo somente um cromossomo de cada par.

(9 pontos). Representam somente os gametas de um organismo.

(8 pontos). Também são chamadas de “células n”.

Resposta: CÉLULAS HAPLOIDES

(10 pontos). Estão presentes aos pares no núcleo das células somáticas.

(9 pontos). Apresentam alelos para uma mesma característica.

(8 pontos). Um é de origem paterna e outro de origem materna.

Resposta: CROMOSSOMOS HOMÓLOGOS

(10 pontos). Possuem genes relacionados às características comuns aos dois sexos.

(9 pontos). A espécie humana apresenta 22 pares destes em suas células somáticas.

(8 pontos). São designados através de um número, por exemplo, 18, 21 etc.

Resposta: CROMOSSOMOS AUTOSSOMOS

(10 pontos). Apresenta células somáticas com 44 cromossomos autossomos e 2 cromossomos sexuais.

(9 pontos). Seu cariótipo é representado pela fórmula $2n = 44 + XX$ ou $46, XX$.

(8 pontos). Produz óvulos com 23 cromossomos.

Resposta: MULHER

(10 pontos). A.....afirma que um gene carrega e transmite informações hereditárias.

(10 pontos). A.....nos diz que um gene é uma sequência do DNA que codifica a produção de um polipeptídeo ou RNA.

(10 pontos). Na.....o gene é considerado uma unidade da herança ou hereditariedade que não apresenta uma relação direta com uma estrutura física.

Resposta: CONCEPÇÃO INFORMACIONAL, MOLECULAR CLÁSSICA E MENDELIANA DO GENE.

Obs: Esse último exemplo difere-se dos anteriores pelo fato de que o aluno precisa descobrir a palavra correta para cada sentença. Assim, em uma competição Pedro x Eduardo, por exemplo, se Pedro for previamente sorteado, deverá iniciar respondendo a primeira sentença. Em caso de acerto, ele receberá 10 pontos; e em caso de erro, passa a chance de responder para seu concorrente. Vale lembrar que, mesmo que Pedro acerte a sentença, a próxima deverá ser respondida pelo seu concorrente, neste caso o aluno Eduardo. As sentenças que não foram respondidas pela dupla de competidores serão atribuídas aos membros da plateia.