



**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – LICENCIATURA**

**RAFAELA SPOHR HAAS**

**PRÁTICAS PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE GENÉTICA: POSSIBILIDADES  
DIDÁTICAS PARA DEFICIENTES VISUAIS**

**CERRO LARGO-RS**

**2017**

**RAFAELA SPOHR HAAS**

**PRÁTICAS PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE GENÉTICA: POSSIBILIDADES  
DIDÁTICAS PARA DEFICIENTES VISUAIS**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial na disciplina de TCC II do curso de Ciências Biológicas – Licenciatura da Universidade Federal Fronteira Sul – *Campus* Cerro Largo.

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Suzymeire Baroni**  
**Coorientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Erica do Espírito Santo Hermel**

**CERRO LARGO-RS**  
**2017**

**RAFAELA SPOHR HAAS**

**PRÁTICAS PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE GENÉTICA: POSSIBILIDADES DIDÁTICAS  
PARA DEFICIENTES VISUAIS**

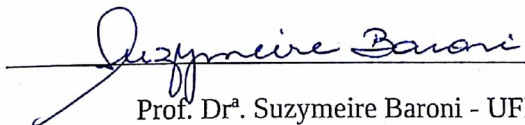
Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial na disciplina de TCC II do curso de Ciências Biológicas – Licenciatura da Universidade Federal Fronteira Sul – Campus Cerro Largo.

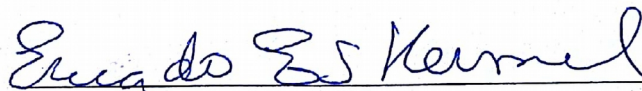
Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Suzymeire Baroni

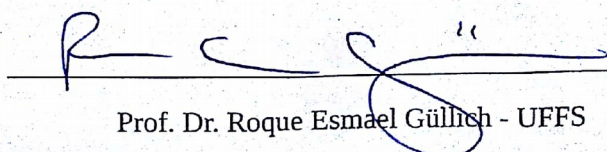
Coorientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Erica do Espirito Santo Hermel

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 30/11/2017

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr<sup>a</sup>. Suzymeire Baroni - UFFS

  
Prof. Dr<sup>a</sup> Erica do Espirito Santo Hermel - UFFS

  
Prof. Dr. Roque Esmael Gullich - UFFS

## RESUMO

O presente trabalho buscou práticas pedagógicas para o ensino de genética para alunos com deficiências visuais, publicadas nas 12 edições da revista Genética na Escola, de março de 2006 ao primeiro semestre de 2017. Foram encontradas três práticas pedagógicas para alunos com deficiências visuais na revista. Além disso, analisamos mais dez roteiros, a fim de obtermos possíveis adaptações para que os mesmos pudessem vir a ser utilizados para auxiliar alunos com deficiências visuais, nos diferentes níveis de ensino. Portanto, este trabalho apresenta 13 práticas pedagógicas focadas e adaptadas no ensino-aprendizagem sobre genética para deficientes visuais. A busca por esta metodologia auxilia e fortalece a permanência desses alunos dentro das salas de aula, buscando assim o aprender.

**Palavras-chave:** Currículo. Recursos didáticos. Ensino de Biologia.

## ABSTRACT

This present work searched pedagogical practices for the teaching of genetics for students with visual impairment in publications in the 12 issues of the journal Genetics in the School, since march 2006 to first semester of this current year. Three pedagogical practices were found for students with deficiencies in the journal. In addition, we analyzed 10 more scripts, one end of everything for adaptations so that they can be used for auxiliary students at different levels of education. Thus, this paper presents 13 practices pedagogical approaches and adapted in the teaching-learning about genetics for the visually impaired. The search for auxiliary methodologies support and strengthens the permanence of this peoples inside the classrooms, thus seeking learning.

**Keywords:** Curriculum. Didactic resources. Teaching of biology.

## 1.INTRODUÇÃO

Vivemos, atualmente, em um país de ampla diversidade e assim como afirma Gomes (2007, p. 30): “[...] não é tarefa fácil trabalhar pedagogicamente com a diversidade, sobretudo em um país como o Brasil, marcado por profunda exclusão social”, porém, não se pode perder as esperanças em conquistar um ensino inclusivo, um ensino para todos os alunos dentro e fora de uma sala de aula.

É de consenso, que há uma diferenciação dos alunos dentro de salas de aula e, além disto, todos esses alunos apresentam relações diferenciadas com o conhecimento, interesses diversos, estratégias, meios e ritmos próprios de aprendizagem, sendo necessário desconstruir a imagem de turmas homogêneas, ou até mesmo de grupos homogêneos inseridos numa mesma turma o que facilitaria, teoricamente, o processo de ensino do professor (SANTANA, 2000).

É necessário definir dois conceitos a fim de compreender a função de práticas pedagógicas para **deficientes visuais** (DV). Em primeiro lugar é fundamental definir o que são as práticas pedagógicas e qual a sua importância dentro da genética, desta forma é possível atribuir seus diversos valores dentro das salas de aulas. As práticas pedagógicas são, segundo Franco (2015), um facilitador do processo de ensino-aprendizagem, onde as mesmas são vivas, existenciais por natureza, interativas e impactantes.

O segundo ponto a ser levantado é que as deficiências visuais são classificadas em cinco níveis, desde uma diferenciação leve da visão normal, até mesmo a cegueira total de um indivíduo. Segundo González (2007, p. 101),

quando falamos de pessoas visualmente incapacitadas, incluímos os cegos e aqueles sujeitos que têm baixa visão. Esses conceitos englobam desde a pessoa que precisa de óculos para ler o jornal até a que está totalmente cega. Portanto, devemos fazer uma distinção em primeiro lugar, entre cegueira, que supõe uma perda total da visão, e deficiência visual, que são alterações no sistema visual, que se define pelos parâmetros de acuidade e campo visual.

Porém, além da visão de Gonzáles (2007) ante os cinco níveis de deficiência visual, Brumer, Pavei e Mocelin (2004), em seu estudo, apontam apenas duas classes de deficiência visual: a visão subnormal ou baixa visão e a cegueira total de um indivíduo.

É a partir destas definições de conceitos que se torna possível atribuir a importância de um ensino interativo e diferenciado, de modo a abranger não apenas alunos com visão normal

ou audição normal, mas sim um ensino que seja imparcial e que não se limite a aprendizagem de determinados alunos dentro de uma turma, ou seja, desconstruindo a ideia do ensino tradicional de turmas homogêneas.

Tendo como propósito o auxílio e a sustentação de alunos especiais das diversas deficiências (visuais, auditivas, físicas) em busca do conhecimento, é que se insere dentro das escolas a inclusão, ou o **ensino inclusivo**, o qual em um sentido mais amplo é a prática da inclusão de todos – independentemente de seu talento, deficiência, origem socioeconômica ou origem cultural – em escolas e salas de aula provedoras, onde todas as necessidades dos alunos são satisfeitas (KARAGINNS; STAINBACK; STAINBACK, 1999). É neste mesmo contexto que Mantoan (2011, p. 69) afirma que,

a inclusão escolar [...] não está limitada à inserção de alunos com deficiência nas redes regulares de ensino, pois beneficia todos os alunos, com e sem deficiência, que são excluídos das escolas comuns, e denuncia o caráter igualmente excludente do ensino tradicional ministrado nas salas de aulas do ensino regular.

É dentro desta perspectiva sobre ensino inclusivo, que é necessário mudar o pré-conceito de que o aluno é apenas um indivíduo sem conhecimentos prévios e que não possa aprender determinados conceitos relativos a certos pontos importantes, onde todos os alunos são capazes de aprender, porém cada um tem seu tempo de aprendizagem e traça caminhos diferentes para aprender, e cabe ao professor ser o orientador deste desenvolvimento, e dando seu melhor (MANTOAN, 2011), para que o ensino do conhecimento seja abrangente a todos os indivíduos dentro de uma sala de aula.

E tendo falado do ensino é também fundamental focar no principal indivíduo desta construção, que é o aluno. Segundo Costa, Neves e Barone (2006), as principais dificuldades de um aluno com deficiência visual, dentro do ensino regular, vão muito além de salas de aulas lotadas ou a falta de comunicação com o professor e os outros colegas; são, também, a falta de recursos didáticos adaptados, salas de apoio, e até mesmo, a presença de professores capacitados para lhes ensinar. Desta forma, é possível salientar a observação feita por Liaño, Santos e Varanda (2016), onde apontam que, no âmbito da inclusão de alunos DV, estratégias tais como anotações em cadernos, textos transcritos no quadro-negro, provas escritas, livros didáticos, entre outras, fazem com que esse aluno caminhe para o fracasso escolar e a não socialização. O mesmo autor ressalta que a esperança para que estes alunos não se desconectem do aprender, e que tenham prazer em estudar, é promovendo a inclusão escolar e

também a social, para que barreiras possam ser transpostas e as potencialidades educacionais desse indivíduo sejam aumentadas, sobretudo através de apoio familiar e uma formação escolar integradora (LIAÑO; SANTOS; VARANDA, 2016).

Assim como afirma Liaño, Santos e Varanda (2016), referente a não eficiência da utilização de materiais didáticos tradicionais com alunos DV, é necessário planejar o material didático objetivando a **modalidade tátil** do aluno, a qual é de grande credibilidade, pois auxilia o aluno no desenvolvimento de uma percepção tátil, que vai além do mero sentido do tato, incluindo assim a percepção e a interpretação por meio da exploração sensorial que auxilia na compreensão do aluno perante os objetos e conceitos estudados dentro da sala de aula, que pode assim auxiliar na compreensão de objetos do seu dia a dia (OLIVEIRA; BIZ; FREIRE, 2002).

Portanto, é visando a busca pelo desenvolvimento da mobilidade tátil de um aluno com deficiência visual que o ensino de genética deveria ser planejado, para não se tornar uma simples repetição de conceitos, inclusive para alunos com visão normal. Cotidianamente, um aluno com visão normal aprende determinado conteúdo de genética (DNA, por exemplo) apenas observando e ouvindo um professor explicar sobre o assunto usando dispositivos puramente visuais, porém, a utilização da mesma metodologia pode vir a dificultar ainda mais a aprendizagem do aluno DV (LIAÑO; SANTOS; VARANDA, 2016).

Por este motivo é essencial a busca pela aplicação de práticas pedagógicas específicas (demonstração de um molde feito em biscuit, massa de modelar, ou outros materiais) e/ou outros métodos, para que este aluno e os demais dentro da sala de aula possam ter uma compreensão prática do que está sendo abordado com mais qualidade.

Os benefícios de um ensino inclusivo vão além do auxílio na aprendizagem de um aluno com deficiência visual, é uma maneira de fazer com que os alunos que apresentam visão normal, também possam dispor de um ensino-aprendizagem diferenciado e facilitador, auxiliando a todos dentro da sala de aula, e desta maneira, possibilitando com que muitos alunos tenham maior curiosidade investigativa perante o conteúdo administrado. As estratégias específicas para alunos DV, a necessidade de prepará-las e adequá-las é um dos fatores que contribuem para a exclusão dos mesmos no ensino regular (KARAGINNS; STAINBACK; STAINBACK, 1999), isso não ocorre somente por culpa do professor, por se negar a ensinar esses alunos, mas por deficiência na formação do docente e por outras variáveis dentro do ambiente escolar.

É nesta perspectiva de ensino inclusivo que o professor, que não é apenas um transmissor de conhecimentos científicos aceitos, é uma peça fundamental para o ensino-aprendizagem do aluno com deficiência visual, onde auxilia e sustenta o aluno na formação dos conceitos básicos e avançados, assim como nas vivências do seu cotidiano, auxiliando no reconhecimento do ambiente onde está, suplementando e se tornando um referencial básico para o desenvolvimento do conhecimento e da autonomia do aluno (BAUMEL; CASTRO, 2003).

Foi em busca de práticas pedagógicas que possam auxiliar o ensino de genética para alunos DV, que o presente trabalho se propôs a realizar uma pesquisa usando as publicações da revista *Genética na Escola*. Escolheu-se essa revista por ser ela bastante conceituada na área e no ensino de genética e que apresenta em suas publicações, práticas pedagógicas focadas em alunos com deficiência visual

O principal objetivo do trabalho foi realizar um levantamento dentro da revista, dos roteiros de práticas pedagógicas direcionadas para o ensino de alunos com deficiências visuais. Além desse, outro objetivo foi realizar a análise das práticas encontradas, que apresentavam possibilidades de adaptação, onde foi possível analisar quais os materiais utilizados, a maneira que os roteiros são construídos e após esse olhar, foram feitas sugestões de adaptações em algumas dessas práticas pedagógicas, para que as mesmas possam ser utilizadas por professores para auxiliar alunos DV não apenas no ensino fundamental ou médio, mas também no ensino superior.

