

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ**

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

**USO DE DROSÓFILAS EM OFICINAS  
EXPERIMENTAIS E PERCEPÇÃO DISCENTE  
ACERCA DOS CONTEÚDOS DE GENÉTICA**

**ANTONIO MARCOS NOGUEIRA SODRÉ**

**ORIENTADORA: PROF. DRA. FRANCIELLE ALLINE MARTINS**

**Co-ORIENTADOR: PROF. DR. PEDRO MARCOS DE ALMEIDA**

Teresina – PI  
2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ**

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

**USO DE DROSÓFILAS EM OFICINAS  
EXPERIMENTAIS E PERCEPÇÃO DISCENTE  
ACERCA DOS CONTEÚDOS DE GENÉTICA**

**ANTONIO MARCOS NOGUEIRA SODRÉ**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Prof. Dra. Francielle Aline Martins  
Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Marcos de Almeida

Teresina – PI

2019

# **USO DE DROSÓFILAS EM OFICINAS EXPERIMENTAIS E PERCEPÇÃO DISCENTE ACERCA DOS CONTEÚDOS DE GENÉTICA**

**ANTÔNIO MARCOS NOGUEIRA SODRÉ**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

Aprovado em 17 de julho de 2019.

Membros da Banca:

---

Prof(a). Dr(a). Francielle Aline Martins  
(Presidente da Banca – UESPI)

---

Prof(a). Dr. Pedro Marcos de Almeida  
(Membro Titular – UESPI)

---

Prof(a). Dr José Williams Gomes de Oliveira Filho  
(Membro Titular – IFPI)

Teresina – PI

2019

*Dedico este trabalho aos meus pais Antonio Sodré e Josefa Alves Nogueira, aos meus filhos Kevin Matheus, João Marcos e Anthony Filipe e a minha esposa Angra.*

## RELATO DO MESTRANDO

---

Cursar o PROFBIO oportunizou-me uma grande fonte de saberes, através dele aprendi a gostar ainda mais da minha profissão, pois ele supriu as lacunas deixadas na graduação. Os desafios enfrentados em cada Tema e Tópicos só me fizeram crescer e superar as fragilidades.

Como o PROFBIO é focado em experiências e investigações e tem uma formação teórica voltada nesse sentido, tem um perfil que valoriza nossas experiências e vivências de sala de aula, focando no desenvolvimento de conhecimento e didáticas específicas.

As intervenções e atividades realizadas em cada Tema com a exigência de estar dentro da sala de aula e de se haver com os problemas reais de aprendizagens favoreceu uma formação de excelência, pois propiciou a identificação de problemas e planejamento de soluções. Na execução dessas atividades pudemos nos avaliar e melhorar a cada outra intervenção. Toda essa experiência apenas impactou de forma positiva na minha prática docente e no aprendizado de meus alunos, certeza essa que pude ouvir de colegas de profissão e pais de estudantes.

Esse mestrado também me oportunizou o contato com um novo universo, juntos com meus colegas mestrandos experimentei sentimentos de alegria, tristeza, angústia e ansiedade tudo de uma só vez, o que tornou o PROFBIO mais interessante. De nossos professores e orientadores que já estão nessa caminhada a mais tempo, dos quais recebemos orientações com liberdade, me deparei com um elevado grau de humildade, inspirando sempre confiança e sabedoria.

Portanto, só consigo pensar na grandeza que foi o PROFBIO na minha vida e o quanto ele enriqueceu minha prática docente.

Obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

---

- ❖ Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por ter me proporcionado esta oportunidade de vivenciar este mestrado;
- ❖ Agradeço a meus professores do PROFBIO, em especial a professora Dra. Francielle Aline Martins;
- ❖ O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

*“O fim determina o valor do esforço.”*

*(Pensamento Hassídico)*

## RESUMO

SODRÉ, A.M.N. **Uso de drosófilas em oficinas experimentais e percepção discente acerca dos conteúdos de genética**. 2019. 77 p. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí. Teresina.

Buscar novas estratégias e metodologias para o ambiente escolar que possibilite que o estudo da hereditariedade possa ser abordado numa linguagem acessível e atrativa aos estudantes é de grande relevância. O presente trabalho aborda como tema central o uso de drosófilas em oficinas experimentais de genética no ensino médio, objetivando despertar no aluno o interesse na área da Genética e avaliar a percepção dos estudantes em relação aos principais meios de comunicação que contribuem para sua informação e os níveis de conhecimento acerca dos conteúdos relacionados à Genética. Realizou-se uma pesquisa exploratória e descritiva com a coleta de dados numa escola de Ensino Médio em Bacabal-MA, por meio de aplicações de questionários nas turmas de 3ª série do ensino médio durante o ano de 2018. Ao longo do ano foram realizadas oficinas experimentais de genética com uso de *Drosophila melanogaster* para que os alunos revivessem a metodologia de estudo proposta por Mendel. Avaliou-se a fixação da teoria através de questões apresentadas no início e ao final de algumas oficinas. O nível de interesse dos alunos para com os temas relacionados à genética foi avaliado antes e depois da realização das oficinas a fim de comparar a contribuição da realização das mesmas no despertar do interesse. Os resultados obtidos demonstraram que as oficinas com drosófilas são uma excelente alternativa a ser adotada em sala de aula, pois contribuíram de forma efetiva na consolidação do aprendizado em Genética. O estudo também demonstrou que apenas as aulas teóricas não foram suficientes para a fixação dos conteúdos. Verificou-se ainda que, a internet e o livro são as principais fontes de informação na percepção dos alunos. Como produto deste estudo um roteiro prático de investigação do padrão de herança em *D. melanogaster* foi construído para ser utilizado por professores que desejam incluir essa atividade nas aulas de genética. Desta forma, além da produção de material de apoio docente, este estudo demonstrou que a adoção de oficinas com *D. melanogaster* é uma estratégia valiosa para ampliar e consolidar conceitos relacionados à genética além de estimular a investigação científica no estudante, despertando novos cientistas.

**Palavras-chave:** Construção do conhecimento, Ensino de Genética, Investigação científica e Hereditariedade.

## ABSTRACT

SODRÉ, A.M.N. **Use of drosophila in experimental workshops and student perception about genetics contents.** 2019. 77 p. Master's Degree (Master's Degree in Biology Teaching) - State University of Piauí. Teresina.

To search for new strategies and methodologies for the school environment that make it possible that the study of heredity can be approached in an accessible and attractive language to the students, is of great relevance. The present work approaches as a central theme the use of drosophila in experimental workshops on genetics in high school, objectifying at arousing in the student the interest in the area of genetics and evaluating students' perceptions regarding the main means of communication that contribute to their information and levels knowledge about genetics related contents. Was carried an exploratory and descriptive research out with data collection at a high school in Bacabal-MA through the application of questionnaires in the 3rd grade classes of high school during the year 2018. Throughout the year, genetic testing workshops were conducted using *Drosophila melanogaster* so that the students relived the study methodology proposed by Mendel. The theory fixation was evaluated through questions presented at the beginning and at the end of some workshops. The students' level of interest in genetics theme was evaluated before and after the workshops, in order to compare the contribution of the workshops in the interest arousal. The results showed that workshops with drosophila are an excellent alternative to be adopted in the classroom, as they effectively contributed to the consolidation of learning in genetics. The study also showed that only the theoretical classes were not enough for the content fixation. It was also found that the internet and the book are the main sources of information in the students' perception. As part of this study a practical guide to investigating the inheritance pattern in *D. melanogaster* was constructed to be used by teachers wishing to include this activity in genetics classes. That way, in addition to the production of teaching support material, this study demonstrated that the adoption of workshops with *D. melanogaster* is a valuable strategy to expand and consolidate concepts related to genetics, as well as stimulate scientific research in the student, awakening new scientists.

**Keywords:** Genetics Teaching, Heredity, Knowledge construction and Scientific research.

## LISTA DE FIGURAS

---

- Figura 2.1** *Drosophila melanogaster*. .....24
- Figura 3.1** Avaliação da oficina. Em que: “QD. 01” – Questionário Diagnóstico 01, “G1” – Grupo 01, estudantes que já participaram das oficinas, “QA. 01” – Questionário Avaliativo 01, “G2” - estudantes que ainda não participaram das oficinas, “QA. 02” – Questionário Avaliativo 02, “QI. 02” – Questionário Diagnóstico 02. ....28
- Figura 4.1** Percepção média  $\pm$  DV dos estudantes quanto ao grau de interesse, afinidade e conhecimento na disciplina Biologia/Genética.....31
- Figura 4.2** Frequência percentual das alternativas marcadas pelos alunos das Turmas A (n=36), B (n=32) e C (n=35) quando questionados sobre o nível de conhecimento acerca de temas específicos relacionados à genética através do Questionário Diagnóstico 01. As cores: azul, vermelho e verde indicam as respostas: “Nunca ouvi falar”, “Já ouvi falar” e “Lembro bem”, respectivamente. ....34
- Figura 4.3** Esquema representativo dos dados observados nos cruzamentos 1 e 2 de *D. melanogaster* no estudo do padrão de herança da cor do corpo (Selvagem/Ebony).....35
- Figura 4.4** Esquema representativo dos dados observados nos cruzamentos 3 e 4 de *D. melanogaster* no estudo do padrão de herança da cor do corpo (Selvagem/Yellow).. ....37
- Figura 4.5** Esquema representativo dos dados observados nos cruzamentos 5 e 6 de *D. melanogaster* no estudo do padrão de herança da cor do olho (selvagem/white).. ....38
- Figura 4.6** Percentual das respostas apresentadas pelos alunos acerca de conteúdos de genética no Questionário Avaliativo 01 com oficinas (Grupo A) e sem oficinas (Grupo B). As cores no gráfico azul, vermelho e verde indicam as alternativas “não faço a mínima ideia”, “lembro vagamente” e “lembro bem”, respectivamente.....39
- Figura 4.7** Média atribuída à qualidade das respostas assinaladas como “lembro bem” para cada uma das questões do Questionário Avaliativo 01, respondidas pelos alunos do Grupo A (barras azuis) e Grupo B (barras vermelhas).. ....42
- Figura 4.8** Frequência com que cada opção foi marcada antes (A) e depois (B) da realização das oficinas. Em que: “NF” – não faço a mínima ideia, “LV” – lembro vagamente, “LB” – lembro bem, “LB-RI” - resposta esperada,

mas apresenta inadequações, “LB-RF” – resposta fundamentada e “LB-RA” – resposta com ausência de dados importantes.....43

**Figura 4.9** Frequência percentual das alternativas marcadas pelos alunos das Turmas A (n=38), B (n=34) e C (n=35) quando questionados sobre o nível de conhecimento acerca de temas específicos relacionados à genética através do Questionário Diagnóstico 02, após as oficinas. As cores: azul, vermelho e verde indicam as respostas: “Nunca ouvi falar”, “Já ouvi falar” e “Lembro bem”, respectivamente. ....45

**Figura 4.10** Distribuição das notas atribuídas a Questão 8: “*Como você avalia o seu grau de satisfação por ter participado das oficinas experimentais de genética? Atenderam suas expectativas?*”.....47

## LISTA DE TABELAS

---

<b>Tabela 4.1.</b> Média $\pm$ Desvio padrão das notas atribuídas em relação à contribuição de cada um dos meios de comunicação listados a seguir a cerca da temática genética.. .....	32
<b>Tabela 4.2.</b> Percentual de resposta LB apresentadas pelos alunos acerca de conteúdos de Genética na Questionário Diagnóstico 01.....	41
<b>Tabela 4.3.</b> Percepção dos estudantes quanto ao grau de interesse, afinidade e conhecimento na disciplina Biologia/Genética antes e depois das oficinas.. .....	45
<b>Tabela 4.4.</b> Percepção dos 107 estudantes acerca das oficinas experimentais.....	46

## **SIGLAS E ABREVIATURAS**

---

**ANOVA** – Análise de Variância

**BNCC** – Base Nacional Comum Curricular;

**CEP** – Comitê de Ética em Pesquisa;

**CTS** – Ciência, Tecnologia e Sociedade;

**DCNs** – Diretrizes Curriculares Nacionais;

**DV** – Desvio Padrão

**Esalq** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”;

**F1** – Primeira Geração Híbrida;

**F2** – Segunda Geração Híbrida;

**G1** – Alunos que participaram das oficinas extraclases;

**G2** – Alunos que não participaram das oficinas extraclases;

**IAC** – Instituto Agrônomo de Campinas;

**JO** – Já ouvi falar;

**LB-RA** – Resposta com ausência de dados importantes;

**LB-RF** – Resposta fundamentada

**LB-RI** - Resposta esperada, mas apresenta inadequações;

**LB** – Lembro bem;

**LV** – Lembro vagamente, prefiro não opinar;

**NF** – Não faço a mínima ideia;

**NO** – Nunca ouvi falar;

**PCNs** – Parametros Curriculares Nacionais;

**QA.01** – Questionário Avaliativo 01;

**QA.02** – Questionário Avaliativo 02;

**QD.01** – Questionário Diagnóstico 01;

**QD.02** – Questionário Diagnóstico 02;

**TA** - Turma A;

**TALE** – Termo de Assentimento de Livre-Esclarecido;

**TB** – Turma B;

**TC** – Turma C;

**TCLE** – Termo de Consentimento de Livre-Esclarecido;

## SUMÁRIO

---

<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 – REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Aspectos Históricos da Genética.....	17
2.2 O Ensino de Genética .....	19
2.3 A experimentação no Ensino de Genética .....	20
2.4 <i>Drosophila melanogaster</i> .....	23
2.5 Objetivos .....	25
2.5.1 Geral.....	25
2.5.1 Específicos.....	26
<b>3 – METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
3.1 População de estudo.....	27
3.2 Diagnóstico da população .....	27
3.3 Oficinas de experimentação .....	27
3.3.1 Avaliação da oficina .....	29
3.4 Feedback.....	30
3.5 Análises estatísticas.....	30
3.6 Preparo do roteiro .....	30
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>31</b>
4.1 Diagnóstico da população .....	31
4.2 Oficinas de experimentação .....	35
4.2.1 Avaliação das oficinas .....	39
4.3 Feedback.....	43
<b>5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>48</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>
<b>7 – PRODUTO .....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE A* QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO 01 .....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE B* QUESTIONÁRIO AVALIATIVO 01.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE C* QUESTIONÁRIO AVALIATIVO 02.....</b>	<b>68</b>

<b>APÊNDICE D* QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO 02 .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO A* PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA .....</b>	<b>73</b>

# 1. INTRODUÇÃO

---

Atualmente ainda é comum um processo educativo centrado no livro didático e aulas teóricas descontextualizadas, que acabam por não corresponder às expectativas e necessidades de aprendizagens almejadas pelos estudantes do ensino médio. Isto, afeta negativamente a educação brasileira dificultando o ensino aprendido.

O ensino de Biologia na contemporaneidade apesar dos progressos da ciência e da tecnologia continua restringido a um processo de memorização de conteúdo, dessa maneira, os estudantes não são capazes de associar essa ciência com o meio que os cerca, não adotando assim uma postura reflexiva que os levem a mudança<sup>1</sup>.