## **2. METODOLOGIA**

Esta foi uma pesquisa qualitativa, do tipo documental (LUDKE; ANDRÉ, 2013), em que foi feito um levantamento das práticas pedagógicas publicadas na revista *Genética na Escola*, que reúne publicações de acadêmicos, professores e pesquisadores dentro das áreas da genética, desde sua primeira publicação em março de 2006 até o primeiro semestre de 2017,

A revista apresenta como objetivo auxiliar a comunidade de professores de genética e biologia evolutiva nos ensinos básico e superior, difundindo experiências educacionais sobre conceitos de genética, por estes motivos a mesma foi escolhida para a realização do presente trabalho. As publicações são realizadas semestralmente, salvo no ano de 2016, em que houve três publicações no ano, salientando que todas as edições são disponibilizadas *online*, e o



presente trabalho respeita os direitos autorais e a ética de cada autor dos respectivos trabalhos utilizados nesta pesquisa.

Nas primeiras edições, de 2006 a 2012, a revista era dividida em quatro seções: genética e sociedade, novidades para a sala de aula, pontos de vista e história da genética; sendo que apenas a primeira seção intitulada como “Genética e Sociedade” teve sua continuação nas edições posteriores, tornando possível observar enfoque em práticas pedagógicas bem como divulgação de estudos. Nas publicações posteriores ao ano de 2012, até 2017, houve uma alteração no padrão da revista, onde a mesma passou a apresentar **sete** diferentes seções: i. Conceitos de genética; ii. Genética e Sociedade; iii. Um gene; iv. Investigações em ensino de genética; v. Na sala de aula; vi. Materiais didáticos e vii. Resenhas, sendo possível perceber que o foco da revista se ampliou, atingindo integralmente a genética, desde o seu estudo até mesmo a sua transmissão, apresentando relatos de professores e acadêmicos perante suas vivências e trabalhos.

A seleção das práticas pedagógicas, foi realizada por meio da busca de palavras-chave (práticas pedagógicas, ensino de genética, deficiência visual) e pela leitura dos resumos, quando presentes.

Nesta pesquisa foram estabelecidas duas hipóteses: **(i)** a possibilidade de que na revista seriam encontradas práticas pedagógicas visando o ensino de genética para alunos **DV**, **(ii)** a possibilidade de não encontrar práticas pedagógicas que abrangessem o primeiro objetivo desta pesquisa. Neste caso, seriam selecionadas dentre as práticas pedagógicas publicadas, algumas passíveis de adaptação para deficientes visuais e a sugestão de como fazê-las.

### 3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

A revista Genética na Escola apresenta uma média de **nove práticas pedagógicas** publicadas por ano. No **Quadro 1** é possível observar o número total de práticas pedagógicas publicadas em cada ano da edição, resultando em um total de 110 práticas pedagógicas publicadas no período analisado.

As 110 práticas pedagógicas abordam temas como genes, cromossomos, hereditariedade, construção de heredogramas, seleção natural, entre outros conceitos e temáticas importantes e essenciais para o ensino de genética nos diversos níveis de ensino básico ou superior (GENÉTICA NA ESCOLA, 2017).

*Quadro 1.* Número de práticas pedagógicas encontradas nas 12 edições da revista *Genética na Escola* de 2006 a 2017 analisadas na presente pesquisa.

Anos de publicações	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Número de práticas pedagógicas publicadas	7	7	13	10	11	11	7	8	9	8	15	4	110

Fonte: Elaborado pelo autor

Destas 110 práticas pedagógicas, foram encontradas apenas três que satisfazem os objetivos deste estudo. Estas três práticas pedagógicas apresentam maneiras de se trabalhar a genética com os alunos portadores de deficiências visuais (Quadro 2), e os roteiros dessas práticas pedagógicas (anexo A, B e C) são direcionados ao ensino fundamental e ao ensino médio, os quais podem ser também adaptadas para o uso no ensino superior.

*Quadro 2:* Práticas pedagógicas que apresentam adaptações didáticas para alunos com deficiências visuais, no ensino de genética.

Práticas Pedagógicas	Edição	Nível de Ensino
O ensino da transcrição e tradução para portadores de necessidades educativas especiais – visuais e pessoas de visão normal	v. 2, n. 1, p. 20-24, 2007	Ensino médio
O Jardim de Mendel – material didático para uso de videntes e não-videntes no processo ensino-aprendizagem da 1ª Lei de Mendel	v. 11, n. 2 sup, p. 366-371, 2016.	Ensinos fundamental e médio
Material didático para o ensino inclusivo de herança genética	v. 12, n. 1, p. 88-101, 2017.	Ensino médio

Fonte: Elaborado pelo autor

A primeira prática pedagógica, nomeada “O ensino da transcrição e tradução para portadores de necessidades educativas” (anexo A), foi publicada no primeiro semestre de 2007 e utiliza como material tátil o etil vinil acetato (EVA) acompanhado da escrita braile, esse material é utilizado para a construção das pentoses, bases nitrogenadas, nucleotídeos, RNA polimerase e RNA transportador, aminoácidos, ribossomos e a célula eucariótica. Essas peças, confeccionadas pelo professor, são utilizadas posteriormente na demonstração dos processos de transcrição e tradução do DNA para os alunos em foco.

A segunda e a terceira práticas pedagógicas analisadas, nomeadas, respectivamente, como “O jardim de Mendel – material didático para uso de videntes e não-videntes no processo ensino-aprendizagem da 1ª Lei de Mendel” (anexo B) e “Material didático para o ensino inclusivo de herança genética” (anexo C), têm como objetivo facilitar e auxiliar a

compreensão do aluno sobre o processo hereditário, da 1ª Lei de Mendel, utilizando-se da mobilidade tátil. Ambas as práticas pedagógicas buscam trabalhar conceitos e possíveis cruzamentos entre “indivíduos”, sendo a primeira um jogo de tabuleiro que apresenta como peças hastes cilíndricas grandes e pequenas, e na segunda prática são utilizados diversos materiais, de diferentes formas e texturas, que representam as características herdáveis (genótipos) de um dado cruzamento.

As práticas pedagógicas encontradas na revista *Genética na Escola* têm como principal objetivo trabalhar com a mobilidade tátil dos alunos perante os assuntos abordados no ensino de genética, utilizando-se, principalmente, de materiais de fácil identificação e percepção tátil, como: **EVA, bolas de isopor e silicone, tabuleiros, objetos com escrita braile, madeira, entre outros objetos táteis** (OLIVEIRA; BIZ; FREIRE, 2002).

A utilização destes materiais auxilia na compreensão e identificação dos objetos que são trabalhados naquele momento com o aluno. Desta forma, ao trabalhar com esse tipo de prática pedagógica o aluno deficiente visual consegue compreender o que está sendo abordado pelo professor, e consegue criar em seu consciente uma “imagem” tátil do conteúdo estudado dentro da genética.

Ao finalizar esta etapa do estudo, foi possível perceber uma escassez de práticas pedagógicas para alunos DV publicadas na revista *Genética na Escola*, provavelmente por estudos nesta área ainda serem incipientes. Mas as pesquisas sobre esse tema têm aumentado nos últimos anos (CARVALHO; MAFFEI, 2007; ANDRADE; SANTOS; ALVARENGA, 2016; ROCHA; SILVA, 2017). A fim de modificarmos esse quadro, selecionamos 10 práticas pedagógicas, dentre as outras que não atendem aos alunos DV, para adaptá-las e utilizá-las nas aulas de genética com os mesmos, a fim de facilitar a sua compreensão dos temas abordados (Quadro 3).

Para dar-se início a uma adaptação de práticas pedagógicas se torna necessário focar em um ponto-chave: a mobilidade tátil dos alunos DV. Este ponto-chave é abordado nas três práticas pedagógicas citadas anteriormente, e deve continuar sendo um dos principais objetivos na adaptação de práticas pedagógicas, onde são utilizados materiais de fácil identificação tátil, para que o aluno consiga definir o que está tocando, e não deixando de lado a importância da presença do orientador, o qual auxiliará o aluno com conceitos e definições de possíveis dúvidas que possam surgir no decorrer da atividade a ser realizada.

Quadro 3: Práticas pedagógicas possíveis de serem adaptadas para auxiliar alunos com deficiência visual.

Nº	Práticas Pedagógicas	Revista presente	Nível de ensino
P1	Ajudando a fixar os conceitos de genética	v. 1, n. 2, p. 25-49, 2006.	Ensino médio
P2	Genética revisando e fixando conceitos	v. 1, n. 2, p. 51-53, 2006.	Ensino médio
P3	Amplificação de DNA	v. 1, n. 2 p. 63-65, 2006.	Ensinos médio e superior
P4	Estrutura do DNA em origami - possibilidades didáticas	v. 2, n. 1, p. 3-5, 2007.	Ensino médio
P5	Sistema sanguíneo sem mistério: uma proposta alternativa	v. 4, n. 1, p. 7-9, 2009.	Ensino médio
P6	Divisão celular: representação com massa de modelar	v. 4, n. 1, p. 33-36, 2009.	Ensinos fundamental e médio
P7	Montagem de cariótipo humano	v. 7, n. 2, p. 74-77, 2012.	Ensinos médio e superior
P8	Morfologia cromossômica e alterações estruturais: um modelo didático	v. 9, n. 1, p. 20-29, 2014.	Ensino médio
P9	O heredograma nas séries iniciais do ensino fundamental	v. 10, n. 2, p. 148-161, 2015.	Ensinos fundamental e médio
P10	Que ervilha sou eu?	v. 11, n. 2 sup p. 310-343, 2016.	Ensinos fundamental e médio

Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir, sugerimos algumas adaptações para as práticas pedagógicas selecionadas.

**P1:** “Auxiliando a fixar os conceitos de genética” utiliza um jogo de baralho construído pelo próprio professor, onde aponta os principais conceitos abordados dentro das aulas de genética, podendo ser assim, um auxiliador na compreensão desses principais conceitos: gene, cromossomo, genótipo, fases da divisão celular, herança, entre outros. Para esta prática pedagógica, a adaptação das cartas com o alfabeto braile pode vir a ser uma alternativa. Este material poder ser utilizado também com alunos de visão normal, enfatizando o trabalho em grupo.

**P2:** “Genética: revisando e fixando conceitos”, envolve um jogo de memória que aborda, principalmente, os temas de DNA, RNA, 1ª e 2ª Leis de Mendel, processos de transcrição e

tradução, códon e outros conceitos, além de que estes vêm como sugestões no roteiro. Uma maneira possível de se adaptar esta prática pedagógica é a criação de um tabuleiro, em que cada casa (célula) seria nomeada (A1, C4, G5, etc.) de maneira a facilitar a orientação e a localização das cartas do jogo de memória pelos alunos, e além desta adaptação, também adicionar às cartas o alfabeto braile, em que os alunos DV teriam a oportunidade de jogar com os outros colegas da turma.

**P3:** A “amplificação do DNA” é uma prática pedagógica que busca auxiliar na compreensão de como ocorre o processo de replicação do DNA em laboratórios, para a realização de pesquisas. Esse roteiro aponta de maneira fácil como ocorre a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) e para auxiliar a compreensão dos alunos é possível adaptá-la utilizando-se miçangas de vários modelos e tamanhos, representando nucleotídeos diferentes (A, T, C, G), as quais, separadamente, seriam demonstradas e especificadas aos alunos DV para que, desta forma, fosse possível ao aluno construir uma fita de DNA e, a partir desta fita, demonstrar como ocorre a replicação do DNA, construindo a nova fita de DNA complementar. No decorrer destas construções é essencial a explicação do papel da polimerase, dos nucleotídeos e dos primers (iniciadores).

**P4:** “Estudando o DNA em origami”, busca construir com o aluno uma fita de DNA em origami. Esta prática pode ser adaptada para o uso com alunos DV, quando se utiliza materiais mais resistentes (rígidos) em que o aluno pode ter a oportunidade de manuseá-los, podendo assim auxiliar na compreensão da estrutura do DNA (dupla hélice).

**P5:** “Sistema sanguíneo sem mistério”, essa é uma proposta para a compreensão do funcionamento do sistema sanguíneo a partir de recortes de três cores (vermelho I<sup>A</sup>, azul I<sup>B</sup> e branco i), onde os mesmos são posteriormente misturados para demonstrar os diferentes tipos sanguíneos, assim podendo ser adaptada com a utilização de bolas de isopor, com diferentes texturas que representariam os alelos I<sup>A</sup>, I<sup>B</sup> e i (respectivamente, bolas de isopor com saliências redondas, saliências pontiagudas e lisas, por exemplo), sendo assim, a atividade pode ser administrada aos alunos DV, onde serão especificados os objetos utilizados e quais alelos representam.

**P6:** “Divisão celular: representação com massa de modelar”, busca auxiliar os alunos na abordagem das fases da divisão celular. Pode ser utilizada com alunos DV, desde que os desenhos das fases da divisão celular sejam preparados com massa de modelar ou massa

biscuit, desta maneira o toque das mãos do aluno não alteraria a forma do desenho moldado anteriormente, assim como aponta Jorge (2010) na utilização de recursos em relevo.

**P7:** A “Montagem do cariótipo humano” é uma prática que visa a construção com canudos do cariótipo feminino, masculino, Síndrome de Down, Síndrome de Turner e Síndrome de Klinefelter (dividido em grupos). Esta prática pedagógica pode ser adaptada a partir de cromossomos recortados e montados anteriormente pelo professor, ou como apresenta Klein e Güllich (2015) utilizando-se de balões que representem os cromossomos, deixando-os assim prontos para que os alunos associem os cromossomos de tamanhos semelhantes e segundo as posições dos centrômeros, encontrando assim o cromossomo complementar dos diferentes cromossomos que compõem o cariótipo humano, bem como a variação do número diploide e sexo.

**P8:** “Morfologia cromossômica e alterações estruturais: um modelo didático” utiliza flutuantes de piscina (espaguetes) para a confecção de moldes de cromossomos e, a partir destes, são demonstrados algumas das possíveis alterações que podem vir a ocorrer no mesmo. Esta prática pedagógica pode ser administrada a alunos DV sem muitas alterações, pois o material utilizado para a montagem dos moldes de cromossomos é de fácil mobilidade e percepção tátil, sendo assim, uma ferramenta de fácil manuseio.

**P9:** “O heredograma nas séries iniciais do ensino fundamental” é utilizada para auxiliar na compreensão do funcionamento dos heredogramas. Desta maneira esta prática pedagógica pode ser adaptada utilizando peças (objetos) que demonstram os símbolos utilizados para representar indivíduos em um heredograma. Este conjunto de peças seria formado por triângulos, quadrados, círculos, todos revestidos por EVA liso ou áspero (com glitter), assim como é possível observar no roteiro criado por ROCHA e SILVA (2017) para o ensino de herança genética. Além deste modelo, podem ser utilizadas miçangas (pedrarias), enque as peças com EVA liso representam as pessoas não afetadas e o EVA áspero representam as pessoas afetadas por determinada característica estudada, assim a prática pedagógica pode ser utilizada com alunos DV, pois os mesmos podem tocar as peças que compõem o heredograma, que pode ser construído também em forma de tabuleiro, para que os alunos DV possam se localizar dentro do heredograma (da mesma forma citada na P2).

**P10:** A prática pedagógica “Que ervilha sou eu?” busca trabalhar com a 1ª e a 2ª Lei de Mendel e utiliza características que podem ser encontradas em ervilhas (verde, amarela, lisa,

rugosa). É possível adaptá-la modificando algumas partes do jogo, onde os fenótipos das ervilhas podem ser representados por bolas lisas e bolas com saliências, e os genótipos podem ser representados por outros objetos (retângulos, triângulos, quadrados) de diferentes tamanhos (ex.: semente rugosa, fenótipo bola com saliência; e o genótipo pode ser retângulo grande = gene dominante e retângulo pequeno = gene recessivo). Desta maneira, com a definição de cada característica sendo representada por objetos, o jogo pode ser utilizado com alunos DV, auxiliando na compreensão de como ocorre a separação das características genotípicas e fenotípicas para a formação da prole, ressaltando a importância da orientação e do auxílio do professor neste jogo.

Os roteiros de práticas pedagógicas, acima citadas, são exemplos de como é possível adaptá-las e criá-las para alunos DV. Isso seria de extrema importância para facilitar a compreensão dos temas abordados nas aulas de genética, pois apenas a utilização de dispositivos visuais não seriam suficientes para a compreensão do que está sendo ensinado. Logo, esses roteiros adaptados seriam um incentivo para que os alunos em questão não sejam excluídos do processo ensino-aprendizagem, e moldando sua mobilidade tátil, permitiria ao mesmo compreender que ele também tem a oportunidade de aprender.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para um ensino inclusivo eficiente do aluno em foco, é necessário um trabalho diferenciado onde ambos, professor e aluno, busquem juntos a qualidade do aprendizado perante os conceitos abordados no ensino de genética. É possível observar que alunos com visão normal apresentam certa dificuldade na compreensão dos conceitos de genética e o mesmo ocorre, em graus ainda mais elevados de dificuldades, com alunos DV ao se depararem com o mesmo processo de ensino e aprendizagem. Logo, seria necessário o estabelecimento de novas metodologias, incluindo trabalhos inclusivos dentro da sala de aula. Desta maneira, as práticas pedagógicas adaptadas poderiam ser uma ótima ferramenta para ser utilizada dentro da sala de aula para ajudar esses alunos, e mesmo alunos com visão normal, na compreensão da genética.

Porém, estamos cientes de que para ensinar alunos DV, ou qualquer outro aluno especial, é necessário que o professor tenha um desenvolvimento mais elaborado ao ensinar, o qual muitas vezes não é abordado na formação do professor, dificultando o início de uma

atitude inclusiva, porém, a mesma é necessária, e o esforço do professor será muito válido ao ver a evolução do seu aluno.

Além disso, a presente pesquisa mostrou que é possível adaptar práticas pedagógicas já elaboradas por outros autores. O que facilitaria a busca e o uso de novos recursos didáticos em sala de aula. Com esta pesquisa também percebemos que os estudos sobre o ensino de genética para esses alunos ainda são recentes e raros, sendo feitos, principalmente, por meio de relatos de experiências e roteiros de aplicação de práticas pedagógicas em revistas e anais. Estas publicações são fundamentais para auxiliar muitos professores que buscam ajudar seus alunos, DV ou não, a não desistirem de estudar, incentivando assim a sua permanência dentro das salas de aulas, e possibilitando que os mesmos possam acreditar também na educação e que são capazes de aprender.



## 5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Luiz Antonio Botelho; SANTOS, Nelson Moreira dos; ALVARENGA, Garrolici de Fatima Peixoto de. O Jardim de Mendel – material didático para uso de videntes e não-videntes no processo ensino-aprendizagem da 1ª Lei de Mendel. **Genética na Escola**, v. 11, n. 2. sup, p. 366-371, 2016.

BAUMEL, Roseli Cecília Rocha de Carvalho; CASTRO, Adriano Monteiro. Materiais e recursos de ensino para deficientes visuais. In: RIBEIRO, Maria Luisa Sprovieri. BAUMEL, Roseli Cecília Rocha de Carvalho (Org.). **Educação especial: Do querer ao fazer**. São Paulo: Avercamp, 2003. Cap. 7. p. 95-107.

BRUMER, Anita; PAVEI, Katiuci; MOCELIN, Daniel Gustavo. Saindo da “escuridão”: perspectivas da inclusão social, econômica, cultural e política dos portadores de deficiência visual em Porto Alegre. **Interface**, Porto Alegre, v. 6, n. 11, p. 300-327, jan/jun 2004.

CARVALHO, Luciane Gomes de; MAFFEI, Eliane Mariza Dortas. O ensino da transcrição e tradução para portadores de necessidades educacionais especiais – visuais e pessoas de visão normal. **Genética na Escola**, v. 2, n. 1, p. 20-24, 2007.

COSTA, Luciano Gonsalvez; NEVES, Marcos Cesar Danhoni; BARONE, Dante Augusto Couto. O ensino de física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica. **Ciência e Educação**, v. 12, n. 2, p.143-153, 2006.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. Práticas pedagógicas de ensinar-aprender: por entre resistências e resignações. **Educação Pesquisa**, Santos, SP, v. 41, n. 3, p. 601-614, jul./set. 2015.

**GENÉTICA NA ESCOLA**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2017. Semestral.

GOMES, Nilma Lino. Diversidade e currículo. In: **Indagações sobre o currículo do Ensino Fundamental**. [S.l]: Salto Para O Futuro, v. 17, set. 2007.

GONZÁLEZ, Eugenio e col. **Necessidades educacionais específicas: Intervenção psicoeducacional** Porto Alegre: Artmed, 2007.

JORGE, Viviane Loureiro. **Recursos didáticos no Ensino de Ciências para alunos com deficiência visual no Instituto Benjamin Constant**. 2010. 46 f. Monografia (Especialização) - Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; FERLA, Marcio Ricardo. **A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética: exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto**. Maringá, PR: Arq Mudi. v. 10, n. 2, 2006.

KARAGIANNIS, Anastasios; STAINBACK, William; STAINBACK, Susan. **Fundamentos do Ensino Inclusivo**. [S.l; s.n], 1999.

KLEIN, Claudia Luciani; GÜILLICH, Roque Ismael da Costa. **MEDIANDO CONCEITOS BIOLÓGICOS DE MITOSE E MEIOSE NA PRÁTICA: UMA ANÁLISE DAS AULAS DE ESTÁGIO NA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO.** In: III **CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**, Santo Ângelo: Uri, p. 1-8, 2015.

LEITE, Raquel Crosara Maia. **A produção coletiva do conhecimento científico: um exemplo no ensino de genética.** 2004. 219 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

LIAÑO, Gabriele de Almeida; SANTOS, Leandro Dorna dos; VARANDA, Leandro Lopes. A genética ao alcance das mãos: Confecção e utilização de modelos táteis para a inclusão de alunos com deficiência visual no ensino regular. **Revista da Sbenbio**, n. 9, p. 7279-7289, 2016.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática.** São Paulo: Cortez, 1994

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U, 2013.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér (Org.). **O desafio das diferenças nas escolas.** 4. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2011.

OLIVEIRA, Fátima Inês Wolf de; BIZ, Vanessa Aparecida; FREIRE, Maisa. **Processo de inclusão de alunos deficientes visuais na rede regular de ensino: Confecção e utilização de recursos didáticos adaptados.** Bauru: [s.n], 2002.

ROCHA, Simone José Maciel da; SILVA, Edson Pereira da. Material didático para o ensino inclusivo de herança genética. **Genética na Escola**, v. 12, n. 1, p. 88-101, 2017.

SANCHES, Isabel; TEODORO, António. Da integração à inclusão escolar: cruzando perspectivas e conceitos. **Revista Lusófona de Educação**, [S.l.], v. 8, n. 8, jul. 2009.

SANTANA, Inácia. Práticas pedagógicas diferenciadas. **Escola Moderna**, [S. l], n. 8, 5ª série, p. 30-33, 2000.

SOUZA, Maria Antonia de. Práticas Pedagógicas: conceito, características e inquietações. in: iv Encontro ibero-americano de coletivos escolares e redes de professores que fazem investigação na sua escola, 4., 2005, Lajeado, RS. **Prática pedagógica: conceito, características e inquietações.** Lajeado, RS: Univates, 2005. p. 1-7.

## 7. ANEXO

## ANEXO A – O ensino da transcrição e tradução para portadores de necessidades educativas especiais – visuais e pessoas de visão normal



## O ENSINO DA TRANSCRIÇÃO E TRADUÇÃO PARA PORTADORES DE NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECIAIS - VISUAIS E PESSOAS DE VISÃO NORMAL

Luciane Gomes de Carvalho; Eliane Mariza Dortas Maffei  
 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia.  
 E-mails: maffeiemd@hotmail.com ; lucianegcarvalho@yahoo.com.br

### RESUMO

Este trabalho apresenta um recurso didático de modelagem para o ensino dos processos moleculares de transcrição e de tradução do DNA no ensino médio, com o intuito de incentivar, facilitar e promover uma maior atenção por parte dos alunos com visão normal e também de portadores de necessidade especiais (PNE's) visuais no ambiente escolar. O procedimento da aplicação do material didático é iniciado com manipulação de peças na modelagem do DNA, seguindo uma simulação das etapas dos processos moleculares de transcrição e tradução.

### Palavras- chave:

DNA, transcrição, tradução, educação especial.

### ABSTRACT

This work presents a didactic resource of modeling for the education of the molecular processes of transcription and translation of the DNA in average education, with intention to stimulate, to facilitate and to promote a bigger attention on the part of the pupils with normal vision and also of special carriers of necessity (PNE's) visual in the pertaining to school environment. The procedure of the application of the didactic material is initiated with manipulation of parts in the modeling of the DNA, having followed a simulation of the stages of the molecular processes of transcription and translation.