Tal situação também é observada no ensino de Genética, o qual é centrado quase sempre em conceitos, apresentando inúmeras dificuldades, entre elas destacando-se a complexidade dos conceitos dessa área, o que poderia ser sanada com utilização de recursos didáticos que concretizam aprendizagem em Genética, utilizando uma linguagem diferente daquelas frequentemente empregadas no ensino tradicional.

A conjuntura educacional brasileira indica a necessidade de novas práticas pedagógicas que estejam voltadas para a significação dos conteúdos estudados, com vistas a construção significativa do conhecimento. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) orientam que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia<sup>2</sup>. Entende-se que é preciso avançar e se preparar para um futuro com práticas escolares diferenciadas, buscando ferramentas que aumentam a motivação, autonomia e a autoconfiança dos estudantes.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo principal avaliar o uso de *Drosophila melanogaster* em oficinas experimentais de genética na 3ª série do ensino médio de uma escola pública estadual em Bacabal-MA como forma de despertar nos alunos o interesse na área de genética.

---

Nessa perspectiva, pretende-se estimular a investigação científica no estudante, despertando novos cientistas através de três oficinas, ampliando o interesse e o nível de conhecimento em temas relacionados à genética. Ao final um roteiro para aulas práticas, para ser utilizado na investigação do modo de herança de caracteres em *D. melanogaster* também é proposto.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

---

### 2.1 Aspectos Históricos da Genética

A Genética é a área da Biologia que estuda a transmissão do material genético ao longo das gerações, a natureza química desse material e seu modo de ação. Atualmente, a Genética é uma das áreas da Biologia que mais têm se desenvolvido, trazendo muitas informações novas a respeito dos genes e dos mecanismos de herança<sup>3</sup>.

A Genética é um tipo de ciência da informação, os geneticistas tentam compreender as regras que controlam a transmissão da informação herdável geração após geração. Como ciência, a genética surgiu há pouco mais de 100 anos, com as descobertas dos trabalhos de Gregor Mendel que a partir da observação da prole e cruzamentos em ervilhas de cheiro (*Pisum sativum*) propôs o modo de herança fatorial<sup>4</sup>. Desde aquela época, a genética alterou profundamente nossa compreensão sobre a vida, desde o nível da célula individual até aquele de uma população de organismos que se desenvolve ao longo de milhões de anos.

A História da Genética tem ramificações que chegam à Biotecnologia. A partir da descoberta das leis da hereditariedade, o conhecimento continuou avançando, gerando técnicas cada vez mais modernas, dando origem à Genética Molecular. Atualmente, o domínio da Biotecnologia vem gerando inúmeros debates sobre o tema, que envolvem questões religiosas, econômicas e políticas, pois existem muitas dúvidas com relação às suas consequências para a sociedade e os ambientes naturais<sup>5</sup>.

No Brasil, a genética passou a ser promovida no final dos anos 1910 em institutos agrônômicos como a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), de Piracicaba, e o Instituto agrônômico de Campinas (IAC), ambos localizados no interior de São Paulo<sup>6</sup>. Até a segunda metade do século XX, a Biologia fazia parte da disciplina de História Natural. Nesse período, as aulas com prática serviam somente para ilustrar a teoria e havia pouca contextualização. A partir de 1960, houve uma maior preocupação com a transmissão dos conhecimentos ligados à “ciência pura”, em formar novos cientistas, o que poderia contribuir com o avanço científico e tecnológico. Desde então a Biologia, bem como

a genética passaram por profundas transformações. Atualmente não se concebe um ensino centrado somente em conceitos, mas, sim, na construção de conhecimentos que valorizem a dimensão formativa e cultural<sup>7</sup>.

## 2.2. O Ensino de Genética

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) sugerem que o ensino de Biologia precisa ir além dos conteúdos curriculares transmitidos aos alunos, entretanto na maioria das vezes dentro do espaço limitado das salas de aula é reduzido a uma transmissão livresca. Os módulos disciplinares precisam ser contextualizados e aprofundados com um debate ético sobre origem, significado e manutenção da vida<sup>2</sup>.

O ensino de genética vem enfrentando algumas dificuldades, dentre elas estão: despertar o interesse do aluno, fazê-lo entender processos que envolvem conceitos abstratos e descobrir formas de ajudar o aluno a perceber a relação que existe entre os conhecimentos científicos e o cotidiano. Da maneira como vem sendo feito o ensino de genética, os alunos não são levados a pensar numa relação com o cotidiano, apesar de serem conteúdos muito presentes no dia a dia de qualquer pessoa. É comum que os alunos não tenham uma visão completa do processo, que quase sempre costuma ser fragmentado<sup>8</sup>. Diversos são os fatores que interferem no processo de aprendizagem da Genética, o que demonstra a complexidade do processo do ensino. Entre estes fatores, destaca-se a importância da forma de como os professores disponibilizam os conteúdos. Muitos educadores ainda utilizam o ensino tradicional da Genética, usando quase sempre a mesma maneira de lecionar os conteúdos. Com isso, o ensino de Genética se torna rejeitado por parte dos alunos, passando a ser um fracasso na obtenção do aprendizado<sup>9</sup>.

Grande parte dos conteúdos de Biologia abordam assuntos atuais e polêmicos como a dos casamentos consanguíneos, clonagem molecular, testes de DNA, que envolvem questões do cotidiano. Nesse sentido, é necessário que, na escola, o aluno seja motivado a um pensar e a uma investigação constante, para que essa ciência adquira o seu mais puro sentido, que é, o estudo da vida. Dessa forma, os alunos devem perceber o crescente dinamismo do aprendizado nas diversas áreas da Biologia e da genética, possibilitando o desenvolvimento da cidadania, a liberdade de pensamento e a capacidade crítica<sup>10</sup>.

O ensino de genética deve propiciar aos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico, a capacidade de tomar posição e opinar sobre temas polêmicos, que considerem este conhecimento como fundamento. Ainda, permiti o uso dos conhecimentos aprendidos ao cotidiano e entender os princípios básicos da hereditariedade para que saibam como são transmitidas as características, compreendendo melhor a biodiversidade<sup>8</sup>.

Trata-se, portanto de:

[...] colocar essa ciência como meio para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso graças aos quais os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, instrumento para orientar decisões e intervenções<sup>11</sup>.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para a Educação Básica:

[...] o conhecimento científico, nos tempos atuais, exige da escola o exercício da compreensão, valorização da ciência e da tecnologia desde a infância e ao longo de toda a vida, em busca da ampliação do domínio do conhecimento científico: uma das condições para o exercício da cidadania. O conhecimento científico e as novas tecnologias constituem-se, cada vez mais, condição para que a pessoa saiba se posicionar frente a processos e inovações que afetam. [...] Nesse contexto, tanto o docente quanto o estudante e o gestor requerem uma escola em que a cultura, a arte, a ciência e a tecnologia estejam presentes no cotidiano escolar, desde o início da Educação Básica<sup>12</sup>.

A ação educativa, que lida com a diversidade e com a percepção da totalidade, é criativa e criadora. Traz a complexidade e o movimento da vida para a sala de aula. O professor educador encontra-se mergulhado constantemente em situações de transformações, permitindo novas formas de aquisição de conhecimento, possibilitando o desenvolvimento da potencialidade humana. Atualmente, não se concebe um ensino centrado somente em conceitos, mas, sim, na construção de conhecimentos que valorizem a dimensão formativa e cultural<sup>7</sup>. É preciso criar novas metodologias de ensino, pois a realidade configura uma nova forma de observar o mundo. Saber trabalhar determinados conteúdos de forma a torná-los mais acessíveis e compreensíveis aos educandos, permitir com que estes consigam elaborar críticas, reflexões e argumentações pertinentes constitui uma das

tarefas primordiais do educador, como mediador e facilitador da construção de conhecimentos<sup>13</sup>.

O dinamismo nesse campo torna a aprendizagem mais agradável, portanto é necessária a busca por ferramentas que auxiliem na construção de uma aula atrativa. A prática realizada com os alunos, desperta a curiosidade de desvendar a problemática do seu estudo, fazendo com que o jovem do ensino médio e futuro pesquisador, descubram novas informações sobre o assunto<sup>14</sup>. Nesse cenário, a escola passa a ser reconhecida como o ambiente primordial para a partilha e produção de conhecimentos, bem como para a formação do cidadão crítico<sup>15</sup>.

A qualidade do ensino de genética pode ser aprimorada, à medida que se tracem eixos norteadores e se alcancem mudanças profundas. Uma estratégia na solução dessa problemática é a utilização da educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no ensino de genética. Esse tipo de enfoque surge como possibilidade frente à necessidade de tornar o ensino de genética mais contextualizado, favorecendo uma formação mais crítica e participativa na sociedade<sup>16</sup>.

Nesse contexto, o ensino da genética deve ser construído numa cultura científica, na qual os alunos possam compreender a racionalidade, a natureza das transmissões hereditárias e como esse conhecimento é gerado.

### **2.3 A experimentação no Ensino de Genética**

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

As análises, investigações, comparações e avaliações contempladas nas competências e habilidades da área podem ser desencadeadoras de atividades envolvendo procedimentos de investigação. Propõe-se que os estudantes do Ensino Médio ampliem tais procedimentos, introduzidos no Ensino Fundamental, explorando, sobretudo, experimentações e análises qualitativas e quantitativas de situações-problema<sup>17</sup>.

O Ensino de Genética nas últimas décadas foi reduzido a um estudo exclusivamente analítico sobre as leis de Mendel, deixando-se de lado os aspectos funcionais e interativos desta disciplina. Historicamente, o uso de experimentação nas aulas de Ciências e Biologia têm sido debatidos no Brasil, tanto para ressaltar

sua importância quanto para discutir como incorporá-lo de forma mais consistente no cotidiano da escola. Embora professores reconheçam o valor das atividades experimentais, as dificuldades para desenvolvê-las em bases regulares encontram-se enraizadas em elementos do contexto educacional, associadas tanto às condições de funcionamento das escolas quanto aos processos formativos da profissão docente. Se as tradições do ensino na disciplina Biologia não têm sido marcadas por atividades experimentais, encontramos razões que remontam não somente aos processos históricos da escolarização brasileira, mas também à história da própria Biologia como ciência<sup>18</sup>.

As dificuldades em aprender Ciências em muito estão relacionadas a uma atividade dissociada de uma prática efetiva e que os façam compreender conceitos apenas de forma teórica. A atividade prática pode ajudar na ilustração de todos os conceitos apreendidos por meio de aulas teóricas ou mesmo fazer com que aprendam a manusear os equipamentos de um laboratório além do que ele pode também ver na prática o que é ensinado na teoria conciliando melhor assim o seu aprendizado<sup>19</sup>.

A apropriação de conhecimentos científicos se efetiva por práticas experimentais, com contextualização que relacione os conhecimentos com a vida, em oposição a metodologias pouco ou nada ativas e sem significado para os estudantes<sup>12</sup>. Embora as experiências que podem ser feitas no laboratório da escola, também contribuam para o processo de aprendizagem, é importante que os alunos não sejam apenas observadores, mas que eles mesmos possam construir o conhecimento a partir do que for proposto pelo professor e assim fazer suas próprias observações<sup>20</sup>.

Os currículos modernos de Ciências e suas subáreas (Biologia, Química, Física) enfatizam cada vez mais a necessidade de que os alunos compreendam como é produzido o conhecimento científico e aprendam a distingui-lo de outros tipos de conhecimento. Essa tendência, presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais e em propostas curriculares estaduais e municipais, não é exclusiva do Brasil. Todos os países que se propõem a modernizar o currículo de Ciências têm chegado a propostas que valorizam mais o aprendizado de procedimentos e atitudes típicos da atividade científica do que os fatos científicos em si<sup>21</sup>.

Em consonância com os documentos oficiais curriculares e com as concepções mais contemporâneas de educação, os professores de Genética

buscam contextualizar o ensino desses conteúdos. Nos livros didáticos, diferentes exemplos são utilizados, mas alguns são recorrentes: as próprias ervilhas de Mendel, a cor dos olhos e forma das asas das moscas das frutas, forma e cor de abóboras, os chifres em bovinos e também várias características humanas como o lóbulo da orelha ou a capacidade de enrolar a língua, o albinismo, entre outras. Em geral, o professor dispõe de tempo limitado e apenas alguns exemplos são desenvolvidos. A escolha de um ou outro conjunto de explicações e exercícios poderá ter consequências diversas e importantes. No entanto, o apelo histórico e a exatidão científica não auxiliam na superação do distanciamento da realidade do aluno. Por mais bem estruturados que sejam os exemplos, muitas vezes ervilhas e moscas não despertarão interesse, o que pode ser um problema<sup>22</sup>.

As práticas experimentais são essenciais na construção do processo de ensino e aprendizagem, mesmo sendo um pequeno número de atividades experimentais, as que sejam desenvolvidas pelos professores são interessantes e desafiadoras para o aluno e suficiente para suprir as necessidades básicas à formação educacional de jovens, permitindo-lhes relacionar fatos às soluções de problemas, e, dando-lhes oportunidades de identificar, investigar inúmeras questões, elaborar hipóteses e planejar experimentos testando-os e interpretando dados e, a partir desses, possibilitando generalizações e inferências. Portanto, a carência de aulas práticas no ensino de Biologia, torna os alunos desinteressados e desmotivados, refletindo aspecto negativo na aprendizagem da disciplina. O professor é o agente responsável pela motivação em suas aulas e sem dúvidas, isso reflete na aprendizagem e na qualidade da educação<sup>23</sup>.

A articulação da experimentação com a contextualização tem um caráter potencializador no processo de ensino e de aprendizagem, isso porque o estudante percebe, ao realizar uma atividade experimental, que o conhecimento científico, apesar de abstrato, está vinculado a sua realidade<sup>24</sup>.

O ensino de Biologia, assim como qualquer outra área de conhecimento, exige aprimoramento e criatividade constantes a fim de melhorar o aprendizado e despertar o envolvimento dos alunos. Com o declínio do interesse dos alunos pela Ciência, deve-se pensar em possibilidades que os aproximem novamente dos processos o de fazer ciências, instigando-os ao pensamento científico. Para tanto, é preciso levá-los a observar, experimentar, levantar hipóteses e interpretar resultados, correlacionando-os ao cotidiano, contextualizando o ensino e o tornando

útil à vida. A fim de cumprir o papel de construir o conhecimento e alfabetizar cientificamente as aulas experimentais abordam o processo educativo de maneira globalizado e contextual, estimulando os educando a se posicionarem como autônomos e críticos em relação ao processo ao qual eles fazem parte<sup>25</sup>. Aulas práticas diferentes e inovadoras, que motivem os alunos a pensar e construir seus conhecimentos podem ser feitas a todo o momento, e em qualquer lugar, no pátio da escola, em contato com a natureza, em reflexões sobre o funcionamento do nosso próprio corpo durante o nosso dia<sup>26</sup>.

É preciso considerar também que as aulas práticas devem fazer parte da formação do professor estando presentes no momento de sua graduação, colaborando assim na formação de um profissional consciente da importância de tal prática dentro da escola. Professores com uma visão de Ciência mais adequada são capazes de propor situações de aprendizagem que promovam o desenvolvimento dessa visão também nos alunos<sup>27</sup>.