### Words key:

DNA, transcription, translation, special education

### INTRODUÇÃO

Os ácidos nucleicos (DNA- Desoxirribonucleico Acid e RNA- Ribonucleic Acid) são formados por cadeias de polinucleotídeos, e cada nucleotídeo é constituído por uma ose ou açúcar (do tipo desoxirribose, no DNA e do tipo ribose no RNA), fosfato e uma das bases nitrogenadas (adenina (A), guanina (G), citosina (C) ou timina (T) no DNA e adenina (A), guanina (G), citosina (C) ou uracila(U) no RNA).

As duas cadeias polinucleotídicas na dupla hélice

do DNA estão dispostas em paralelo, mas com sentidos opostos, possuindo terminações químicas diferentes e são mantidas juntas por pontes de hidrogênio entre as bases de diferentes fitas. Enquanto uma fita do polinucleotídeo possui um sentido 5' - 3', a outra tem o sentido 3' - 5', observando, como base, a mesma extremidade.

O pareamento entre as bases nitrogenadas obedece, obrigatoriamente, à ordem de base púrica com base pirimídica, seguindo sempre a correspondência Adenina (púrica) com Timina (pirimídica), Guanina (púrica) com Citosina (pirimídica).

O Ácido Ribonucleico também é um polinucleotídeo, como já foi visto anteriormente: ele é formado por várias subunidades de nucleotídeos. Porém, as moléculas de RNA são mais curtas que as de DNA e, nos nucleotídeos do RNA, a ose é do tipo ribose, que possui um átomo de oxigênio a mais do que a desoxirribose. Além disso, no RNA, ao invés de estar presente a base nitrogenada timina, é encontrada a base uracila, que forma pontes de hidrogênio com a adenina.

Os RNAs são formados a partir de processos de transcrição do DNA. Os RNAs subdividem-se em três classes principais, de acordo com a sua função: rRNA ou ribossomal, tRNA ou transportados e mRNA ou mensageiro.

No processo molecular de transcrição, abre-se uma pequena porção da dupla hélice do DNA e os ribonucleotídeos são aderidos à cadeia de RNA em uma reação catalisada por enzimas cujas bases são complementares às bases da fita molde do DNA.

As informações contidas no DNA, transcritas no mRNA, serão traduzidas em proteínas pela ligação en-

tre os aminoácidos, envolvendo estruturas como mRNA, tRNA e ribossomo, no processo molecular denominado Tradução.

### OBJETIVO

Este recurso didático de modelagem tem como intuito promover maior compreensão e efetiva construção dos processos moleculares por meio de simulação, no ensino médio, tanto pelos alunos de visão normal quanto pelos alunos portadores de necessidades especiais - PNE'S visuais (baixa visão e cegueira total), de um modo participativo e dinâmico, a partir do manuseio de peças, por entender-se que "as mãos são os olhos das pessoas com deficiência visual e o uso das mãos como instrumento de percepção deve ser intensamente estimulado, incentivado e aprimorado" (GIL, 2000).

### MATERIAL E MÉTODOS

**Fosfato** - emborrachado de espessura 0,2 cm com ondulações, cortados em círculos de 1,8 cm de diâmetro (Veja figura 1).

**Pentose** - emborrachado de espessura 0,4 cm em cores diferenciadas para cada tipo, rosa para a ribose e laranja para desoxirribose (veja figuras 2 e 5).

**Bases nitrogenadas** - tiras de emborrachado de espessura 0,2 cm de 3 cm de comprimento por 1,5 cm de largura, modelando como consta na figura 3.



Figura 1.: Modelo do Fosfato

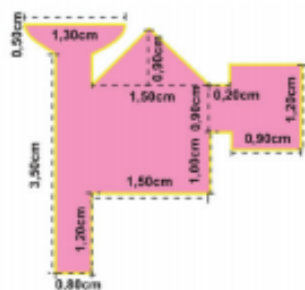


Figura 2.: Modelo da Pentose

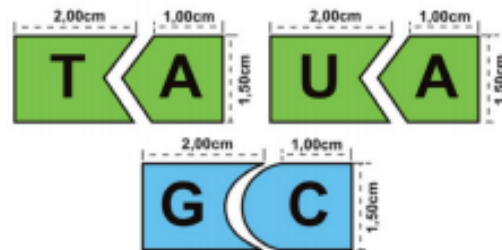


Figura 3.: Modelo de Bases Nitrogenadas

**Montagem do nucleotídeo:** Colar o fosfato e uma das bases nitrogenadas na pentose, como também, pedaços de velcro no verso do fosfato e na extremidade da pentose (veja figura 4).



Figura 4.: Peça do desoxirribonucleotídeo destacando frente e verso.



Figura 5.: Nucleotídeos marcados em Braille

A padronização dos diferentes tipos da pentose do DNA para a pentose do RNA no jogo ocorre devido ao contraste de cores, como também é inserida a letra H, em Braille, na pentose do DNA, localizada próxima ao carbono 2', o que caracteriza o 2' desoxirribose e no RNA são inseridas as letras OH que caracterizam o 2' ribose presente no carbono 2' (veja figura 5).

**RNA transportador** - emborrachado amarelo de espessura 0,2 cm, de acordo com o molde da figura 6. Colar, com cola quente, 68 cm de cordão de seda e, em uma das extremidades, colar 2 cm de velcro (veja figura 8).

**Ligação peptídica** - tiras de emborrachado de es-

pequena 0,4 cm com 4 cm de comprimento por 1,5 cm de largura. Colar pedaços de velcro de 1 cm de comprimento por 1,5 cm de largura nas duas extremidades. Marcar, em Braille, a sigla LP (veja figuras 7 e 8).

**RNA-polimerase** - modelar 6 cm de comprimento com 5 cm de altura (veja figura 7). Marcação, em Braille, abreviada por ENZ.

**Aminoácidos** - várias formas geométricas de emborrachado colorido e velcro com 2 cm de comprimento por 2 cm de largura colado no verso (veja figuras 7 e 8).

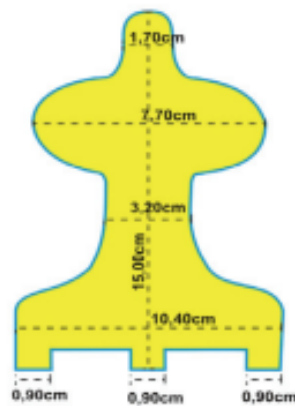


Figura 6.: Modelo do RNA transportador



Figura 8.: Frente e verso das peças: tRNA, aminoácidos, ligação peptídica e nucleotídeos

**Ribossomo** – Subunidade maior: modelar 32 cm de comprimento com 25 cm de largura de emborrachado de espessura 0,2 cm na cor azul (veja figura 9). Colar 2 cm de comprimento com 1,5 cm de largura de velcro e fazer marcações, em Braille, no Sítio A e P (veja figura 10).

Subunidade menor: modelar 33 cm de comprimento por 13 cm de largura de emborrachado de espessura 0,2cm na cor azul (veja figura 9).

**Célula eucariota** – Tabuleiro de 80 cm de comprimento com 50 cm de largura de papel Paraná. Papel de seda gofrado ou cartolina colorida com 30 cm de comprimento por 50 cm de altura com extremidades arredondadas. Colar pedaços de emborrachado para evidenciar a carioteca. Identificar a carioteca, citoplasma, ribossomo e núcleo com marcações em Braille (veja figura 10).

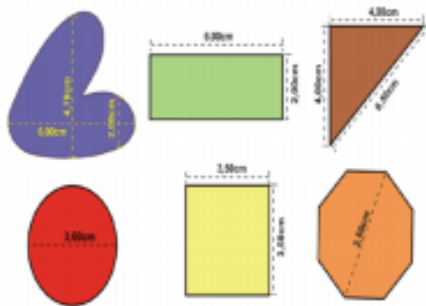


Figura 7.: Modelos do Rna polimerase (na cor roxa), ligação peptídica (na cor verde), as outras formas correspondem aos aminoácidos.

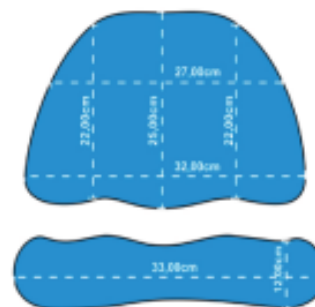


Figura 9.: Modelos das subunidades maior e menor do ribossomo

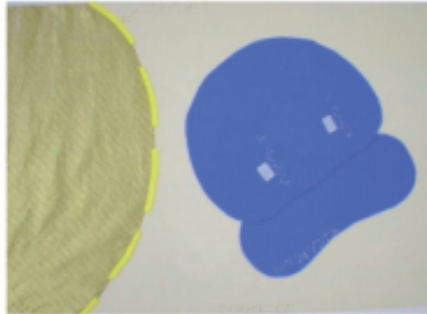


Figura 10.: Tabuleiro representativo de célula eucariota, evidenciando marcações em Braille

O código Braille pode ser datilografado em papel e depois recortado e colado nas peças ou marcado com cola de alto relevo. Na confecção de um jogo para pessoas de visão normal, deve-se apenas escrever as letras iniciais correspondentes a cada base nitrogenada.

Após confeccionadas as peças, o jogo terá início com a formação de grupos de 4 a 6 pessoas sendo que, para o aluno-PNE, a primeira aplicação do jogo deverá ocorrer no máximo com 2 participantes, por causa da dificuldade visual. Os passos a serem seguidos estão descritos a seguir:

1. Apresentação das peças de pentoses, bases nitrogenadas e ácido fosfórico direcionando o aluno ao entendimento da formação dos nucleotídeos e destacando as diferenças entre um ribonucleotídeo e um desoxirribonucleotídeo; apresentar, também, a célula eucariota representada pelo tabuleiro, evidenciando suas principais partes constituintes (núcleo e citoplasma).
2. Montar uma fita de DNA (o facilitador deverá fornecer uma ordem de seqüência – que deverá ser adotada como fita molde) obedecendo posteriormente ao pareamento.
3. Fazer o pareamento específico entre as bases púricas com pirimidinas (Adenina com Timina e Guanina com Citosina), observando sempre o tipo de pentose na formação de um fragmento da molécula de DNA e o sentido 5'-3' da cadeia em formação.
4. Com o RNA-polimerase na mão, o aluno deve movê-lo paulatinamente, ao longo do DNA, deslocando a hélice de DNA um pouco adiante para expor uma nova região da fita molde para o pareamento complementar das bases de ribonucleotídeos. O alongamento do mRNA obedece ao sentido 5'-3' da molécula em formação (veja figura 11).
5. Após a síntese, o mRNA é liberado e migra para o citoplasma através dos poros do núcleo (veja figura 12).

6. Novamente o DNA volta ao pareamento em sua dupla hélice.
7. Apresenta-se ao aluno, neste instante, o tRNA e o ribossomo evidenciando suas estruturas.
8. Posiciona-se o mRNA sobre a subunidade menor do ribossomo, juntamente com a subunidade maior aderida, sendo iniciada a Tradução.
9. O primeiro códon deve ser posicionado no espaço correspondente ao anticódon do tRNA do sítio peptidil-tRNA (sítio P).
10. O aluno deve buscar um tRNA com anticódon correspondente ao códon do mRNA.
11. No códon seguinte, encaixa-se um novo tRNA com seu anticódon correspondente no sítio aminoacil-tRNA (sítio A).
12. Havendo correspondência (códon-anticódon), será estabelecida, entre os aminoácidos, a ligação peptídica.
13. Liberado o tRNA, encontrado no sítio P, o RNAm desliza na subunidade menor do ribossomo trocando conseqüentemente o RNAt do sítio A para o P e um novo códon posiciona-se no sítio A, dando seqüência à formação da proteína com repetições das etapas anteriores.
14. O processo vai se repetindo até o ribossomo percorrer toda a fita de mRNA.
15. Como resultado, será formada uma pequena seqüência de aminoácidos representando a proteína.



Figura 11 – Processo molecular de transcrição

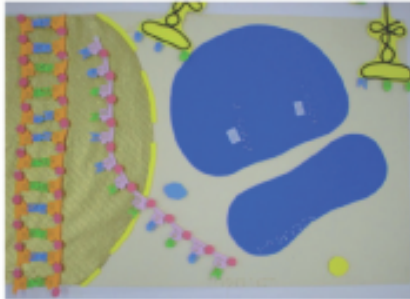


Figura 12 – Migração do RNAm para o citoplasma



Figura 13 – Correspondência códon e anticódon.



Figura 14 – Alongamento da cadeia polipeptídica

Na verificação do aprendizado podem ser feitos vários questionamentos ao aluno sobre o assunto, desde a estrutura do DNA, RNA até a seqüência dos processos moleculares de transcrição e tradução, como também criar situações-problema de alterações no pareamento dos ribonucleotídeos e sua respectiva correspondência na formação da proteína.

#### BIBLIOGRAFIA RECOMENDADAS:

ALBERTHS, B.; BRAY, D.; JOHNSON, A. Fundamentos da Biologia Celular: uma introdução à Biologia Molecular da Célula. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

BORGES-OSÓRIO, M. R.; ROBINSON, W. M. Genética Humana. 2 ed. Porto Alegre: Artes Médicas Editora, 2001.

BROWN, T. A. Genética: um enfoque molecular. Guanabara Koogan, 1998.


GIL, M. Deficiência visual. Caderno da TV Escola. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a Distância, nº 1, 2000.

GRIFFITHS et al, Introdução a Genética. Guanabara Koogan, 2001; 2002.

ZAHA, A. Biologia Molecular Básica. Guanabara Koogan, 1996.

ANEXO B – O jardim de Mendel – material didática para uso de videntes e não-videntes no processo ensino-aprendizagem da 1º Lei de Mendel

MATERIAIS DIDÁTICOS



# O Jardim de Mendel – material didático para uso de videntes e não-videntes no processo ensino-aprendizagem da 1ª Lei de Mendel

Luiz Antonio Botelho Andrade<sup>1</sup>, Nelson Moreira dos Santos<sup>2</sup>,  
Garrolici de Fatima Peixoto de Alvarenga<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Imunobiologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense,  
Campus do Valonguinho, Niterói, RJ.

<sup>2</sup> Universidade Anhuera, Niterói, RJ.

<sup>3</sup> Centro de Apoio ao Deficiente Visual de São Gonçalo, CADEVISG, São Gonçalo, RJ.

Autor para correspondência: labauff@yahoo.com.br





O Jardim de Mendel é um recurso didático, estético, acessível, barato e fácil de ser confeccionado e replicado para uso no processo ensino-aprendizagem de Genética, especialmente no que se refere à 1ª Lei de Mendel. É um facilitador da aprendizagem da Genética mendeliana para videntes e não-videntes na sala de aula ou em outro espaço escolar – laboratório, pátio, quadra.

## DIMENSÕES E PREPARAÇÃO DO JOGO

A primeira peça a ser confeccionada é a superfície plana que servirá de tabuleiro, representando o "solo para o plantio das ervilheiras e cruzamentos". Em nosso caso, usamos primeiramente um Tabuleiro de Xadrez em um filme didático (<https://vimeo.com/104961599>), o qual foi cuidadosamente furado com uma broca. Os furos no tabuleiro podem seguir qualquer disposição, mas o jogo fica mais estético quando se busca um padrão ou regularida-

de nos mesmos (Figura 1). Embora não seja essencial, ganha-se em estética e ludicidade quando se busca, na confecção do Jogo, uma similaridade com o Jardim de Mendel (Figura 2), construído no Mosteiro da Ordem de Santo Agostinho (Figura 3), em Brno, cidade pertencente hoje à República Checa. Esta similaridade pode ser mostrada aos estudantes através do filme "Quem foi que disse: sobre Mendel e a produção de conhecimento" (<https://vimeo.com/104961599>) e posteriormente explorada pelo professor, em narrativas e contextualizações sobre a vida e a obra de Mendel.

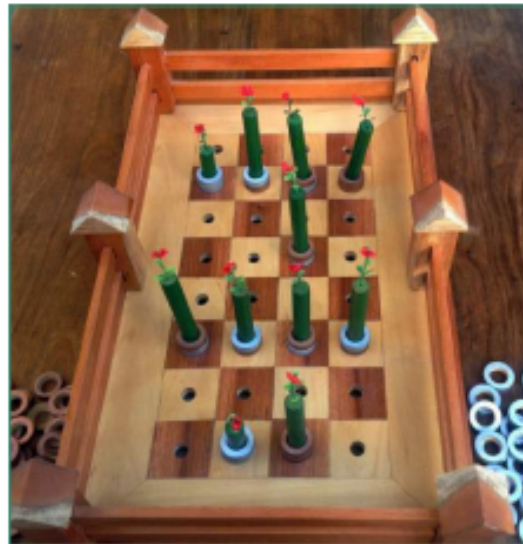


Figura 2.



Figura 3.

## MATERIAIS DIDÁTICOS

Embora o jogo possa ser confeccionado em qualquer tamanho, há de se buscar uma proporção adequada entre as dimensões do tabuleiro, dos furos, das hastes cilíndricas (ervilheiras) e das argolinhas coloridas (foto-

res hereditários, genes, alelos) para se ganhar em praticidade e estética. Estas dimensões, apresentadas na Tabela 1, servem como referência para a construção do "Jardim de Mendel", seja ele estudante ou professor.

Peças	Dimensões
Tabuleiro de Xadrez	40 cm x 40 cm
Jardim de Mendel	40 cm x 20 cm
Furos do Tabuleiro	Ø 1,6 cm
Argolinhas	Espessura 7 cm; Ø 1,7 cm
Haste cilíndrica grande	10 cm; Ø 1,5 cm
Haste cilíndrica pequena	5 cm; Ø 1,5 cm

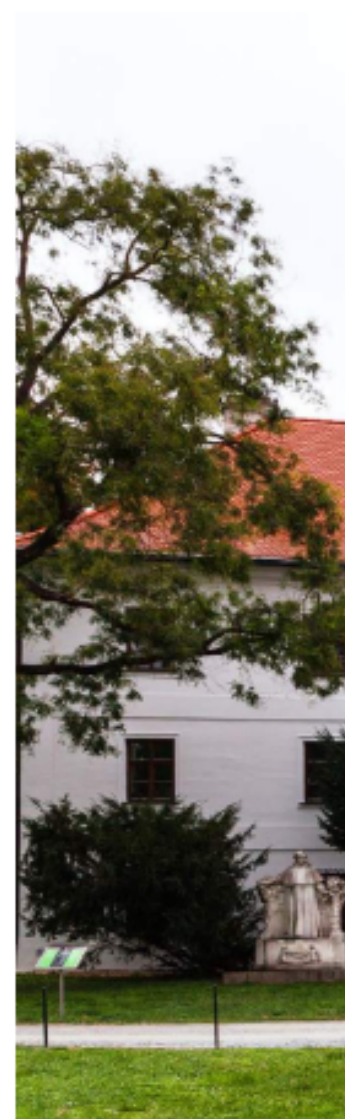
Tabela 1.  
Dimensões das peças utilizadas para a construção do Jardim de Mendel

O jogo pode ser ainda aprimorado com a aquisição de flores pequenas (vermelhas ou brancas) de plástico, a serem dispostas em posição terminal (flor inserida em um furinho no topo da haste) ou axial (flor inserida em um furinho lateral, na parte superior da haste) nas ervilheiras. Ganha-se ludicidade e potencialidade pedagógica (formulação de problemas) se forem confeccionadas as sementes de ervilhas (lisas ou enrugadas; amarelas ou verdes) e as vagens (franzidas ou infladas, verdes ou amareladas). A disposição dos parentais (P), dos "híbridos" (H) ou geração F1 e das gerações sucessivas (F2, F3, F4) pode ser feita tirando proveito da ordem das casas do tabuleiro. A representação gráfica - alfabética ou Braille - dos alelos (AA, Aa, aa) pode ser colada nas argolinhas ou nas peças de outro formato, usadas para o mesmo fim (Figura 4). Como a imaginação não tem limite, as hastes podem representar outras plantas, animais ou mesmo seres humanos, com diferentes genótipos e fenótipos, no lugar das famosas ervilheiras.

## PROCEDIMENTO

O Jardim de Mendel, enquanto recurso didático, pode ser utilizado com estudantes videntes e não-videntes, em diferentes níveis de escolaridade e faixa etária. Embora a abordagem inicial do professor possa variar, dependendo do conjunto de seus estudantes e do contexto escolar, existe uma etapa que é fundamental para a motivação, participação e aprendizagem significativa dos mesmos - a formulação do problema e/ou da pergunta. Nesta perspectiva, as peças não devem ser colocadas no tabuleiro sem a compreensão do problema pois corre-se o risco dos estudantes se dispersarem ou, no limite, alcançarem somente uma aprendizagem mecânica, sem a devida reflexão.

Em nossa experiência, o cruzamento de plantas altas com plantas baixas (parentais) produz um espanto nos estudantes, posto que a geração F1 é composta, exclusivamente, de plantas altas. O fato de as plantas baixas não aparecerem na F1, e



tampouco plantas de tamanho intermediário, deve ser explorado pelo professor, junto com os estudantes, na formulação de hipóteses explicativas para o fenômeno. Quando se mostra o resultado da F<sub>2</sub>, o espanto aumenta pois agora as plantas baixas ressurgem, na proporção de 3 plantas altas para 1 baixa (3:1). As hipóteses produzidas pelos estudantes podem ser aprimoradas e confrontadas umas com as outras e também com aquela que foi enunciada por Mendel - fatores hereditários. Neste momento, o professor pode explorar a constituição alélica dos parentais e das gerações F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> e até F<sub>3</sub>, dependendo do tamanho do tabuleiro e do objeto de aprendizagem formulado pelo professor. No caso de estudantes cegos, as hastes baixas e altas podem ser facilmente tateáveis e, assim, comparadas em seu tamanho, representando as plantas baixas e altas. Quanto às argolinhas, elas podem ser confeccionadas no mesmo formato, com

cores diferenciadas. Na presença de cegos, podem ser utilizadas argolinhas com textura diferenciada, ou em diferentes formatos, para representar os diferentes pares alélicos. É possível também utilizar argolinhas em madeira, com representação gráfica em Braille.

O estabelecimento de regras e premiações para a solução de problemas de Genética mendeliana fica a critério do professor e de seus estudantes. Bom jogo e boa aprendizagem!



<https://www.shutterstock.com/gallery-6119091-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000>

## ANEXO C – Material didático para o ensino inclusivo de herança genética.

MATERIAIS DIDÁTICOS

# Material didático para o ensino inclusivo de herança genética

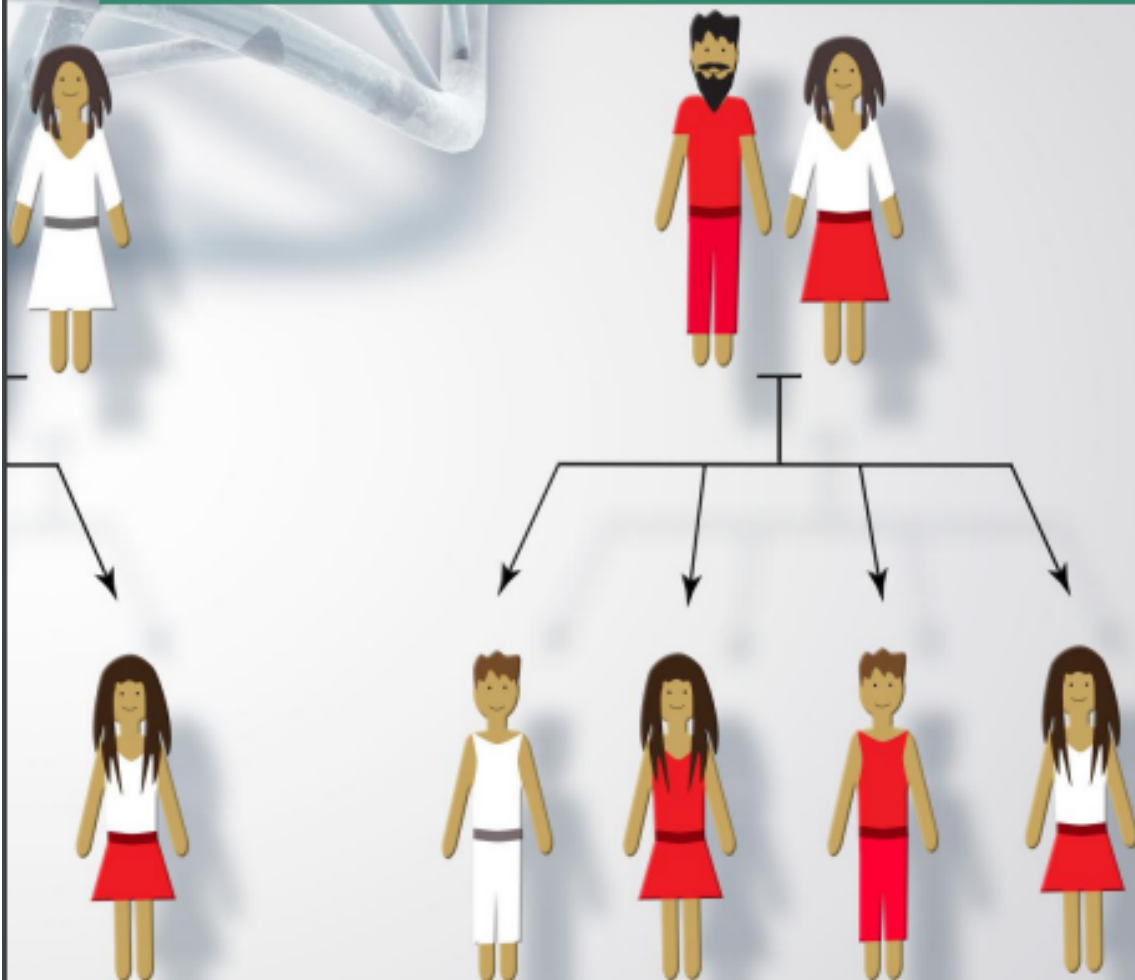
Simone José Maciel da Rocha<sup>1</sup>, Edson Pereira da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense  
<sup>2</sup> Laboratório de Genética Marinha e Evolução, Departamento de Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

Autor para correspondência - gmedson@vm.uff.br

88 Genética na Escola | Vol. 12 | Nº 1 | 2017

O material didático apresentado é um *kit* elaborado na perspectiva de ensino inclusivo para introdução de conceitos básicos sobre herança genética, que pode ser aplicado em turmas mistas (com alunos deficientes visuais incluídos), uma vez que foi construído seguindo um desenho universal. Este material foi validado com um grupo de alunos universitários videntes e um professor cego. Posteriormente, foi experimentado com turma mista. Os resultados obtidos indicam que o material está adequado aos objetivos para os quais foi projetado e desenvolvido.