A ciência institucionalizada depende de cientistas, e o crescimento científico cria uma demanda cada vez maior de jovens que queiram se dedicar à carreira científica. Seu ingresso ou não nesse campo vai depender de suas atitudes diante da ciência. Nesse aspecto é importante entender em que momento se estabelece a imagem do que eles entendem ser ciência e ser um cientista e que fatores levam à formação dessa imagem<sup>28</sup>.

Nesse sentido, é importante o professor de biologia/ genética estimular o “ser cientista”, pois quando o aluno se sente como protagonista é melhor o aprendizado e uma forma de fazer isso é levar o laboratório ou a experimentação para a escola. A experimentação é um momento ímpar em que o aluno pode vivenciar o método científico em todas as etapas, desde observação, levantamento de hipóteses, teste da hipótese e a validação da hipótese. Uma opção no ensino de genética, especificamente de padrões de herança é o uso de drosófilas no ensino.

## **2.4 *Drosophila melanogaster***

A história da Ciência mostra que os modelos biológicos são fundamentais para realização de experimentos e testes de hipóteses. As drosófilas, por exemplo, compõem um gênero de moscas que têm sido utilizadas como modelo na Genética desde o início do século XX. Graças a elas, foi estabelecida a teoria cromossômica

da herança e foram criados os primeiros mapas associando características fenotípicas a genes localizados em cromossomos. Apesar de terem sido importantes na história do desenvolvimento científico, as drosófilas são pouco utilizadas na sala de aula<sup>29</sup>.

*Drosophila melanogaster*, conhecida como a mosca do vinagre, mas denominada “fruit fly” a nível internacional, é um excelente modelo biológico para realizar análise genética (Figura 2.1). Este inseto possui características que favorecem as pesquisas na área da genética e evolução, pois apresentam grande número de caracteres com variação fenotípica facilmente detectada<sup>30</sup>.

**Figura 2.1** - *Drosophila melanogaster*



Fonte: Souza (2010)<sup>31</sup>

O uso de drosófilas como organismo modelo para elucidar mecanismos de transmissão de características e estabelecer as relações entre genes e fenótipos ocorreu inicialmente em 1910, quando Thomas Hunt Morgan publicou na revista *Science* os resultados de pesquisas com cruzamentos de *D. melanogaster*. Desde então, as drosófilas tornaram-se um dos organismos-modelo mais estudados e versáteis da pesquisa em Genética<sup>32</sup>. O interesse pelas drosófilas, seja na pesquisa ou ensino, é atribuído à vários motivos: apresentam ciclo reprodutivo curto, completando o ciclo vital em 10 dias, a 25°C; são facilmente mantidas em laboratório; e apresentam fecundidade alta, pois uma fêmea põe centenas de ovos de cada vez. Apresentam dimorfismo sexual, sendo fácil a distinção dos sexos; as

culturas ocupam pouco espaço; são de fácil manuseio, poucas exigências nutricionais e baixo custo de manutenção<sup>32; 33</sup>.

Muitos pesquisadores utilizam a *D. melanogaster* como organismo modelo em suas pesquisas, inclusive fora do planeta. As drosófilas foram os primeiros animais lançados ao espaço e há um laboratório permanente delas na Estação Espacial Internacional. Essas pesquisas no espaço servem para estudar condições como por que astronautas são mais suscetíveis a doenças enquanto estão no espaço<sup>34</sup>. Com o passar dos anos, a drosófila foi tornando-se mais e mais conhecida no ramo científico. Difundiu-se um modelo multivalente e hoje, na era genômica, ela vem sendo utilizada no entendimento de fenômenos biológicos muito variados, entre eles os processos do desenvolvimento, envelhecimento, câncer, mal de Alzheimer, comportamentos de aprendizagem, alcoolismo entre tantas outras aplicações. Não só para a pesquisa a drosófila é um excelente material. Também pode ser um recurso didático excepcional, da pré-escola à universidade. O emprego de *Drosophila* como recurso didático pode ser muito variado. Algumas das aplicações são clássicas: as demonstrações das “leis de Mendel”, a construção de mapas de ligação, a observação de interação alélica e a análise de cromossomos<sup>32</sup>.

Recriar alguns experimentos realizados por Morgan com as moscas das frutas acaba por possibilitar um aprendizado inesquecível para os alunos, permitindo a eles realizarem cálculos estatísticos pertinentes às gerações de moscas, analisando as taxas de recombinação ou de manifestação das características parentais, bem como determinar o número de genes envolvidos, quais os alelos dominantes e os recessivos, se o padrão de herança está, ou não, ligado ao sexo<sup>35</sup>. Sendo possível ainda, construir mapas evidenciando as distâncias entre os genes<sup>30</sup>.

## 2.5. Objetivos

### 2.5.1 Geral

- Avaliar o uso de *D. melanogaster* em oficinas experimentais de genética na 3ª série do ensino médio de uma escola pública estadual em Bacabal-MA, como forma de despertar nos alunos o interesse pela na área de genética e identificar os principais meios de comunicação acessíveis aos alunos que contribuem para informação acerca da temática.

### **2.5.2 Específicos**

- Verificar o nível de interesse dos alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública estadual da cidade de Bacabal-MA para com os assuntos relacionados com a temática genética antes e após a realização das oficinas experimentais;

- Realizar oficinas experimentais de genética com uso de drosófilas nas turmas de 3ª série do ensino médio de uma escola pública estadual da cidade de Bacabal - MA;

- Verificar a contribuição das oficinas para fixação do conteúdo explorado durante as aulas teóricas;

- Identificar os principais meios de comunicação que os alunos da 3ª série do ensino médio recebem notícias sobre a temática genética;

- Desenvolver um roteiro para ser utilizados em aulas experimentais com drosófilas na investigação de padrões de herança autossômicos e ligado ao sexo.

# 3. METODOLOGIA

---

## 3.1 População de estudo

Este estudo foi realizado por meio de pesquisa exploratória e descritiva na qual foi investigado o tema proposto a um grupo de 107 estudantes, distribuídos em três turmas, regularmente matriculados no 3º ano do Ensino Médio em uma escola do município de Bacabal-MA. Esta investigação foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual do Piauí em 30/04/2018, número do Parecer: 2.627.956 (ANEXO A). Todos os estudantes foram esclarecidos quanto aos objetivos do estudo bem como seu responsável-legal (para alunos menores de 18 anos). Para fins de regulamentação, só participaram da pesquisa aqueles que entregaram assinados o Termo de Assentimento Livre-Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre-Esclarecido (TCLE).

## 3.2 Diagnóstico da população

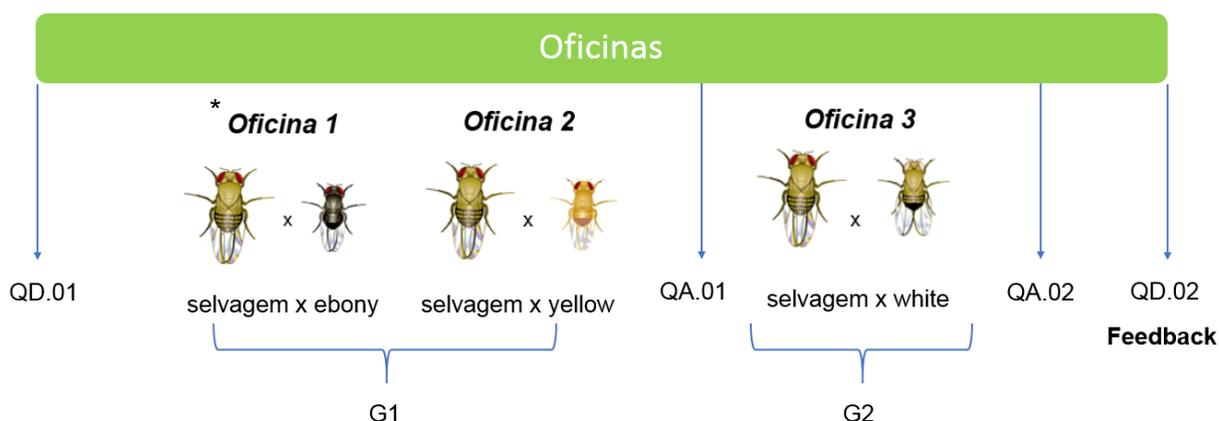
Inicialmente, antes da introdução à temática Genética foi aplicado às três turmas, aqui designadas Turma A (TA), Turma B (TB) e Turma C (TC) o Questionário Diagnóstico 01 (QD.01), com a finalidade de verificar o grau de interesse, afinidade e nível de conhecimento dos alunos sobre conteúdos de genética, bem como identificar quais os meios de comunicação mais acessíveis para obtenção de informações relacionadas à genética (APÊNDICE A). Para cada uma das questões os estudantes atribuíram nota de 1 a 10, numa escala crescente de satisfação/ interesse/conhecimento, onde 1 foi atribuído ao interesse mínimo e 10 ao máximo de satisfação. As notas atribuídas foram contabilizadas e os parâmetros estatísticos estimados (média e desvio padrão-DV) e submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste Tukey a 5% de probabilidade.

## 3.3 Oficinas de experimentação

Após explanação em sala de aula do conteúdo de Genética Mendeliana os estudantes foram desafiados a responder a seguinte questão: “Será que este padrão de herança determinado por Mendel se repete na natureza para os demais organismos?” Em seguida foram convidados a participar de oficinas que foram

realizadas em horário extraclasse com a finalidade de responder a essa pergunta. Todas as etapas do estudo estão resumidas no esquema da Figura 3.1

**Figura 3.1** – Avaliação das oficinas. Em que: “QD. 01” – Questionário Diagnóstico 01, “G1” – Grupo 01, estudantes que já participaram das oficinas, “QA. 01” – Questionário Avaliativo 01, “G2” - estudantes que ainda não participaram das oficinas, “QA. 02” – Questionário Avaliativo 02, “QI. 02” – Questionário Diagnóstico 02.



\* Oficina 1: cruzamentos 1 e 2; Oficina 2: cruzamentos 3 e 4 e Oficina 3: cruzamentos 5 e 6.

Inicialmente os estudantes de cada turma foram divididos em 6 equipes e apresentados ao modelo *D. melanogaster* para conhecer a espécie em estudo, quanto ao ciclo de vida, observação da variabilidade de fenótipos e diferenciação entre machos e fêmeas.

As linhagens de *D. melanogaster* que foram utilizadas são mantidas no Laboratório de Genética da Universidade Estadual do Piauí e foram cedidas para a realização das oficinas. Os seguintes cruzamentos foram propostos:

- Cruzamento 1: fêmea corpo selvagem (cinza) x macho ebony (preto);
- Cruzamento 2: fêmea corpo ebony x macho corpo selvagem;
- Cruzamento 3: fêmea corpo selvagem x macho corpo yellow;
- Cruzamento 4: fêmea corpo yellow x macho corpo selvagem;
- Cruzamento 5: fêmea olhos selvagens (vermelho) x macho olhos White (branco);
- Cruzamento 6: fêmea olhos white x macho olhos selvagem.

Cada equipe ficou responsável por um cruzamento, assim cada um desses cruzamentos foi realizado em triplicata. Em cada frasco foram colocadas 6 fêmeas

virgens e 12 machos. Os descendentes F1 e F2 de cada cruzamento foram avaliados quanto ao sexo e a ocorrência do fenótipo em estudo. Todas as observações foram anotadas em planilha.

As oficinas ocorreram semanalmente, a carga horária presencial estimada para cada equipe foi de 30h de atividades. A cada encontro o professor iniciou com 3 perguntas diretas acerca do conteúdo já ministrado em aula teórica que nortearam a atividade do dia. Ao final da oficina essas perguntas norteadoras foram respondidas a fim de se verificar a fixação dos conteúdos.

Após a finalização dos experimentos, os alunos verificaram se as proporções observadas nas gerações filiais aderiram às proporções propostas por Mendel de acordo com as leis da hereditariedade. Os estudantes prepararam a apresentação dos dados na forma de seminário para a socialização dos resultados com os colegas de turma.

### **3.3.1 Avaliação da oficina**

Os estudantes foram subdivididos em dois grupos: G1 – estudantes que participaram das oficinas extraclases; G2 – estudantes que não participaram das oficinas extraclases, em seguida responderam a um Questionário Avaliativo 01 (QA.01) contendo uma situação problema com 06 perguntas para avaliar a fixação da teoria, (APÊNDICE B), Para cada uma das questões os estudantes tinham três opções: NF - não faço a mínima ideia, LV - lembro vagamente, prefiro não opinar e LB - lembro bem.

A frequência de ocorrência com que cada opção foi marcada foi estimada para os dois grupos e os resultados comparados pelo teste de Qui-quadrado para independência, a 5 % de probabilidade, a fim de verificar se a participação nas oficinas interfere na marcação das respostas.

Ao marcar a opção “lembro bem”, os estudantes precisavam apresentar a resposta em seguida. As respostas apresentadas para essa opção foram atribuídos os seguintes scores: 2 (resposta correta e bem fundamentada), 1 (resposta esperada, mas apresenta inadequações) e 0 (resposta com ausência de dados importantes). Em seguida a média para os dois grupos foi obtida e os dados avaliados pelo Teste t para amostras independentes.

Uma amostra de 36 estudantes ao final das oficinas responderam um segundo Questionário Avaliativo (QA.02) contendo uma nova situação problema com

05 perguntas (APÊNDICE C) estruturado de forma similar ao QA.01, com o acréscimo de questões de V (verdadeiro) ou F (falso). Para esse grupo de estudantes, em ambos os questionários (QA.01 e QA.02) foi atribuído um score de 0 à 12 de acordo com o número de respostas certas e a qualidade das mesmas, e em seguida a média para os alunos antes (QA.01) e depois das oficinas (QA.02) foram comparadas pelo Teste t para dados pareados.

### **3.4 Feedback**

Com a finalização de todas as oficinas os estudantes responderam um Questionário Diagnóstico 02 (QD.02) (APÊNDICE D) similar ao QD.01 a fim de verificar o efeito das oficinas no grau de interesse, afinidade e nível de conhecimento dos estudantes acerca dos conteúdos de genética, bem como avaliar a aceitação da metodologia proposta. As questões de 1 a 3 apresentadas em ambos os questionários eram idênticas, assim para essas respostas os resultados foram comparados par a par por meio do teste t de Student para dados pareados, apenas para 92 estudantes, os quais estavam presentes durante a aplicação de ambos os questionários. As demais questões de caráter qualitativo foram avaliadas de acordo com a frequência de ocorrência de cada uma das respostas.

### **3.5 Análises estatísticas**

Todas as análises foram realizadas a 5% de probabilidade com auxílio do Programa Bioestat 5.3<sup>36</sup> e os gráficos confeccionados com auxílio do programa Excel.