## MATERIAIS DIDÁTICOS

### PERSPECTIVA INCLUSIVA

As imagens têm presença de destaque nos livros de Biologia, sendo recursos regularmente utilizados por professores e alunos no processo ensino-aprendizagem. Contudo, se não há dúvidas da função didática que as imagens exercem, Batista (2005) chama atenção para sua utilização generalizada que pode levar a pelo menos dois erros: restringir os processos mentais superiores envolvidos na compreensão de conceitos visuais e subestimar o valor de informações sequenciais.

Em um momento em que novas políticas de inclusão escolar têm favorecido a formação de turmas mistas, nas quais aprendem juntos alunos com e sem deficiência visual, é importante pensar o papel das imagens no processo ensino-aprendizagem, uma vez que, no caso dos cegos, elas podem se tornar um grande obstáculo, problema que não passa despercebido para os educadores que têm que lidar com esta situação.

No caso específico do ensino de Genética é interessante perceber a ênfase dada à representação visual de objetos que têm natureza racional. A Genética é uma ciência abstrata, na qual muitos dos objetos são construções hipotéticas. Um exemplo clássico disso são os objetos que deram origem a ela: os fatores hereditários, objetos construídos racionalmente para dar sentido a uma explicação sobre a herança biológica.

### OS FATORES HEREDITÁRIOS DE MENDEL

Gregor Johann Mendel (1822-1884) foi o responsável pela elaboração do modelo explicativo sobre o fenômeno da herança biológica que é base da Genética clássica. Este trabalho, intitulado *Experimentos com Plantas Híbridas*, foi publicado em 1866. Para entender o fenômeno da transmissão das características entre os seres vivos, Mendel lançou mão de um fazer científico no qual o "ver" não era condição para o "compreender". Tanto assim que assumiu que as características seriam transmitidas e determinadas por um par de fatores hereditários que, então desconhecidos, não tinham, portanto, existência material.

A criação do modelo mendeliano de herança evidencia o quanto a atividade científica depende de formulações teóricas/rationais. Ao longo do seu experimento, realizado no jardim do monastério no qual trabalhava e onde cultivou pés de ervilhas-de-cheiro (*Pisum sativum*), Mendel descreveu o fenômeno da herança como sendo devido a partículas imiscíveis, os "fatores" hereditários. Desta forma, ele rompia com antigas concepções de herança, particularmente com a pangênese, uma teoria que tentava explicar a hereditariedade a partir de gêmulas (pequenas partes dos seres vivos) que seriam produzidas nas diferentes partes do corpo e circulariam (provavelmente pelo sangue) até se acomodarem nos órgãos reprodutivos. Durante a reprodução, o conjunto de gêmulas dos progenitores se associaria de modo a iniciar a formação de um novo indivíduo. Deste modo era explicada a semelhança entre descendentes e parentais.

Uma característica notável da teoria da pangênese era a ideia de mistura com a qual o modelo mendeliano de herança rompia completamente. Contudo, mais importante ainda, para o argumento que está se desenvolvendo aqui, era o fato de que, seja na pangênese, seja no modelo mendeliano de herança, a percepção visual estava ausente das explicações. Os objetos eram objetos abstratos e racionais. O kit apresentado a seguir procura se pautar neste caráter racional e abstrato dos objetos da Genética.

### O KIT

O material didático é composto por três itens distintos: Kit 01, Kit 02 e relatório de atividades. Cada kit possui material próprio devendo ser usado em momentos específicos, de acordo com as orientações presentes no relatório que os acompanha. Foram montados artesanalmente, utilizando material de baixo custo de fabricação e identificados com numeração ordinal em etil vinil acetato (EVA) e em escrita Braille (uso de mini adesivos de *strass*). O relatório de atividade tem o objetivo de conduzir os alunos ao longo de toda a atividade. Nele são propostos experimentos e questões que têm a função de estimular o pensamento.

*Strass* são pedrinhas ou cristais aplicados em roupas e acessórios.

Para a montagem do Kit 01 (Figura 1) foram utilizados:

- 1 cubo de espuma revestido com tecido não tecido (TNT) preto
- 1 cubo de isopor revestido com papel contact preto
- 1 bola de formato liso
- 1 bola de formato irregular (com cravos)
- 4 círculos de EVA com diferentes diâmetros
- 4 retângulos de EVA com diferentes tamanhos
- 4 mangueiras com diferentes diâmetros



Figura 1.  
Componentes do Kit 01.

Para a montagem do Kit 02 (Figura 2) foram utilizados:

- 1 cubo de espuma revestido com TNT preto
- 1 cubo de isopor revestido com papel contact preto
- 4 cubos de madeira pequenos
- 4 cubos de espuma
- 4 contas de acrílico
- 4 contas metálicas
- 1 bola de formato liso
- 1 bola de formato irregular (com cravos)



Figura 2.  
Componentes do Kit 02.



## MATERIAIS DIDÁTICOS

### Objetivo

Construção coletiva de conceitos como características discretas e contínuas, fatores hereditários, cruzamentos, união ao acaso, fenótipo, genótipo, homozigose, heterozigose, dominância e recessividade.

### Público-alvo

Turmas mistas (incluindo alunos cegos e videntes) do ensino médio.

### Atividade

A atividade consiste em dividir a turma em pequenos grupos, com no máximo cinco alunos, para que eles possam interagir, dialogar e realizar os experimentos propostos. Cada grupo deve receber os dois kits e o roteiro da atividade que poderá ser desenvolvida em dois momentos.

**Momento 1 (45 minutos): Definindo os conceitos básicos do modelo mendeliano de herança.**

Cada grupo receberá os kits e o roteiro das atividades a serem realizadas. Os resultados de todas as atividades devem ser registrados conforme as indicações do roteiro.

**Momento 2 (45 minutos): Apresentação e discussão dos resultados.**

Cada grupo elegerá um representante para apresentar os resultados da atividade para toda a turma, a fim de proporcionar uma

discussão sobre os procedimentos realizados e as conclusões alcançadas. Cabe ao professor conduzir o segundo momento, promovendo a troca das experiências vividas por cada grupo e a sistematização dos resultados obtidos.

### Roteiro

Abaixo segue o roteiro que acompanha o kit, especificando todas as atividades que devem ser desenvolvidas pelos alunos.

#### 1. Características discretas e contínuas

As características presentes nos seres vivos podem ser classificadas como discretas e contínuas. As características discretas possuem classes muito distintas, do tipo "isto" ou "aquilo", como por exemplo, lobo da orelha solto e colado, capacidade de dobrar a língua (algumas pessoas conseguem e outras não). São geralmente determinadas por poucos genes que sofrem pouca influência do ambiente. Já as características contínuas possuem um grande número de classes, incluindo muitos intermediários, como por exemplo, o peso e a altura. Neste caso, vários genes controlam a variação e há uma forte influência do ambiente sobre eles.

A) Utilizando os objetos presentes em seu Kit 01, formar um grupo que contenha características discretas e outro com características contínuas. Justifique sua escolha.

Características discretas	Características contínuas

#### 2. "Filho de peixe, peixinho é!"

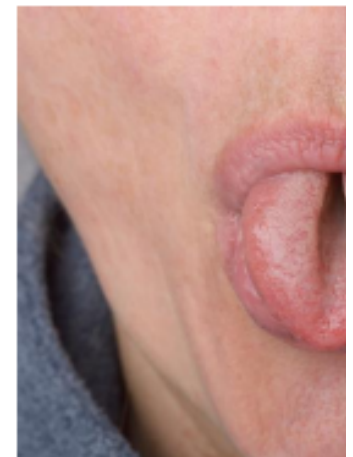
Na expressão popular acima está contida a ideia de hereditariedade. Contudo, nela não há o relato de como as características do peixe pai (ou mãe) passam para o peixe filho (ou filha). Como os filhos herdam as características dos seus ancestrais? Como as características atravessam as gerações? A noção de que os gametas estejam diretamente envolvidos neste processo vem desde o século XVII,

mas a teoria explicativa do processo data do século XIX.

B) Pensar um pouco a respeito e responder: como os gametas transportam as características de uma geração à outra?

#### 3. "Quem vê cara não vê coração!"

Deduzindo-se que as características não estão nos gametas, na mesma forma que as observamos, então, assume-se a existência



de fatores hereditários. Logo, existem as características observáveis e os fatores que as determinam. Esta é a noção de fenótipo (aquilo que observamos) e genótipo (os fatores que vão dar origem àquilo que observamos).

C) Utilizando os objetos presentes no Kit 02, escolher aqueles que possam representar fenótipos e aqueles que possam representar os seus respectivos genótipos. Criar relações biunívocas (1:1) entre eles.

Fenótipos	Genótipos

D) Com a fecundação, os fatores hereditários, presentes nos gametas dos genitores, passam a ficar no zigoto e, a partir do desenvolvimento, podem expressar uma determinada característica no descendente. Para investigar a herança de uma determinada característica, simular um cruzamento. Como é que se pode simular um cruzamento? Como é que os gametas vão se juntar? Semelhantes se atraem ou se repelem? Ou nada disso

e muito pelo contrário? Discutir como devem se dar estes cruzamentos, a união dos gametas e os fatores destes gametas no zigoto.

E) Simular, utilizando as informações definidas pelo grupo na questão anterior, o cruzamento entre gametas com fatores diferentes (utilizar para isto os objetos do Kit 02) e descrever o genótipo presente no zigoto e a característica que será expressa.