### **3.6 Preparo do roteiro**

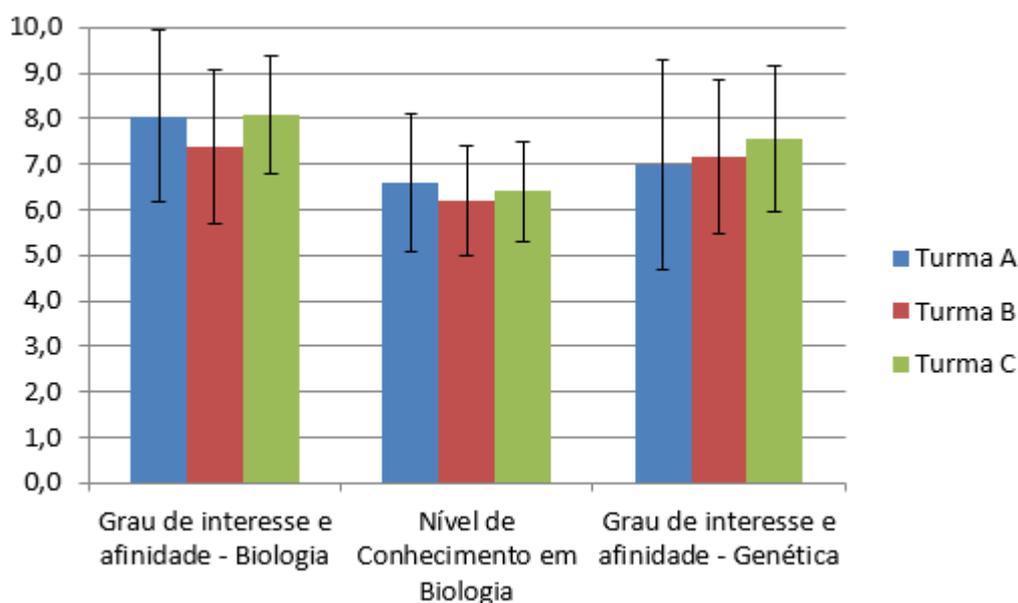
O preparo do roteiro para ser utilizado em aulas experimentais com drosófilas na investigação de diferentes padrões de herança foi realizado a partir das observações, anotações e registros fotográficos realizados durante o desenvolvimento das oficinas.

# 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.1 Diagnóstico da população

A avaliação do Questionário Diagnóstico 01 (QD.01) possibilitou conhecer o grau de interesse, afinidade e nível de conhecimento dos alunos acerca dos conteúdos de biologia e genética (Figura 4.1).

**Figura 4.1** – Percepção média  $\pm$  DV dos estudantes quanto ao grau de interesse, afinidade e conhecimento na disciplina Biologia/Genética.



Na questão 01, sobre o grau de interesse e afinidade para com a disciplina Biologia nota-se uma média  $\pm$  DV de 8,1  $\pm$  1,9 na opinião da Turma A (TA), 7,4  $\pm$  1,7 na Turma B (TB) e 8,1  $\pm$  1,3 na Turma C (TC). Quando questionados em relação ao grau de conhecimento em Biologia a média atribuída foi 6,6  $\pm$  1,5 (TA), 6,2  $\pm$  1,2 (TB) e 6,4  $\pm$  1,1 (TC). Em relação ao grau de afinidade e interesse com a Genética na questão 03, observou-se respostas variadas principalmente em TA, em média o score atribuído a essa pergunta foi 7,0  $\pm$  2,3 (TA), 7,2  $\pm$  1,7 (TB) e 7,6  $\pm$  1,6 (TC). De modo geral, não foram observadas diferenças estatísticas entre as três turmas em relação às questões 1, 2 e 3 do QD.01, desta forma, pode-se considerar que a população em estudo tem caráter homogêneo em relação ao nível de interesse pela biologia e genética.

A motivação, o interesse e a participação dos estudantes são fundamentais, no processo ensino aprendizagem<sup>37</sup>. Gostar do conteúdo estudado estimula a aprendizagem, uma vez que o educando apresenta maior interesse, prestando mais atenção na aula e se estimulando, até mesmo, a estudar individualmente sobre tal tema, em momentos extraclasses<sup>38</sup>.

Na questão 04, verificou-se a influência dos meios de comunicação acerca da divulgação de assuntos relacionados à Genética (Tabela 4.1). A internet e os livros foram indicados como os meios de comunicação que mais contribuem como fonte de informação, enquanto o rádio, jornais e revistas foram citados como os que menos contribuem. A internet foi indicada como a fonte de informação mais relevante na contribuição acerca da informação sobre tema, apresentando média de  $8,8 \pm 1,8$  para as turmas A e B e média de  $9,2 \pm 1,3$  para a turma C. Em segundo lugar de destaque os livros foram indicados também com relevante contribuição na divulgação da temática chegando a alcançar a média de  $9,0 \pm 1,7$  na turma B.

**Tabela 4.1:** Média  $\pm$  Desvio padrão das notas atribuídas em relação à contribuição de cada um dos meios de comunicação listados a seguir acerca da temática genética.

Parâmetro	Televisão	Rádio	Internet	Livro	Revista	Jornal
Turma A	$4,5 \pm 3,1$	$1,2 \pm 0,6$ a	$8,8 \pm 1,8$	$8,6 \pm 1,7$	$2,5 \pm 2,5$ a	$2,4 \pm 2,1$
Turma B	$5,6 \pm 2,1$	$2,1 \pm 1,4$ b	$8,8 \pm 1,2$	$9,0 \pm 1,7$	$4,1 \pm 2,3$ b	$2,6 \pm 1,9$
Turma C	$5,5 \pm 2,5$	$2,1 \pm 1,8$ b	$9,2 \pm 1,3$	$8,7 \pm 1,7$	$3,1 \pm 2,7$ ab	$2,6 \pm 2,0$
p-valor	0,1855	0,0137*	0,3427	0,5621	0,0298*	0,8466

\* Valores significativos a 5% de probabilidade pelo teste Tukey; média seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais.

Ao comparar as três turmas observou-se que a opinião dos estudantes foi divergente em relação à importância do rádio e das revistas. Para a Turma A esses dois meios de comunicação apresentam relevância menor do que para as demais turmas. Em relação aos demais meios de comunicação os estudantes das três turmas apresentaram opinião parecida.

Informações como essas tem bastante relevância no planejamento de estratégias na disciplina, pois conhecendo o público e suas afinidades, isto irá orientar o professor na escolha do método a ser desenvolvido em sala de aula. Considera-se que é essencial a preparação dos docentes na elaboração das suas aulas, com metodologia diversificada, para facilitar o aprendizado e fixação do aluno no conteúdo estudado<sup>39</sup>.

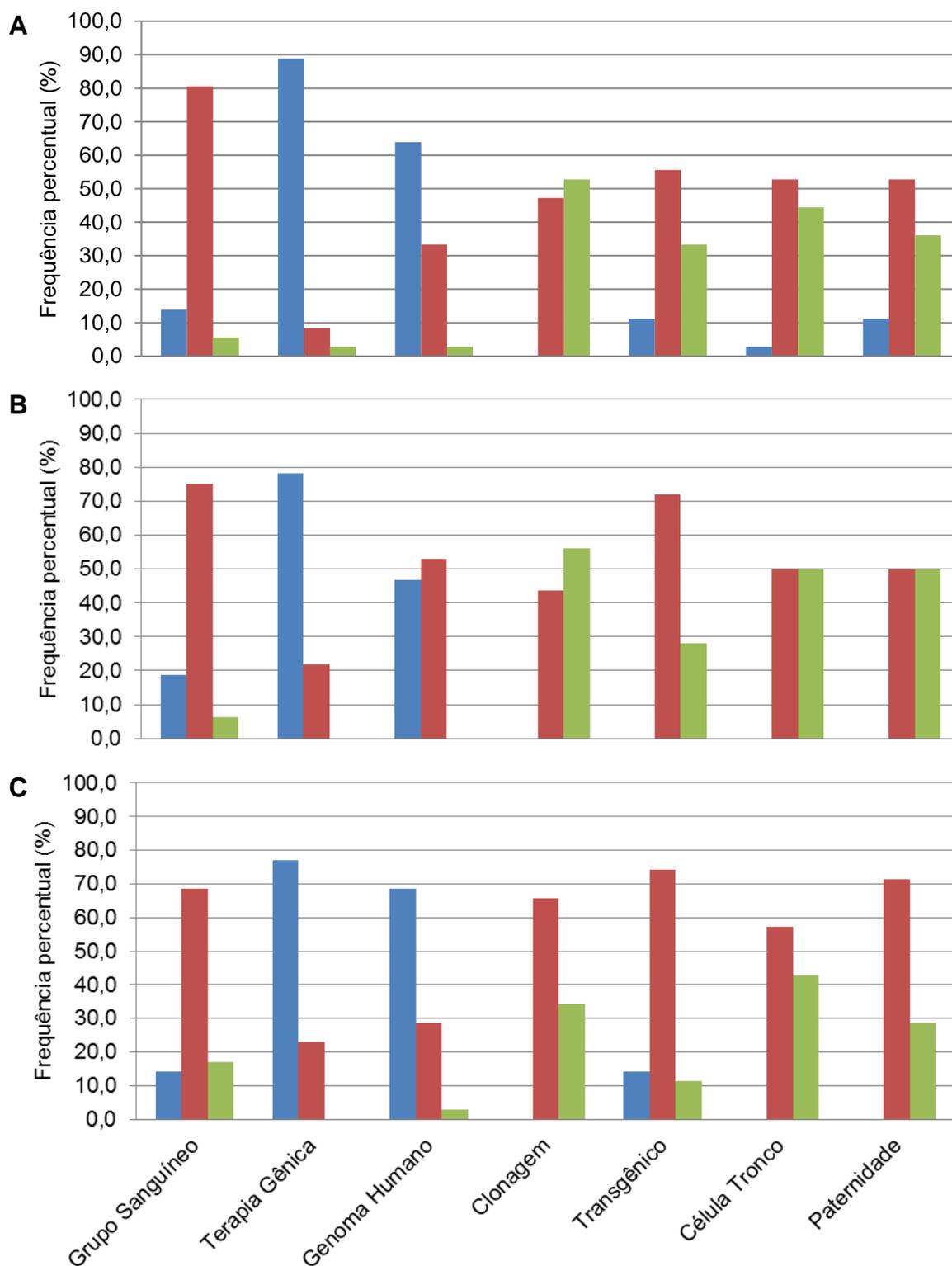
O uso de programas de televisão, filmes, propagandas, jornais e revistas como recursos para ensinar ciências e Biologia é cada vez mais comum no contexto escolar<sup>18</sup>. Essas diferentes mídias penetram a escola não só por meio das iniciativas pedagógicas do professor, mas, especialmente, pela fala, pelas notícias, pelas informações que os alunos trazem e sobre as quais perguntam e conversam. É preciso, portanto, selecionar conteúdos e escolher metodologias coerentes com nossas intenções educativas<sup>2</sup>.

A internet destaca-se como instrumento de divulgação, de comunicação e de pesquisa, no apoio ao processo de ensino – aprendizagem, seu uso como recurso educacional favorece tanto o corpo docente como o discente da comunidade escolar<sup>40</sup>.

Quando questionados em relação ao nível de conhecimento em assuntos específicos relacionados à Genética no Questionário Diagnóstico 01, verificou-se que 81,55% dos estudantes das três turmas desconhecem o que é a terapia gênica e 60,19% nunca ouviram falar no projeto genoma humano (Figura 4.2). Em relação aos assuntos: clonagem, células tronco, paternidade, transgênicos e grupo sanguíneo, os alunos entrevistados afirmam “já ter ouvido falar”, no entanto, observa-se que a consolidação desses conhecimentos ainda não foi o suficiente, pois apenas cerca de 50% dos entrevistados julgam “lembrar bem” sobre clonagem, esse percentual é menor ainda para os demais temas relacionados.

A genética é uma das áreas básicas das ciências biológicas, portanto fundamental para explicar diversos preceitos relacionados a outros ramos da biologia. Graças ao conhecimento da genética podemos compreender diversos fenômenos, por exemplo, os ligados à evolução, entender o funcionamento de vários processos fisiológicos e até mesmo os mecanismos de ação de certas doenças. Por outro lado, a genética é uma ciência aplicada e em constante evolução. Esta evolução manifesta-se, principalmente, através de novas pesquisas como o projeto genoma, a clonagem e os organismos geneticamente modificados<sup>41</sup>.

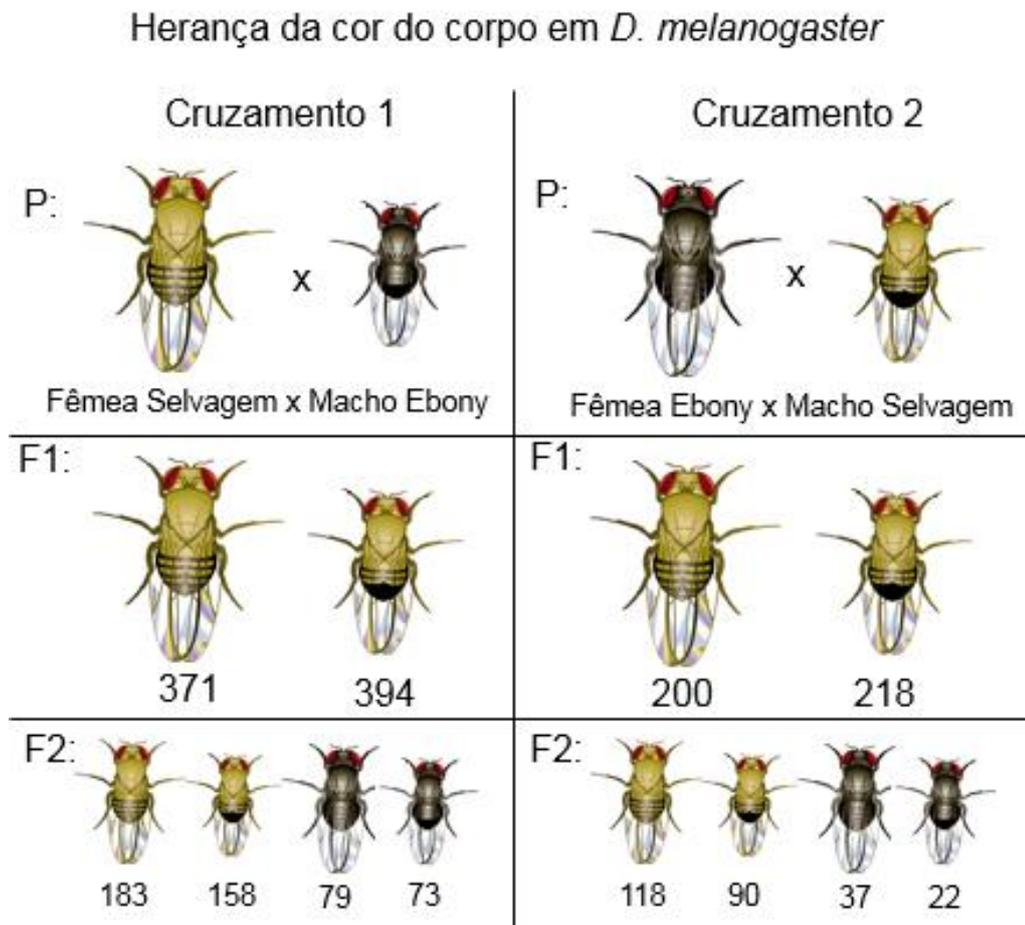
**Figura 4.2** – Frequência percentual das alternativas marcadas pelos estudantes das Turmas A (n=36), B (n=32) e C (n=35) quando questionados sobre o nível de conhecimento acerca de temas específicos relacionados à genética através do Questionário Diagnóstico 01. As cores: azul, vermelho e verde indicam as respostas: “Nunca ouvi falar”, “Já ouvi falar” e “Lembro bem”, respectivamente.



## 4.2 Oficinas de experimentação

Uma vez realizado o diagnóstico da população em estudo, os estudantes iniciaram as oficinas. Na descendência dos cruzamentos 1 e 2 (corpo selvagem x ebony) os estudantes observaram na geração filial 1 (F1) apenas machos e fêmeas selvagens (Figura 4.3). No total foram avaliados 1183 indivíduos em F1 e 760 indivíduos em F2.

**Figura 4.3** Esquema representativo dos dados observados nos cruzamentos 1 e 2 de *D. melanogaster* no estudo do padrão de herança da cor do corpo (Selvagem/Ebony).



**Fonte:** Khan (2018)<sup>42</sup> adaptado pelo autor

Ao observar ausência do fenótipo ebony em F1 e o ressurgimento deste fenótipo na F2 os estudantes concluíram que este é o fenótipo recessivo e o fenótipo selvagem, dominante. Assim como a herança em ervilhas descritas por Mendel, foi

possível observar a relação de dominância completa entre os fatores que determinam a característica cor do corpo em drosófila.

Na avaliação da F2 observou-se que em ambos os cruzamentos o fenótipo selvagem apareceu em maior número e a proporção de 3/4 selvagem: 1/4 ebony foi confirmada (p-valor = 7,85%), ou seja, o padrão de herança da característica em estudo foi o mesmo descrito por Mendel. Assim os estudantes verificaram que característica cor do corpo em *D. melanogaster* é determinada por um único gene com dois fatores cuja relação de dominância entre eles é de dominância completa, ou seja, aplicou-se a 1ª Lei de Mendel. Ao comparar os cruzamentos recíprocos 1 e 2 observou-se que a distribuição dos fenótipos nas duas gerações avaliadas foi o mesmo, o que ocorre apenas com caracteres determinados por genes que estão localizados nos cromossomos autossômicos<sup>43</sup>.

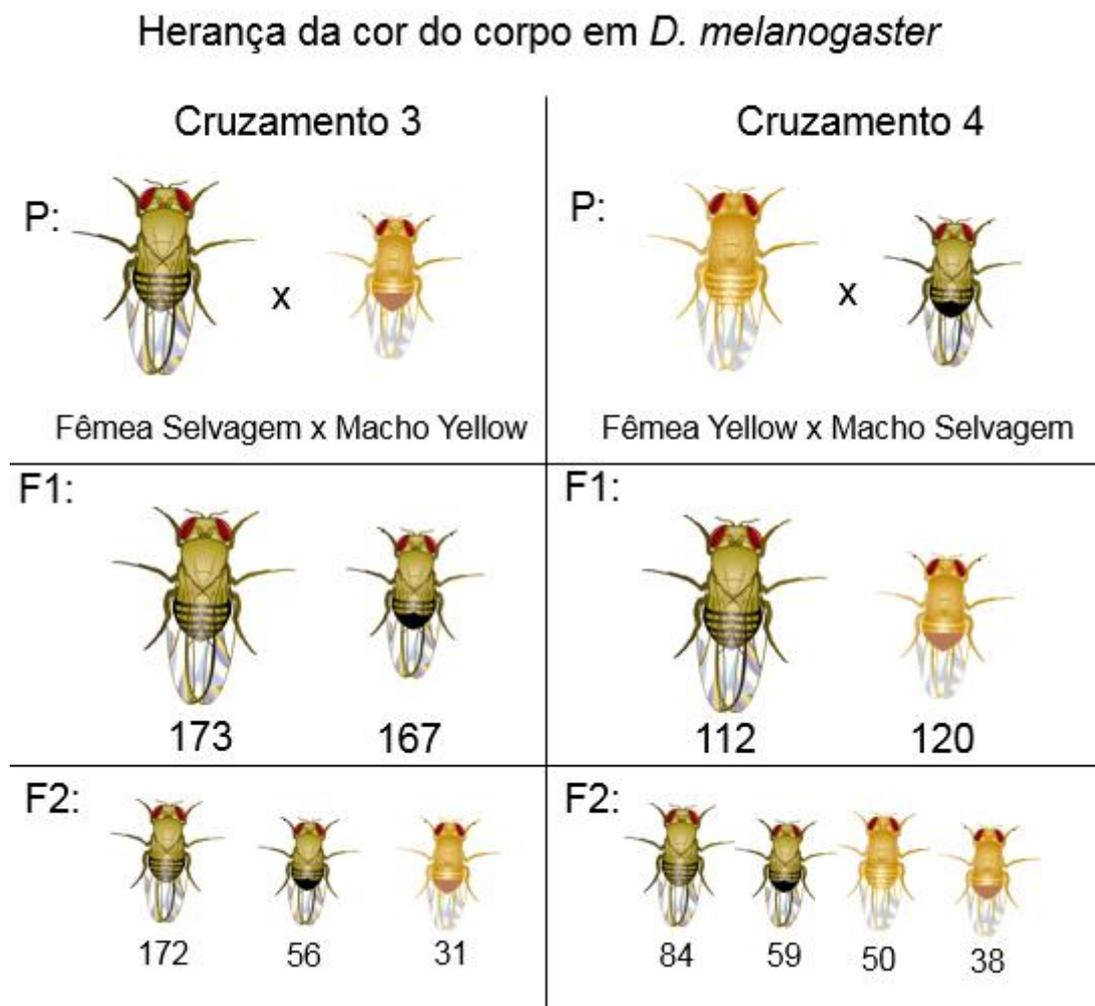
Além do fenótipo ebony para a cor do corpo, existem também drosófilas com o corpo yellow, cujo corpo apresenta-se mais amarelado. O padrão de herança para esse fenótipo foi investigado pelos alunos por meio dos cruzamentos 3: fêmea corpo selvagem x macho corpo yellow e cruzamento 4: fêmea corpo yellow x macho corpo selvagem (Figura 4.4).

Na F1 do cruzamento 3 os estudantes analisaram 340 indivíduos, todos selvagens, já na F2 o fenótipo yellow reapareceu, evidenciando assim que existe uma relação de dominância entre os alelos, sendo o gene que determina a cor amarelada do corpo o recessivo. No entanto, observou-se que a distribuição dos fenótipos foi diferente de acordo com o sexo, todas as fêmeas em F2 apresentaram fenótipo selvagem, enquanto dentre os machos observou-se selvagens e yellow. A distribuição fenotípica em F2 diferente entre os sexos foi um dos indícios que levaram os estudantes a inferir que o gene que determina a característica em estudo encontra-se nos cromossomos sexuais. Além disso, foi constatado também o padrão de herança avô-neto, em que a expressão do fenótipo recessivo é observada no macho parental, não observada na F1 e novamente observada apenas nos machos de F2, característico de genes de herança ligada ao sexo<sup>44</sup>.

Já na F1 do cruzamento 4 observou-se exclusivamente fêmeas selvagens e machos yellow, ou seja, as filhas apresentaram o fenótipo do pai e os filhos o fenótipo da mãe, a ocorrência de herança cruzada na F1 é comum também quando os genes envolvidos na determinação do caractere é não autossômico<sup>44</sup>. Na F2 os alunos observaram novamente os 4 fenótipos possíveis: fêmeas selvagens e yellow,

e machos selvagens e yellow. Comparando os cruzamentos recíprocos 3 e 4 para a cor do corpo selvagem/yellow verificou-se que a distribuição de ambos os fenótipos ao longo das gerações foi diferente, o que reforçou a hipótese de que o gene que determina essa característica em *D. melanogaster* está localizado num cromossomo sexual. A utilização de mutantes yellow como ferramenta didática em cruzamentos monohíbridos de drosófila para analisar um padrão condicionado por um gene ligado ao cromossomo X e discutir as proporções fenotípicas esperadas nas gerações filiais subsequentes não é novidade, isso é possível porque o alelo mutado produz o fenótipo despigmentado (albino) na cutícula das moscas, resultando em uma coloração amarelada<sup>45</sup>, que pode ser percebida facilmente a olho nú pelos estudantes.

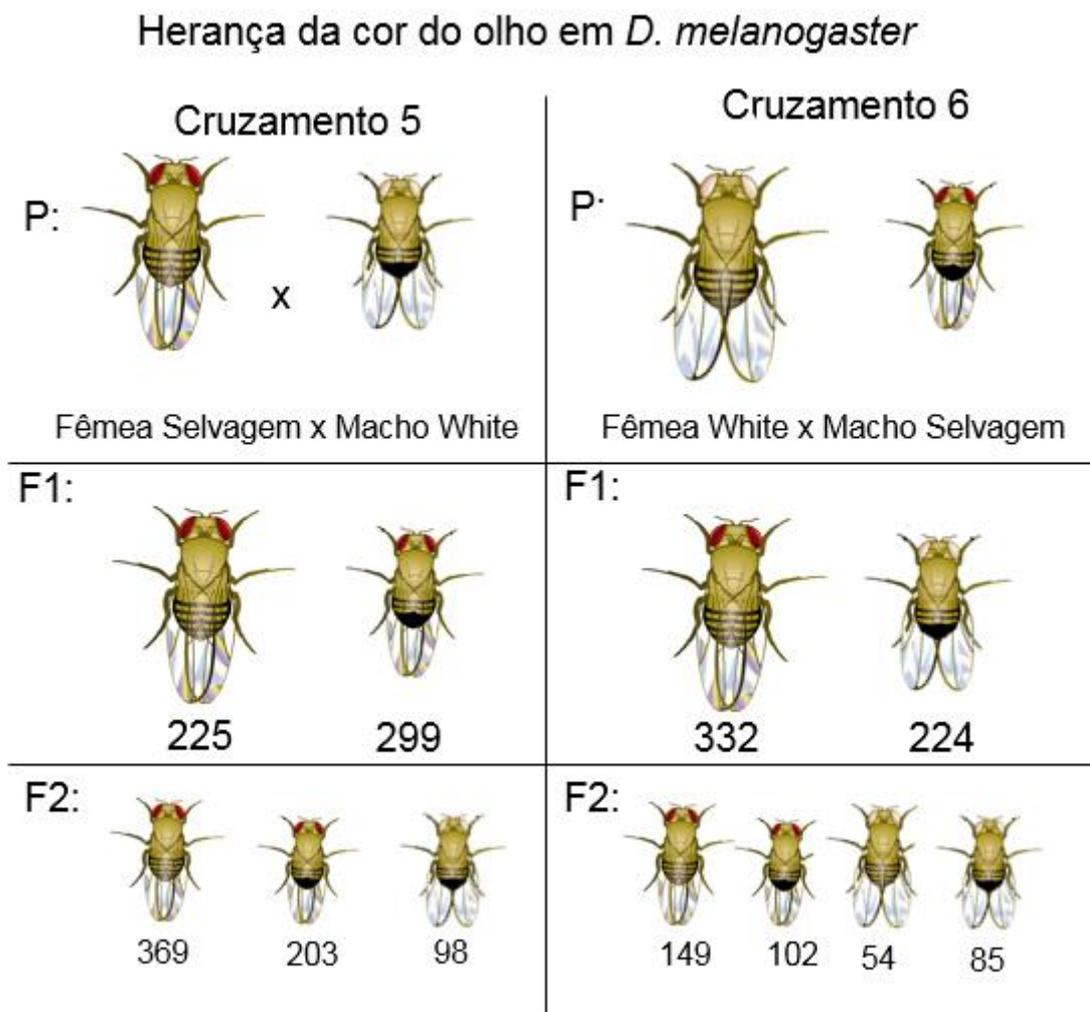
**Figura 4.4** Esquema representativo dos dados observados nos Cruzamentos 3 e 4 de *D. melanogaster* no estudo do padrão de herança da cor do corpo (Selvagem/Yellow).



**Fonte:** Khan (2018)<sup>42</sup> adaptado pelo autor

Nos cruzamentos 5 e 6 os estudantes avaliaram a cor dos olhos em *D. melanogaster* (Figura 4.5). Na descendência do cruzamento 5 entre fêmeas de olhos selvagens (vermelho) x machos de olhos white (branco) nasceram, em F1, 524 moscas, todas selvagens independentes do sexo, já na F2 observou-se fêmeas apenas de fenótipo selvagem e machos selvagens ou white.

**Figura 4.5** - Esquema representativo dos dados observados nos cruzamentos 5 e 6 de *D. melanogaster* no estudo do padrão de herança da cor do olho (selvagem/white).



**Fonte:** Khan (2018)<sup>42</sup> adaptado pelo autor

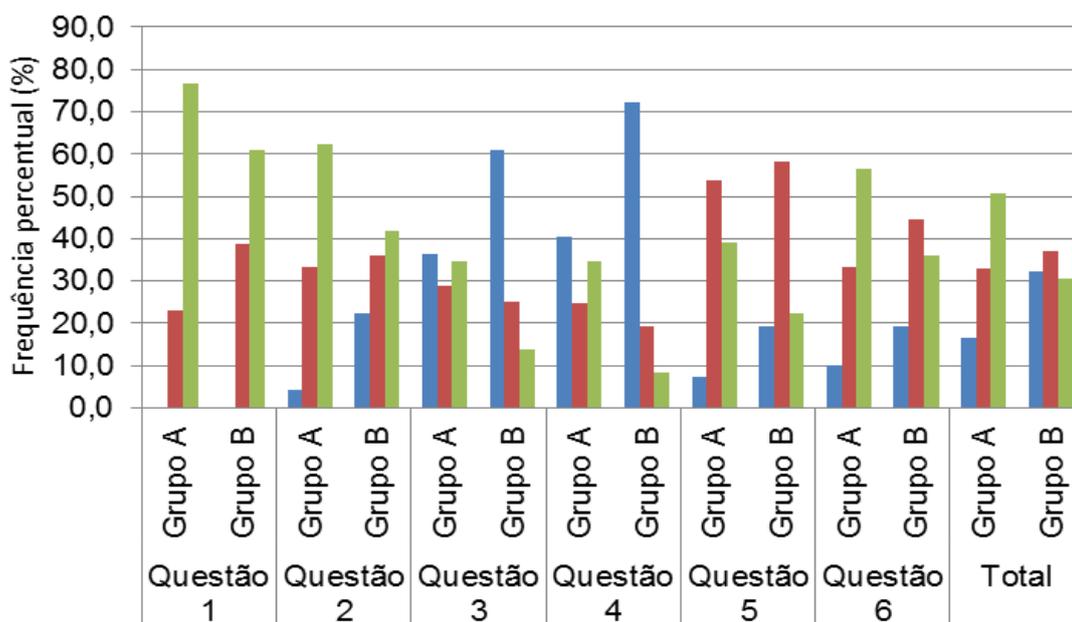
No cruzamento 6, no qual as fêmeas de olhos white foram cruzadas com machos de olhos selvagens, em F1 observou-se novamente a herança cruzada, as filhas apresentaram olhos selvagens, assim como os pais, e os filhos olhos brancos assim como as mães. Na F2 observou-se a distribuição de ambos os fenótipos em

ambos os sexos. Quando comparados os padrões de herança da cor do corpo selvagem/yellow e cor do olho selvagem/white, os alunos verificaram que ambos eram iguais e se tratava de genes ligados ao sexo.