Fenótipos dos genitores:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	↓	↓
Genótipos dos genitores:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	↓	↓
Gametas/Fatores:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	↓	
Genótipo do zigoto:	<input type="text"/>	
Fenótipo do zigoto:	<input type="text"/>	

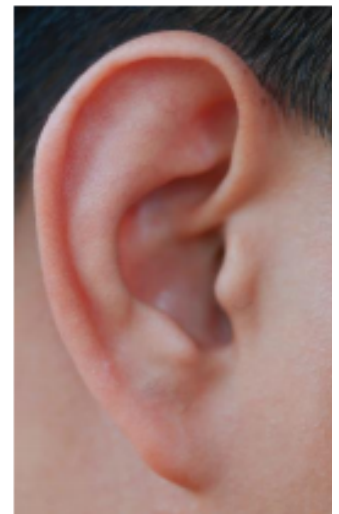
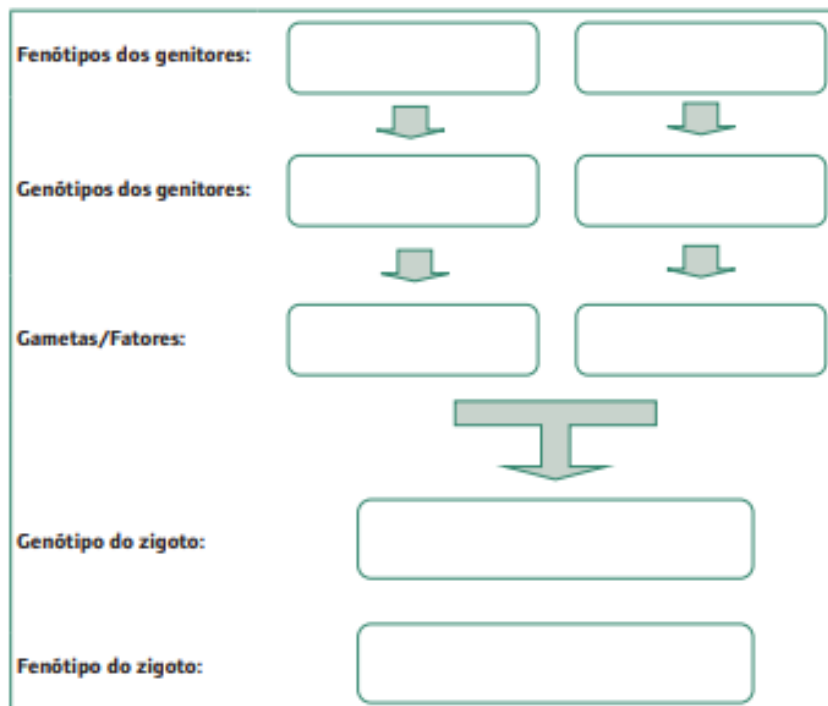
## MATERIAIS DIDÁTICOS

### 4. "Um é pouco, dois é bom, três é demais!"

Possivelmente pode-se encontrar muita dificuldade em explicar a herança na atividade anterior, devido, provavelmente, ao fato de que um detalhe importante pode ter passado despercebido: os fatores hereditários não se ligam biunivocamente com seus fenótipos. Na verdade, para determinação de um fenótipo são necessários dois fatores hereditários. Assim, existem os fenótipos (aquilo que observamos), os fatores hereditários (que são

unidades) e os genótipos (neste caso, sempre duplos, compostos de dois fatores hereditários e que vão dar origem àquilo que observamos).

F) Se na questão anterior não foi assumido que os fatores hereditários eram duplos, repetir a operação da questão "E", agora sabendo que um fenótipo será expresso por um par de fatores e que, cada gameta transporta um fator e, o zigoto resultante da fecundação, dois, ou seja, um genótipo.



### 5. "Nem tudo que parece ser, é"

Outra dificuldade que pode aparecer: é possível a obtenção de três categorias de genótipos e, no entanto, apenas duas categorias de fenótipos. Toda vez que um genótipo tem fatores (ou genes ou alelos) iguais, dizemos que este genótipo é homocigoto (homo= igual). Se os fatores (ou genes ou alelos) são diferentes, dizemos que este genótipo é heterocigoto (hetero= diferente). Assim, pode-se perceber que, nem sempre a "cara de um é o focinho do outro".

G) Pensar uma explicação que pode ser usada para contornar a dificuldade de que todo genótipo determina um fenótipo, mas o número de genótipos é maior do que o de fenótipos.

### 6. "Manda quem pode obedece quem tem juízo"

Durante as discussões é possível que se mencione o fato de que um fator hereditário (ou gene ou alelo) impeça a expressão fenotípica do outro, já que no caso de ge-

nótipos heterozigotos, apenas um dos fatores está determinando o fenótipo. Nesta relação de dominância, os fatores que não se expressam são chamados recessivos, pois só se expressam fenotipicamente quando estão em dose dupla (homozigose). Os fatores dominantes têm expressão fenotípica tanto em dose dupla quanto em dose simples (heterozigose).

### RESPOSTAS

Certamente as questões formuladas pelo roteiro não precisam ter respostas fechadas

e únicas, podendo variar tanto entre turmas quanto entre grupos dentro da mesma turma. A diversidade de respostas possíveis revela apenas mais uma característica da atividade de modelagem dos fenômenos naturais: a criatividade. Contudo, para facilitar a mediação é importante que o professor possa contar com alguma referência de respostas possíveis (ou mais prováveis ou mais óbvias). Neste sentido, a seguir são apresentadas respostas que podem servir de referência à atividade do professor.

#### A) Características discretas e contínuas

Características discretas	Características contínuas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubo macio x cubo rígido</li> <li>• Bola lisa x bola com cravos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Círculos de EVA com diâmetros diferentes</li> <li>• Borrachas de 1/4", 1/2", 3/4" e 1"</li> <li>• Retângulos de EVA com tamanhos diferentes</li> </ul>



#### B) "Filho de peixe, peixinho é!"

Devem existir "elementos" ou "fatores" nos gametas capazes de transportar as informações necessárias para que as características apare-

çam nos indivíduos da próxima geração ou seja, "elementos" ou "fatores" que transmitem as características dos pais aos descendentes.

#### C) "Quem vê cara não vê coração!"

Fenótipos	Genótipos
cubo macio	espuma quadrada
cubo rígido	madeira quadrada
bola lisa	conta lisa
bola com cravo	conta rugosa

#### D) Como devem se dar os cruzamentos?

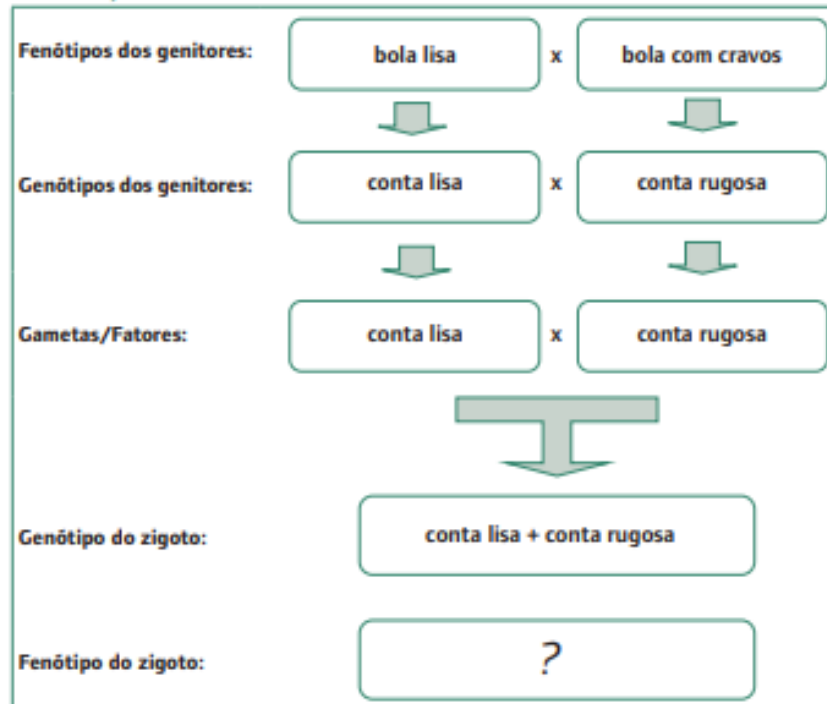
Unindo ao acaso os "elementos" ou "fatores" hereditários, ou seja, os gametas são representados pelos "elementos" ou "fatores" here-

ditários que devem se unir ao acaso formando um zigoto que é representado por um par de "elementos" ou "fatores" hereditários. Não existe atração ou repulsão, a união é ao acaso.

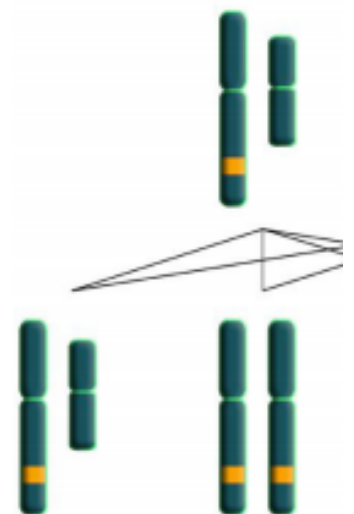
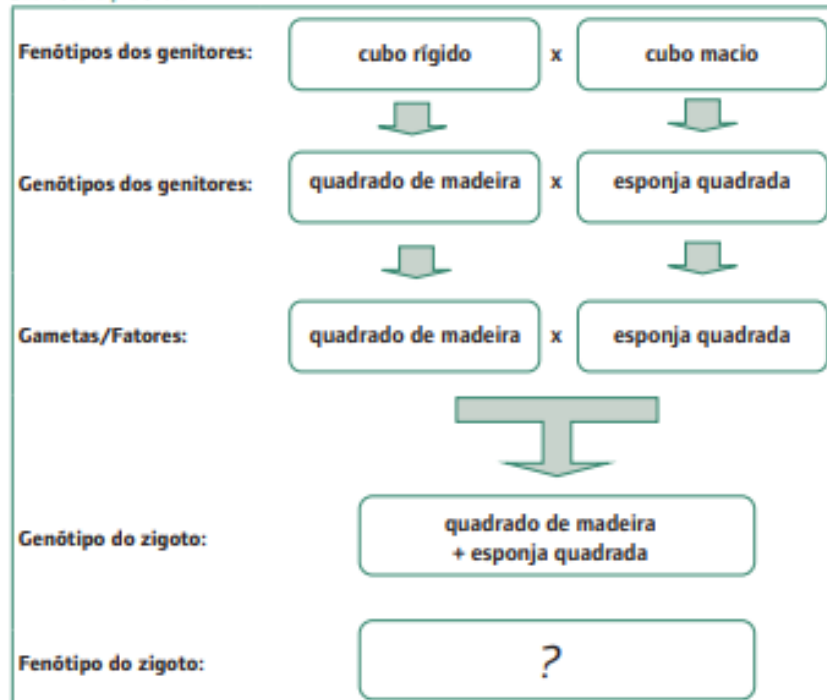
## MATERIAIS DIDÁTICOS

E) Alternativas de simulação com apenas um fator hereditário

## SIMULAÇÃO 01

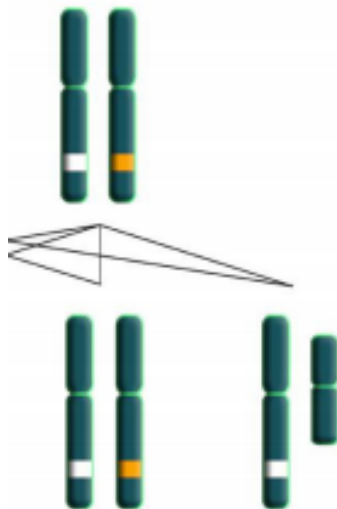
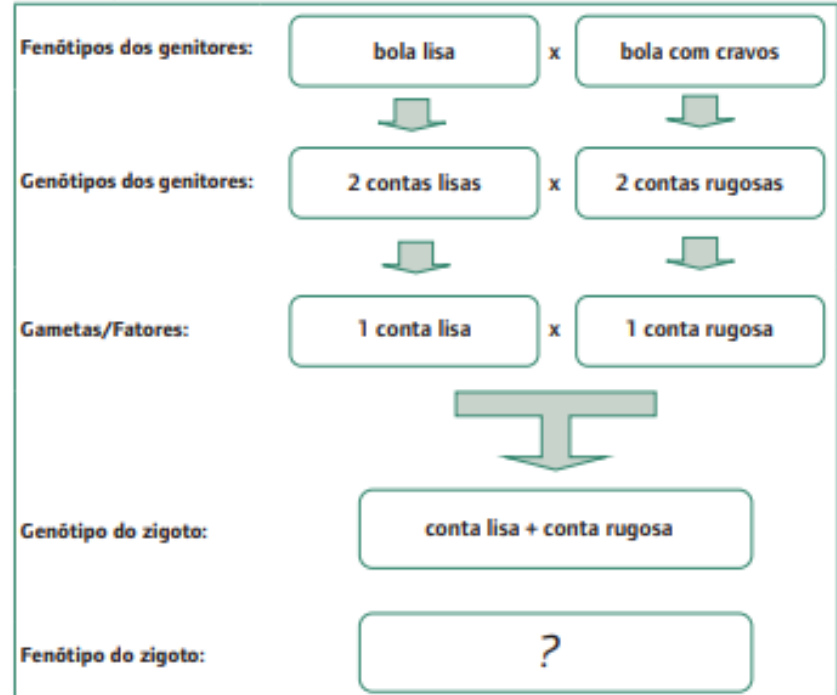