### 4.2.1 Avaliação das oficinas

A partir do preenchimento do QA.01 pode-se comparar o efeito das oficinas na fixação dos conteúdos abordados para cada questão (Figura 4.6). Em todas as questões a porcentagem de alunos que marcou a opção “não faço a mínima ideia” foi maior entre os alunos que não fizeram a oficina, evidenciando que a participação nas oficinas contribuiu para aprendizagem desses alunos, pois é expressiva a porcentagem de participantes que marcaram a opção “lembro bem” após a realização das mesmas.

**Figura 4.6** - Percentual das respostas apresentadas pelos estudantes acerca de conteúdos de genética no Questionário Avaliativo 01 com oficinas (Grupo A) e sem oficinas (Grupo B). As cores no gráfico azul, vermelho e verde indicam as alternativas “não faço a mínima ideia”, “lembro vagamente” e “lembro bem”, respectivamente.



Questão 1: O que são linhagens puras?; 2: Como posso obter linhagens de aves snoa puras?; 3: O que vem a ser cruzamento recíproco?; 4: Qual a importância de realizar o cruzamento recíproco?; 5: O que vem a ser herança autossômica? e 6: O que significa dizer que a herança da plumagem da ave snoa segue o padrão mendeliano?

Ainda de acordo com os resultados demonstrados na Figura 4.6, observou-se que com a realização das oficinas a frequência com que a opção “lembro bem” foi marcada foi maior em algumas questões, principalmente para as questões 1, 2 e 6 que receberam esse score com maior frequência, sendo 76,81%, 62% e 57% respectivamente. Essas questões abrangeram conceitos de linhagens puras e padrão Mendeliano, dessa forma verificou-se que as oficinas foram importantes na fixação desses assuntos.

Porém, embora também se tenha observado maior frequência do score “lembro bem” para as questões 3 e 4 no grupo que realizou a oficina, esse resultado não foi considerado satisfatório, visto que o número de alunos que atribuíram o score “não faço a mínima ideia” foi maior que 30% em ambas as questões que tratavam sobre a importância dos cruzamentos recíprocos, assunto esse amplamente debatido durante as oficinas e de relevante importância na determinação do padrão de herança das características estudadas, evidenciando que a participação nas oficinas para parte dos alunos não foi suficiente para assimilação desse conhecimento.

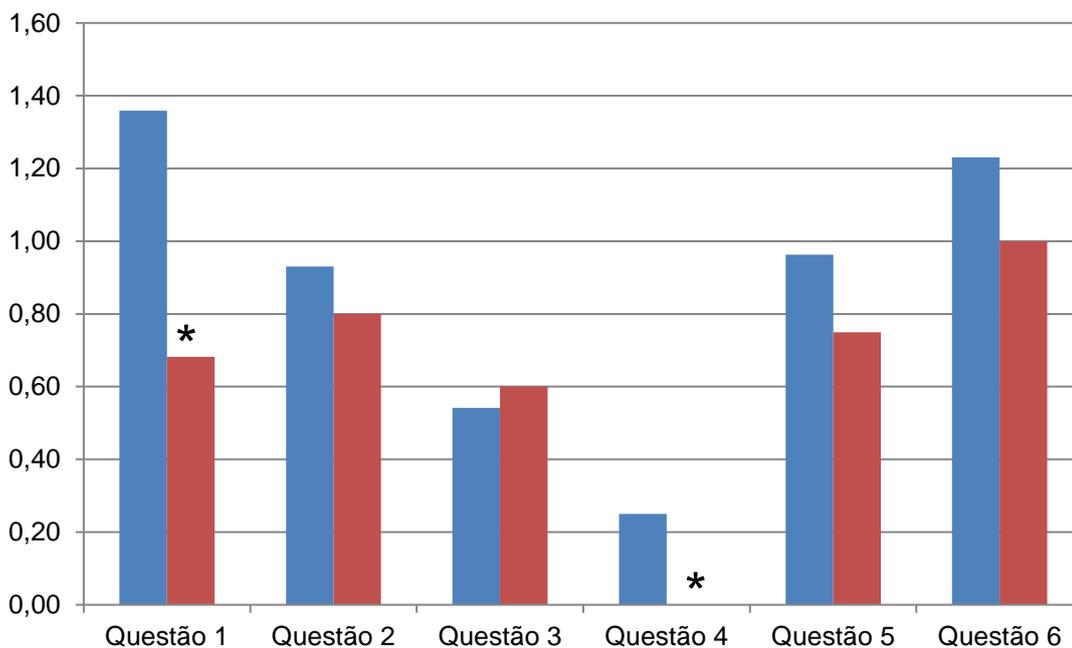
A participação nas oficinas influenciou a frequência com que a opção “lembro bem” foi marcada para 4 das 6 questões (Tabela 4.2). Apenas para as questões 1 e 5 foi observada independência. Essas questões abordam a definição dos conceitos de linhagens puras e herança autossômica, conceitos estes que podem facilmente serem aprendidos em uma aula teórica, enquanto as demais questões envolvem respostas mais complexas, necessitando da aprendizagem de forma mais efetiva e consolidada, proporcionada pela experiência prática.

**Tabela 4.2** – Percentual de resposta “LB” – Lembro Bem - apresentadas pelos alunos acerca de conteúdos de Genética na Questionário Avaliativo 01. “Grupo A” - estudantes que já participaram das oficinas e “Grupo B” - Grupo 01, estudantes que ainda não participaram das oficinas.

Questão	Conceito abordado	Frequência de opções “LB” (%)		p-valor, qui-quadrado p/ independência, 5% de probabilidade
		Grupo A	Grupo B	
1	Definição de linhagem pura	76,81	61,11	0,0909
2	Obtenção de linhagens puras	62,32	41,67	0,0434
3	Definição de cruzamento Recíproco	34,78	13,89	0,0230
4	Importância do cruzamento recíproco	34,78	8,33	0,0032
5	Definição de Herança autossômica	39,13	22,22	0,0811
6	Padrão Mendeliano	56,52	36,11	0,0471
Total		50,72	30,59	<0,0001

Ao avaliar a qualidade das respostas marcadas “lembro bem” observou-se, de forma geral, que os alunos que realizaram a oficina apresentaram um desempenho melhor, com respostas melhor fundamentadas (Figura 4.7). No entanto, quando comparados os grupos de alunos que fizeram e não fizeram a oficina por questão, apenas para as questões 1 e 4 foram observadas diferenças significativas na qualidade das respostas, mostrando que além da fixação de conceitos a prática experimental permitiu compreender a importância do cruzamento recíproco o qual na maior parte das vezes nem é mencionado nos livros didáticos. Atividades que promovam uma maior participação dos alunos na construção do conhecimento, por meio do uso de recursos audiovisuais, jogos e atividades práticas, podem ser as melhores alternativas na construção de um ambiente mais favorável à aprendizagem de conceitos<sup>6</sup>.

**Figura 4.7** - Média atribuída à qualidade das respostas assinaladas como “lembro bem” para cada uma das questões do Questionário Avaliativo 01, respondidas pelos estudantes do Grupo A - alunos que já participaram das oficinas (barras azuis) e Grupo B estudantes que ainda não participaram das oficinas (barras vermelhas).

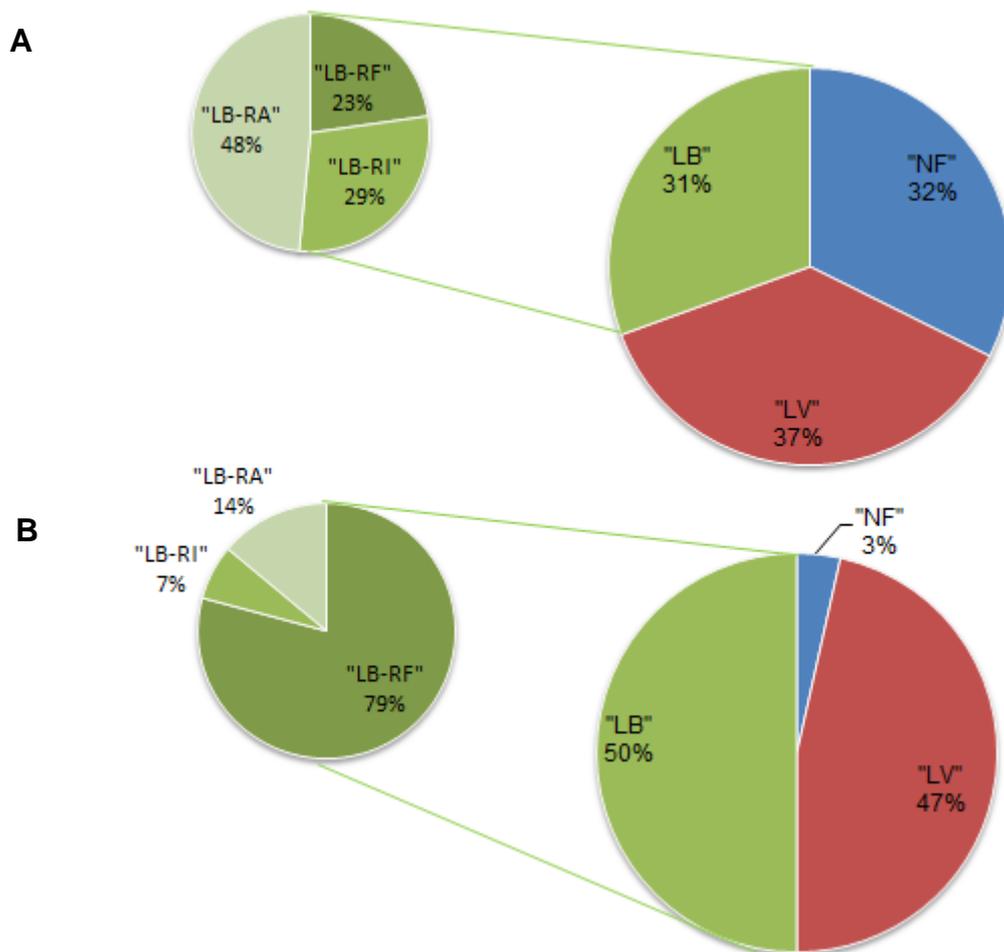


Questão 1: O que são linhagens puras?; 2: Como posso obter linhagens de aves snoa puras?; 3: O que vem a ser cruzamento recíproco?; 4: Qual a importância de realizar o cruzamento recíproco?; 5: O que vem a ser herança autossômica? e 6: O que significa dizer que a herança da plumagem da ave snoa segue o padrão mendeliano?

Uma amostra de 36 estudantes ao final das oficinas responderam um segundo Questionário Avaliativo (QA.02) contendo uma nova situação problema e as respostas foram comparadas antes e após a realização das oficinas par a par. Observou-se que a frequência de respostas “não faço a mínima ideia” diminuiu após a realização das oficinas e a frequência de respostas “lembro bem” (LB-RF), respondidas de forma bem fundamentada aumentou (Figura 4.8). Dessa maneira, os resultados sinalizam que as oficinas com drosófilas ampliaram o conhecimento dos alunos.

Após a realização das oficinas, o percentual de respostas fundamentadas passou de 29% para 79% dentre as respostas assinaladas como “lembro bem”. Nesse sentido, pode se inferir que as oficinas experimentais com drosófilas não só ampliaram como também foram eficazes na consolidação da aprendizagem. Para tanto, é essencial que os professores possuam inteiro domínio deste recurso como ferramenta didática, desta forma a mesma poderá ser usada com o objetivo de potencializar o ensino da Genética.

**Figura 4.8** - Frequência com que cada opção foi marcada antes (A) e depois (B) da realização das oficinas. Em que: "NF" – não faço a mínima ideia, "LV" – lembro vagamente, "LB" – lembro bem, "LB-RI" - resposta esperada, mas apresenta inadequações, "LB-RF" – resposta fundamentada e "LB-RA" – resposta com ausência de dados importantes.



As notas atribuídas às respostas dos questionários antes e depois das oficinas para essa amostra de 36 estudantes foram comparadas par a par e observou-se um aumento significativo da média após a participação nas oficinas que era de  $1,36 \pm 1,84$  e passou para  $6,25 \pm 2,59$  (p-valor:  $9,08 \cdot 10^{-11}$ ).

### 4.3 Feedback

Uma vez finalizadas as oficinas, os estudantes responderam o Questionário Diagnóstico 02 e as respostas foram comparadas às respostas as mesmas perguntas realizadas anteriormente a realização das oficinais através do Questionário Diagnóstico 01 (Tabela 4.3). Ao avaliar individualmente cada turma não foram observadas diferenças significativas no nível de interesse/afinidade com a

biologia/genética. Apenas para a turma C observou-se um aumento significativo no autojulgamento em relação ao nível de conhecimento em Biologia. Essa autoavaliação foi conflitante com os resultados observados nas análises Questionários avaliativos 01 e 02, em que todas as turmas apresentaram um desempenho melhor após a participação nas oficinas (Figura 4.6).

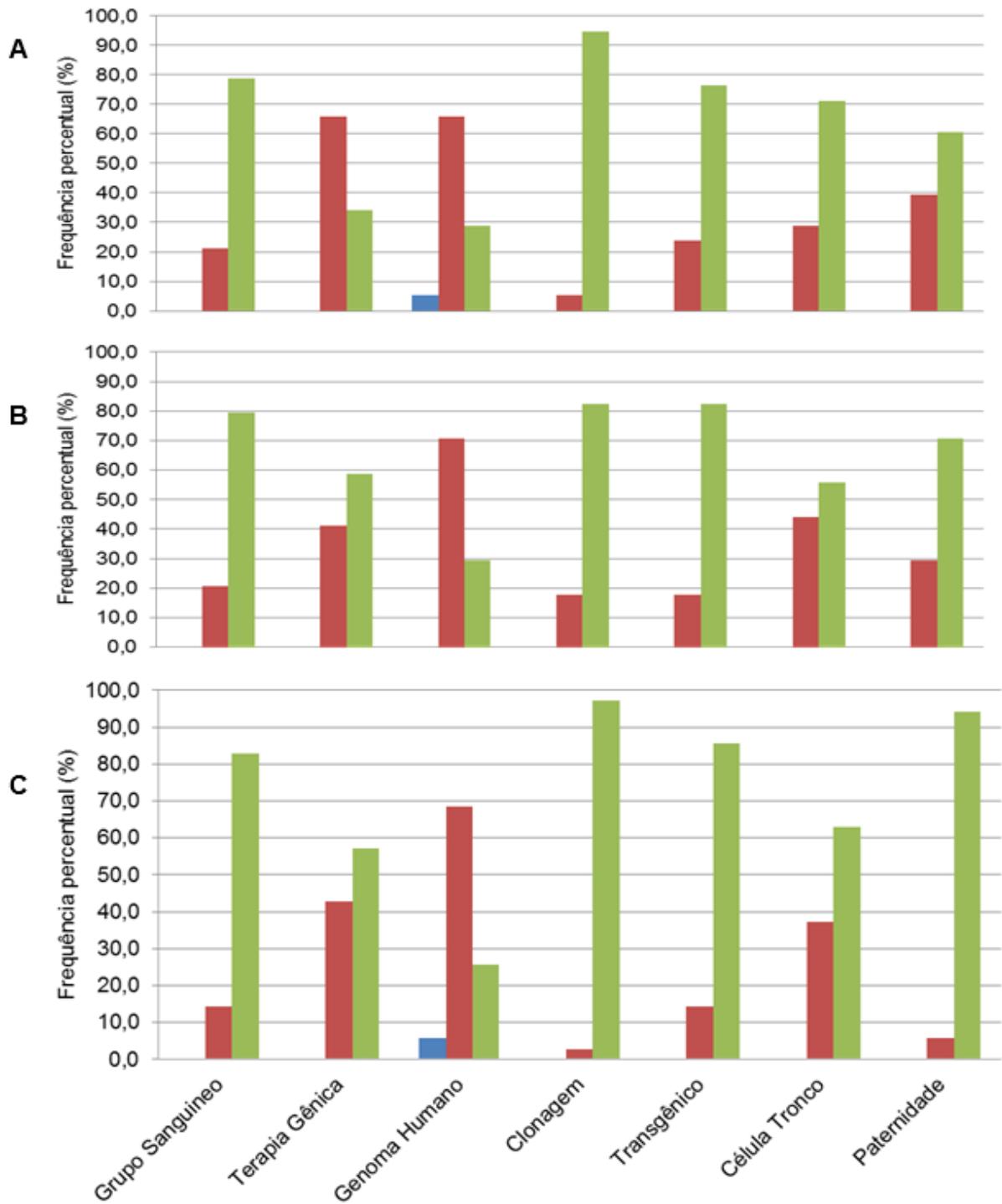
**Tabela 4.3** – Percepção dos estudantes quanto ao grau de interesse, afinidade e conhecimento na disciplina Biologia/Genética antes e depois das oficinas.

		Média ± Desvio padrão			p-valor*
		Assunto	Antes	Depois	
<b>Turma A</b>	Questão 1	Interesse e afinidade – Biologia	8,35 ± 1,74	7,93 ± 1,39	0,19
	Questão 2	Nível de conhecimento – Biologia	6,68 ± 1,74	6,94 ± 1,39	0,44
	Questão 3	Interesse e afinidade – Genética	7,00 ± 2,44	7,13 ± 1,91	0,78
<b>Turma B</b>	Questão 1	Interesse e afinidade – Biologia	7,46 ± 1,69	7,23 ± 1,59	0,33
	Questão 2	Nível de conhecimento – Biologia	6,26 ± 1,20	6,33 ± 1,02	0,77
	Questão 3	Interesse e afinidade – Genética	7,13 ± 1,71	6,73 ± 1,38	0,23
<b>Turma C</b>	Questão 1	Interesse e afinidade – Biologia	7,96 ± 1,13	7,64 ± 1,37	0,11
	Questão 2	Nível de conhecimento – Biologia	6,38 ± 1,11	6,80 ± 1,10	0,04
	Questão 3	Interesse e afinidade – Genética	7,51 ± 1,52	7,51 ± 1,33	1,00

\* De acordo com o teste t para dados pareados.

Embora não diretamente relacionados com o desenvolvimento das oficinas, a compreensão das bases da hereditariedade contribuiu para a consolidação de assuntos específicos relacionados à Genética, principalmente aqueles relacionados à transmissão de caracteres. Ao final do ano letivo, observou-se que os assuntos em que os alunos mais julgaram “lembrar bem” são: Grupos Sanguíneos, Clonagem, Transgênicos e Paternidade (Figura 4.9). Porém, em relação ao assunto Genoma Humano 4 alunos responderam “nunca ouvi falar”. Os assuntos Terapia Gênica e Genoma Humanos foram apontados ainda com necessidade de esclarecimentos, pois um número considerável de estudantes afirmaram apenas “já ter ouvido falar”, apresentando, desta forma, dificuldades na compreensão desses temas.

**Figura 4.9** - Frequência percentual das alternativas marcadas pelos estudantes das Turmas A (n=38), B (n=34) e C (n=35) quando questionados sobre o nível de conhecimento acerca de temas específicos relacionados à genética através do Questionário Diagnóstico 02, após as oficinas. As cores: azul, vermelho e verde indicam as respostas: “Nunca ouvi falar”, “Já ouvi falar” e “Lembro bem”, respectivamente.



Quando questionados sobre a contribuição das oficinas experimentais com drosófilas para o seu aprendizado em genética, a maioria dos estudantes disseram que a mesma contribuiu bastante para meu aprendizado em genética. A alternativa “Pouca ou quase nenhuma contribuição” foi indicada apenas por 3 estudantes (Tabela 4.4). Em relação ao tempo de duração das oficinas em horário extraclasse a maioria considerou satisfatório e suficiente para desenvolver as atividades propostas, no entanto 17,92% relatou “Pouco tempo, e que as oficinas poderiam ser desenvolvidas em mais tempo”.

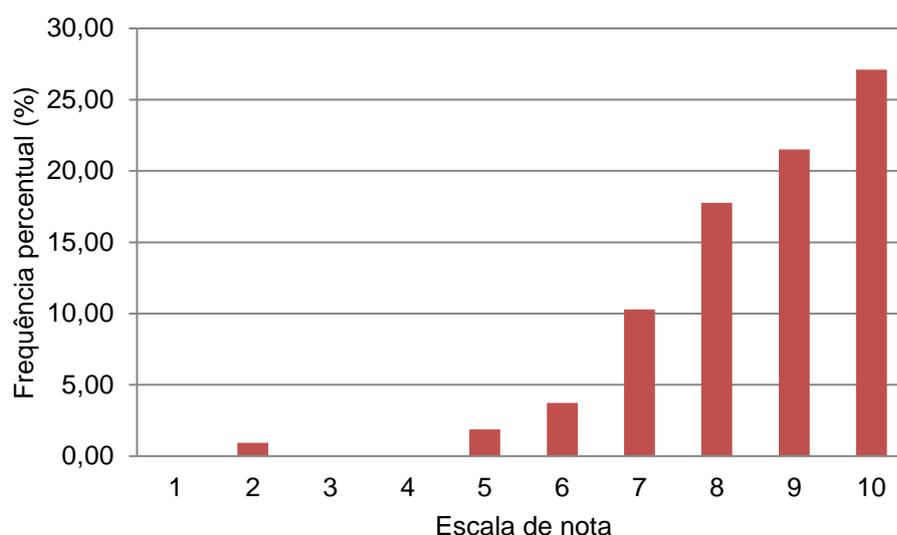
Tabela 4.4 – Percepção dos 107 estudantes acerca das oficinas experimentais.

<b>Questão 5</b>	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência Percentual (%)</b>
<i>5.1 Pouca ou quase nenhuma contribuição para meu aprendizado em genética</i>	3	2,83
<i>5.2 Contribuiu de forma razoável para meu aprendizado em genética</i>	39	36,79
<i>5.3 Contribuiu bastante para meu aprendizado em genética</i>	65	61,32
<b>Questão 6</b>		
<i>6.1 Muito tempo, poderiam ser realizadas em menos tempo</i>	1	0,94
<i>6.2 Satisfatório e suficiente para desenvolver as atividade propostas</i>	87	82,08
<i>6.3 Pouco tempo, poderiam ser desenvolvidas em mais tempo</i>	19	17,92
<b>Questão 7</b>	<b>Sim (%)</b>	<b>Não (%)</b>
<i>7.1 Promoveu interdisciplinaridade e contextualização do conteúdo genética</i>	51,40	48,59
<i>7.2 Relacionou a teoria com a prática, incorporando o conteúdo de forma mais consistente</i>	72,89	27,10
<i>7.3 As oficinas aconteceram de forma interativa e funcional</i>	58,87	41,12
<i>7.4 Motivou você como aluno a ser investigativo e crítico</i>	28,03	71,96
<i>7.5 Valorizou a construção do conhecimento</i>	66,35	33,64
<i>7.6 Promoveu um ensino/experiência centrado apenas em conceitos, tornando os conteúdos de genética abstratos</i>	2,80	97,19
<i>7.7 Os alunos participaram apenas como observadores, não contribuindo durante a realização das oficinas</i>	12,14	87,85
<i>7.8 A linguagem usada durante as oficinas não era acessível aos alunos</i>	0,93	99,06

Ainda em relação às oficinas os estudantes foram apresentados a Questão 7 que constava de 8 afirmativas, nas quais assinalaram apenas as que julgaram como verdadeiras (Tabela 4.4). É válido destacar que para 72,89% dos estudantes as oficinas relacionaram a teoria com a prática, incorporando o conteúdo de forma mais consistente, além disso, 58,87% dos estudantes afirmaram que as mesmas aconteceram de forma interativa e funcional. Cabe também ressaltar que para 28,03% dos estudantes as oficinas os motivaram a serem estudantes investigativos e críticos.

Por fim os estudantes avaliaram o grau de satisfação ao participar das oficinas experimentais de genética e se as mesmas atenderam suas expectativas. Numa escala de nota de Zero a 10, apenas um estudante atribuiu nota inferior a 5. Verificou-se média igual a  $8,53 \pm 1,44$ , a nota mais frequente foi 10 (Figura 4.10). É válido destacar que embora não tenha observado um aumento significativo no nível de interesse dos estudantes pela biologia/genética após as oficinas (Tabela 4.3), os resultados da Questão 8 evidenciam que os estudantes consideraram a participação nas oficinas bem satisfatório e que atenderam suas expectativas.

**Figura 4.10** - Distribuição das notas atribuídas a Questão 8: “Como você avalia o seu grau de satisfação por ter participado das oficinas experimentais de genética? Atenderam suas expectativas?”



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

O presente estudo demonstrou que a aprendizagem em Biologia/Genética pode ser facilitada quando o professor consegue relacionar a teoria com a prática, incorporando o conteúdo de forma mais consistente, visto que, valoriza a construção do conhecimento.

Constatou-se que as oficinas experimentais com drosófilas promoveram a interdisciplinaridade e contextualização do ensino de Genética, proporcionando uma aprendizagem de forma interativa e funcional, uma vez que, motivou os estudantes a serem investigativos e críticos, posto que, a linguagem utilizada durante as oficinas foi acessível aos estudantes. Embora todos esses aspectos positivos tenham sido alcançados, a análise das percepções dos estudantes sobre interesse e afinidade com a Biologia/Genética antes e após as oficinas demonstraram diferenças não significativas.

Verificou-se ainda que, a internet e o livro configuram importantes fontes de informação para o processo ensino-aprendizagem em Genética, ferramentas essas que precisam ser mais bem aproveitadas pelos professores. Embora não diretamente relacionados com o desenvolvimento das oficinas, a compreensão das bases da hereditariedade contribuiu para a consolidação de assuntos específicos relacionados à Genética tais como: clonagem, células tronco, paternidade, transgênicos e grupo sanguíneo ao longo do ano letivo.

Como parte deste estudo um roteiro prático de investigação do padrão de herança em *D. melanogaster* foi construído para ser utilizado como apoio a professores que desejam incluir essa atividade nas aulas de genética. Ressalta-se que é essencial o professor de Biologia/Genética esteja constantemente aprimorando-se e capacitando-se para o uso de novas metodologias a serem implantadas em suas aulas, com o propósito de potencializar a melhoria do aprendizado, oportunizando um ensino/aprendizagem centrado não apenas em conceitos e sempre que possível promovendo a investigação científica.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- 1 ALMEIDA, I. D.; GUIMARÃES, C. R. P. **Pluralismo didático: contribuições na aprendizagem dos conteúdos de ciências e biologia**. Experiências em Ensino de Ciências. V.12, Nº 5, 2017.
- 2 BRASIL, S. D. E. M. E. T. S. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec 1999.
- 3 LOPES, S.; ROSSO, S. **BIO, volume 3**. São Paulo: Saraiva, 2016.
- 4 GRIFFITHS, A. J. F. et al. **Introdução à Genética**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabarra Koogan, 2016.
- 5 KOVALESKI, A. B.; ARAÚJO, M. C. P. **A História da Ciência e a Bioética no Ensino da Genética**. Genética na Escola. Vol. 8, Nº 2, 2013.
- 6 SOUZA, V. S. D. et al. **História da genética no Brasil: um olhar a partir do Museu da Genética da universidade Federal do rio Grande do Sul**. História, Ciências, Saúde – Manguinhos. Rio de Janeiro. Vol. 20, Nº 2, 2013.
- 7 CARVALHO, A. M. P. O. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Ed. Thompson, 2004.
- 8 HERMANN, B. F. **Os jogos didáticos no ensino de genética como estratégias partilhadas nos artigos das revistas genética na escola: VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia**, 2013.
- 9 BURNATT, S. T. G. **Utilizando os Jogos didáticos para o Ensino de Genética**. Curitiba 2014.
- 10 BORBA, A. A. **Biologia: ensino médio, 3ª série**. Curitiba: Positivo, 2012.
- 11 BRASIL. **PCN Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec 2002.
- 12 EDUCAÇÃO, B. C. N. D. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica**. DF: Resolução no 4, de 13 de julho de 2010, 2010.
- 13 SANTOS, L. G.; SANTOS, R. S. **Ensinando genética evolutiva e evolução humana sob a ótica da teoria da eva mitocondrial**. Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais: UEG/Câmpus de Iporá. Vol. 3, Nº 2 2014.

- 14 FAGUNDES, W. A. et al. Metodologia do Ensino de Biologia Relacionada à Temática Biotecnologia. Ponta Grossa, 02/05/2019 2012. Disponível em: < <http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/ensino%20bio/15.pdf> >.
- 15 MOURA, J. et al. **Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão.** Londrina: Semina: Ciências Biológicas e da Saúde. Vol. 34, 2013.
- 16 ANDRADE, G. B. D. **Ensino de genética na formação superior: uma experiência de educação CTS (ciência – tecnologia – sociedade).** Brasília: 2017.
- 17 BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio.** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica 2018.
- 18 MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de biologia – histórias e práticas em diferentes espaços educativos.** São Paulo: Cortez, 2009.
- 19 REZENDE, L. P.; GOMES, S. C. S.; ALMEIDA, F. S. **Aulas práticas como metodologia ensino-aprendizagem em ciências 6º ao 9º ano do ensino fundamental.** Revista de Educação, Ciências e Matemática. Vol. 6, Nº 2, 2016.
- 20 ROCHA, L. D. L. S. et al. **Drosophila: um importante modelo biológico para a pesquisa e o ensino de Genética.** Scire Salutis. Aquidabã. Vol. 3, Nº 1, 2013.
- 21 OLIVEIRA, F. B. D. **Conversa com cientista: Uma atividade para transformar a visão de Ciência de professores de Ciências.** Genética na Escola. Vol. 08, Nº 1, 2013.
- 22 BAIOTTO, C. R.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. **Para ensinar Genética Mendeliana: Ervilhas ou lóbulos de orelhas:** Genética na Escola. Vol. 11, 2016.
- 23 SANTOLIN, A. S.; BRANDENBURG, L. T. M. **O Ensino da Biologia: Atividades experimentais como possibilidade de uma melhor aprendizagem.** Paraná: Cadernos PDE, 2013.
- 24 ARAUJO, M. P. D.; RODRIGUES, E. C.; DIAS, M. A. D. S. **Importância da experimentação no ensino de biologia.** São Paulo: 2013.
- 25 JAROCHYNSK, N. F. D. C. **A experimentação nas aulas de biologia como promotora da alfabetização científica.** Curitiba: Dissertação de mestrado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná 2016.
- 26 LIMA, D. B. D.; GARCIA, R. N. **Uma Investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no ensino médio.** Porto Alegre: Cadernos do Aplicação, 2011.