## SIMULAÇÃO 02

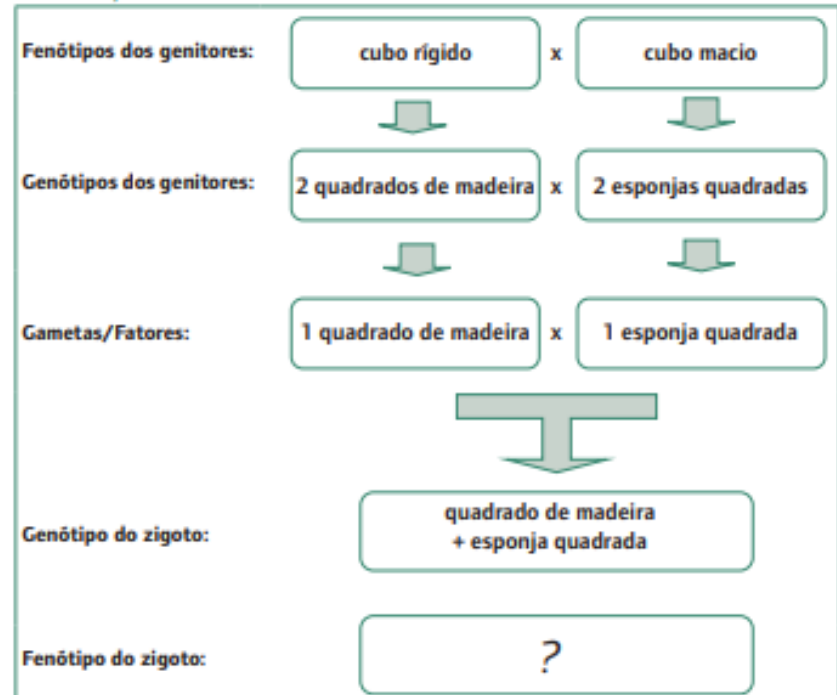


## F) Alternativas de simulação com dois fatores hereditários

## SIMULAÇÃO 01

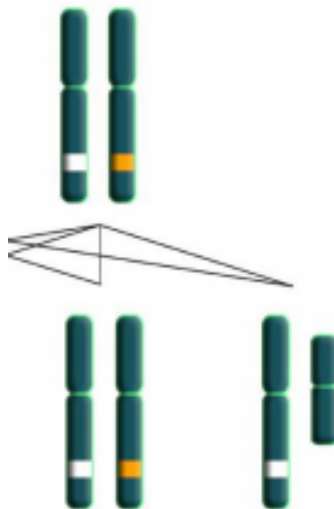
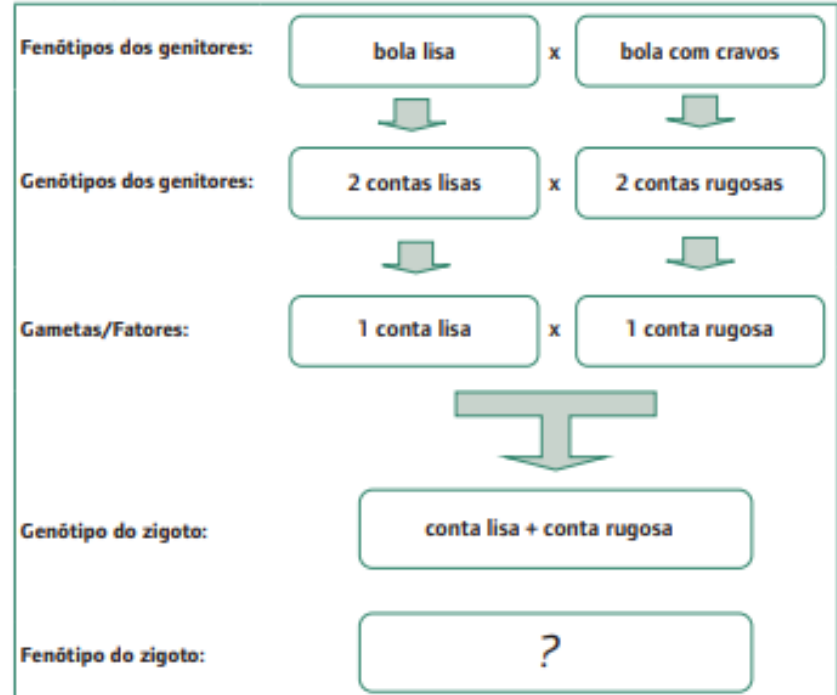


## SIMULAÇÃO 02

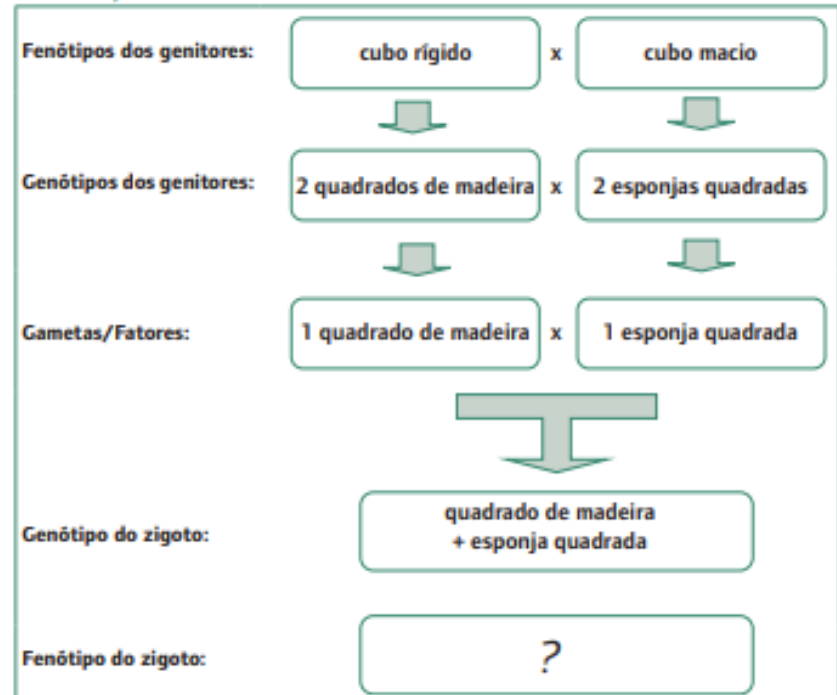


## F) Alternativas de simulação com dois fatores hereditários

## SIMULAÇÃO 01



## SIMULAÇÃO 02





**Figura 3.**  
Aplicação do kit em turma de 3º ano do ensino médio com aluno cego incluído. Fotos dos autores (todas as fotos contam com autorização para uso de imagem).

A maioria dos alunos ficou interessada em realizar a atividade (Figura 4) considerando que a mesma contribuiu para a aprendizagem dos conceitos básicos de genética que

foram ensinados (Figura 5). Consideraram, ainda, que a atividade possibilitou que eles tivessem autonomia para “aprender na prática” (fala de um dos alunos) (Figura 6).



**Figura 4.**  
Porcentagem de alunos interessados na atividade.



**Figura 5.**  
Porcentagem de alunos que consideraram que a atividade contribui para a aprendizagem de genética.



**Figura 6.**  
Porcentagem dos alunos que consideraram que o kit estimulou a autonomia para a aprendizagem de conceitos genéticos na prática.



## MATERIAIS DIDÁTICOS

Com relação ao roteiro, declararam que o mesmo continha uma linguagem simples e interativa, com informações bem descritas (Figura 7).

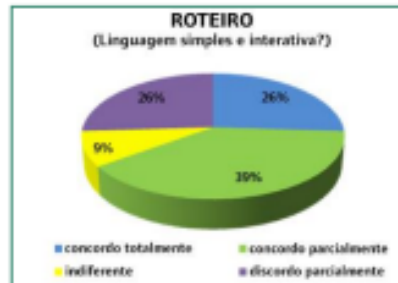


Figura 7. Porcentagem de alunos que consideraram que o roteiro de atividades possuía uma linguagem simples e interativa.

Acrescentaram que foi bom trabalhar em grupo (Figura 8) e que a atividade estimulou a curiosidade sobre herança biológica (Figura 9).



Figura 8. Porcentagem de alunos que gostaram de desenvolver a atividade em grupo.

Figura 9. Porcentagem de alunos que consideraram que a atividade estimulou a curiosidade sobre herança biológica.

Com relação aos objetos do kit, avaliaram que o tamanho, o formato e a textura das peças eram adequados ao manuseio (Figuras 10 e 11).



Figura 10. Porcentagem de alunos que concordaram que os objetos dos kits eram de fácil manuseio.

Figura 11. Porcentagem relativa à opinião dos alunos quanto ao formato e textura dos objetos dos kits.

**Cegueira congênita** - A cegueira pode ser classificada como congênita (que ocorre desde o nascimento, ou nos primeiros anos de vida) ou adquirida (obtida ao longo do desenvolvimento em decorrência de causas orgânicas ou acidentais).

### O aluno cego

O aluno cego de 18 anos tem **cegueira congênita** decorrente do deslocamento da retina ocasionado pela exposição a altas taxas de oxigênio na incubadora, por ocasião de nascimento prematuro. Após concluir o ensino fundamental no Instituto Benjamim Constant (IBC), ingressou no Colégio Pedro II/Campus São Cristóvão III, no 1º ano do ensino médio, sendo matriculado em turma regular.

O mesmo concordou em ser voluntário da pesquisa, sendo convidado pelos colegas para compor o Grupo 1. Durante o desenvolvimento da atividade, pôde avaliar se o material se adequava às suas necessidades e se lhe possibilitava a aprendizagem dos conceitos de genética. Apesar de ele ter recebido o relatório e o questionário de avaliação nas versões Braille e digital, solicitou a leitura dos mesmos. No grupo, uma de suas colegas assumiu o papel de leitora, possibilitando-lhe a ativa participação na busca por soluções para os problemas propostos. Ele solicitava os objetos aos colegas do grupo para que pudesse manuseá-los e, assim, desenvolver ideias sobre as questões levantadas. Suas propostas eram ouvidas e discutidas pelos integrantes do grupo.

Segundo ele, o kit era composto por objetos cujas características possibilitaram o livre e amplo manuseio. Os diferentes formatos e texturas garantiram a discriminação das peças. As dimensões usadas foram consideradas adequadas à percepção tátil, pois possibilitaram a detecção do todo de cada objeto. Vale ressaltar que a percepção tátil diferencia-se da visual devido ao seu caráter **sequencial**, portanto, a escolha do material deve ser criteriosa a fim de manter a qualidade tátil para a finalidade pretendida (CARDINALI, FERREIRA, 2010). Sinalizou que gostou do trabalho feito em grupo e que se sentiu estimulado para aprender na prática. Quanto à linguagem usada no relatório, concordou parcialmente que fosse simples e interativa, ressaltando a necessidade que teve de solicitar a intervenção do professor para sanar dúvidas ao longo da atividade. Desta

forma, o aluno avaliou o kit como material didático acessível, inclusivo, e que facilitou e incentivou a aprendizagem de genética.

### CONCLUSÃO

O material didático apresentado (um kit elaborado na perspectiva de ensino inclusivo para introdução de conceitos básicos sobre herança genética) mostrou-se adequado ao objetivo de ser inclusivo e aplicável em turmas mistas. O kit foi avaliado positivamente em todos os três processos de validação pelos quais passou. Portanto, é possível concluir que ele é uma alternativa viável para o ensino de herança genética, tanto para cegos quanto para videntes. Além disso, o recurso propõe um caminhar ativo e reflexivo para a construção dos conceitos. O ponto de partida para a aprendizagem não teve como referência a visualização passiva de imagens, pelo contrário, teve como base a proposição de experimentos e a troca dialogada das percepções individuais, conduzindo os alunos ao pensamento para a construção coletiva de conceitos.

### REFERÊNCIAS

- BATISTA, C. G. Formação de conceitos em crianças cegas: questões teóricas e implicações educacionais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 21, n. 1, p. 7-15, 2005.
- CARDINALI, S. M. M.; FERREIRA, A. C. A aprendizagem da célula pelos estudantes cegos utilizando modelos tridimensionais: um desafio ético. *Revista Benjamim Constant*, n.46, p. 1-10, 2010.
- MENDEL, G. Experimentos de hibridização em plantas. *Genética na Escola*, v. 8, n. 1, p. 86-103, 2013.
- MENDEL, G. Experimentos com híbridos de outras espécies de plantas. *Genética na Escola*, v. 11, n. 2-Sup, p. 256-265, 2016.

### PARA SABER MAIS

- ARCANJO, F.; SILVA, E. P. A Hipótese darwiniana da pangênese. *Genética na Escola*, v. 10, n. 2, p. 102-109, 2015.
- CANGUILHEM, G. *Ideologia e racionalidade nas ciências da vida*. São Paulo: Edições 70, 1977.

**Informação sequencial** é aquela que é aprendida, por exemplo, à medida que os dedos manuseiam e discriminam as partes de um objeto.