- 27 MOREIRA, J. A.; GOMES, H. J. P. **Aplicação de aulas práticas de Genética no processo de ensino-aprendizagem na educação de jovens e adultos: XIII Congresso Nacional de Educação**, 2015.
- 28 DINIZ, M. C. P.; SCHALL, V. **O conceito de ciência e cientistas – análise do discurso e escolha profissional de alunos de um programa de vocação científica no âmbito de uma instituição de pesquisa na área de saúde**. IV encontro nacional de pesquisa em educação em ciências: Belo Horizonte, 2003.
- 29 MATIAS, A. S. et al. **“Fofocando” sobre drosófilas nas redes sociais**. Genética na Escola. Vol. 10, Nº 2, 2015.
- 30 SILVEIRA, L. **Recriação da “sala de moscas” de Morgan com alunos do Ensino Médio**. Curitiba: Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Paraná 2014.
- 31 SOUZA, R. D. **Moscas, controlar comércio e manejo de pragas**. : Controlar 2010.
- 32 SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. **Um século de Drosophila na genética**. Genética na Escola. Vol. 5, 2010.
- 33 MAGATÃO, M. G. S.; SILVA JUNIOR, E. F. S. **Educação para a ciência: uma proposta de intervenção diferenciada no ensino de biologia** 2009.
- 34 BONNETT, T. How the humble fruit fly is answering life’s big questions. 2016. Disponível em: < <http://www.bbc.com/earth/story/20160613-how-the-humble-fruit-fly-is-answering-lifes-big-questions> >. Acesso em: 12/05/2019.
- 35 GOMES, R. A. P. L. **Protocolo – Utilização de Drosophila em genética: 1ª Parte**. Universidade de Lisboa: Departamento de Biologia Vegetal, Faculdade de Ciências, 2001.
- 36 AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. 2007. **BIOESTAT. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. MAMIRAUÁ, O. Belém-PA, 2007.
- 37 BINI, L. R.; PABIS, N. **Motivação ou interesse do aluno em sala de aula e a relação com atitudes consideradas indisciplinadas**: Revista Eletrônica Lato Sensu. Ano 3, n.1, 2008.
- 38 COSTA, W. M. et al. **A relação entre aprendizagem e a afinidade pelo conteúdo**. Universidade do Vale do Paraíba: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação 2011.

- 39 PASTOR, T. M. **Estudo de conceitos de probabilidade e Genética no ensino médio**. Medianeira: Trabalho de conclusão (especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná 2014.
- 40 FURTADO, C. **A internet como fonte de pesquisa para o ensino Fundamental e médio** 2013.
- 41 JUSTINA, L. A. D.; RIPPEL, J. L. Ensino de genética: representações da ciência da hereditariedade no nível médio. 2015. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL076.pdf>>.
- 42 KHAN, R. **DNA, from genetics to genomics** 2018.
- 43 DANIEL, J. L. A. et al. **Aulas Práticas de genética no ensino médio: Utilização de *Drosóphila melanogaster* como ferramenta de ensino**. Dois Vizinhos: III Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR-DV, 2015.
- 44 TONI, D. C.; MAESTRILLI, S. R.; MARRERO, A. R. **O gene yellow nas drosófilas**. Genética na Escola. Vol. 10, Nº 2, 2015.
- 45 LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia hoje**. São Paulo: Ática, 2016.

# 7. PRODUTO

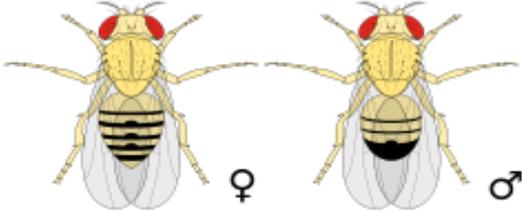
## Investigando o padrão de herança em *Drosophila melanogaster*

### 1. Características das drosófilas

As drosófilas, também conhecidas como moscas das frutas (Figura 1) têm sido utilizadas como modelo no estudo do mecanismo de transmissão de características desde o início do século XX. Graças a esses estudos com drosófilas foi estabelecida a Teoria Cromossômica da Herança e criados os primeiros mapas genéticos (MATIAS et al., 2015).

Esta mosca possui características que favorecem os estudos na área da Genética e Evolução (SILVEIRA, 2014). As fêmeas são muito fecundas (cada fêmea é capaz de produzir cerca de 200 a 300 descendentes); possuem ciclo de vida curto, o que permite a análise de até três gerações em pouco mais de um mês. Apresentam dimorfismo sexual, sendo fácil a distinção dos sexos; as culturas ocupam pouco espaço; são de fácil manuseio, poucas exigências nutricionais e baixo custo de manutenção (MAGATÃO e JUNIOR, 2008). As drosófilas podem ser usadas como um recurso didático excepcional da pré-escola à universidade. Dentre as aplicações estão: o estudo das “Leis de Mendel” e a construção de mapas genéticos (SEPEL e LORETO, 2010)

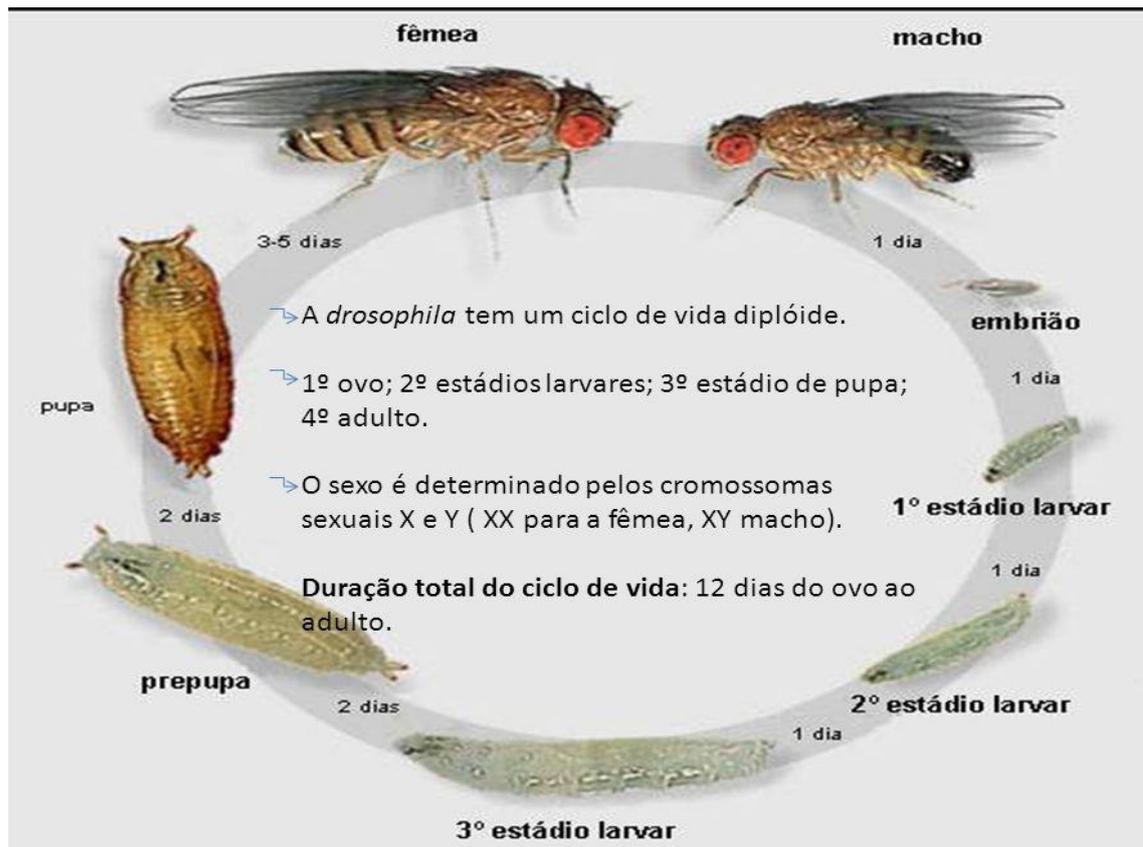
**Figura 1** – Taxonomia das drosófilas

Classificação científica	
Reino	<i>Animalia</i>
Filo	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordem	<i>Diptera</i>
Família	<i>Drosophilidae</i>
Gênero	<i>Drosophila</i>
Espécie	<i>D. melanogaster</i>

Fonte: SOUZA, 2010.

Como se verifica na maioria dos seres vivos, o ciclo de vida da *D. melanogaster* (Figura 2) também depende das condições ambientais. O tempo médio de vida das fêmeas é de 26 dias e de 33 para o macho, sendo que os mutantes podem apresentar um tempo de vida mais curto. O seu ciclo de vida apresenta 4 fases: ovo, larvas, pupas e a fase adulta (PEREIRA *et a*, 2008).

**Figura 2** – Ciclo de vida *D. melanogaster*



Fonte: MIRANTE, 2015. <https://slideplayer.com.br/slide/2867389>

## 2 Procedimentos experimentais

### 2.1 Materiais para o preparo do meio de cultura (BERNARDES, 2018) (Figura 3):

- 156g de banana;
- 820 ml de água;
- 11g de ágar;
- 17g de fermento biológico;
- 1g de nipagin em pó;
- 50 ml de álcool etílico (70%);
- 2 copos de 300 ml;

- 1 tubo de ensaio;
- 8 frascos limpos/esterilizados de azeitona ou café solúvel;
- 1 panela;
- Um funil;
- Uma concha grande;
- Tampões: Recorte 8 pedaços de ataduras ou se preferir utilize gaze;
- Coloque uma quantidade de algodão na atadura que corresponda ao diâmetro do gargalo do frasco e amarre em seguida.

**Figura 3** – Materiais para o preparo do meio de cultura: panela(1), frasco (2), tampão (3), copo (4), álcool (5), água (6), concha (7), funil (8), fermento (9), ágar (10), nipagin (11), Tubo de ensaio (12) e banana (13).



Fonte: Arquivo do autor

## 2.2 Preparo do meio de cultura (Figura 4):

- Triture a banana no liquidificador com 400 ml de água;
- Dissolva o fermento num copo em 210ml de água;
- Dissolva o ágar num copo em 210ml de água;
- Dissolva o nipagin no tubo de ensaio com o álcool;

- Leve a banana ao fogo e deixe ferver;
- Despeje o fermento e o ágar sempre mexendo e espere ferver novamente;
- Abaixar o fogo, despeje o nipagin, mexa novamente e imediatamente despeje o preparado com a concha nos frascos devidamente limpos.
- Tampar imediatamente para evitar contaminação do meio.

**Figura 7.4** – Preparação dos frascos com meio de cultura



Fonte: Arquivo do autor

### 2.3 Material para os cruzamentos

- Populações de *D. melanogaster*, machos e fêmeas das linhagens: Selvagem, Ebony, Yellow e White.
- Frascos de cultura;
- Pincéis;
- Funil;
- Algodão;
- Éter;
- Papel branco;
- Marcadores;
- Lupas;

## 2.4 Oficinas de experimentação

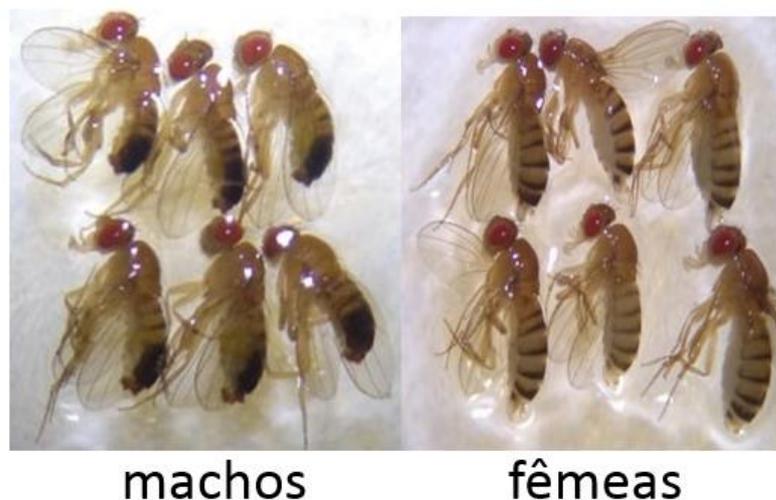
### 2.4.1 Antes do cruzamento:

De 10 a 12 dias antes da realização das oficinas deve-se realizar a multiplicação das linhagens de drosófilas, pois cada equipe deverá receber um frasco de cada linhagens de seu respectivo cruzamento.

Deve-se também realizar treinamentos para diferenciação entre machos e fêmeas de drosófilas nos dias que antecedem as oficinas, visto que, não poderá haver dúvidas quanto à identificação do sexo dos indivíduos.

A diferenciação entre machos e fêmeas deve ser realizada a partir da observação do tamanho corpo, pois o macho possui tamanho relativo menor e apresenta a extremidade do abdômen negra e mais arredondada, enquanto a extremidade do abdômen das fêmeas apresentam listas claras e escuras (Figura 5).

**Figura 5** – Dimorfismo sexual de *D. melanogaster*



Fonte: Arquivo do autor

### 2.4.2 No dia do cruzamento:

Cerca de 4-5 horas antes de separar os indivíduos para os cruzamentos, remova todos os adultos dos frascos contendo as linhagens de drosófilas, esse procedimento garante que as fêmeas que serão coletadas serão virgens, pois, após eclosão do indivíduo adulto, as fêmeas demoram cerca de 8h para atingir maturidade sexual;

Transfira os indivíduos nascidos nesse intervalo de tempo para um frasco limpo e cubra o frasco com um tampão embebido em éter, as moscas irão adormecer (Figura 6);

Quando as moscas estiverem adormecidas, coloque-as sobre uma folha de papel branco, com o auxílio de um pincel separe machos das fêmeas observando com uma lupa. Este procedimento deve ser realizado com cautela, se necessário adormeça novamente os indivíduos.

**Figura 6** – Oficinas de experimentação – Preparando cruzamento da Geração Parental



Fonte: Arquivo do autor

Selecione 12 machos e 12 fêmeas das linhagens (Geração Parental) que se pretende cruzar e coloque-os em um novo frasco com meio de cultura e aguardar (Figura 7). Importante, não depositar as moscas direto no meio para evitar que as mesmas fiquem grudadas, coloque-as nas bordas do frasco;

**Figura 7 – Oficinas de experimentação – Geração Parental**

Fonte: Arquivo do autor

Os frascos devem ser mantidos em temperatura ambiente (entre 21°C a 25°C);

Passados seis dias, após a postura de ovos das fêmeas e o início da fase larval, deve-se descartar a Geração Parental, esvaziando o frasco.

### 3.3 Avaliação da prole F1 e F2:

Entre 10 e 12 dias após o cruzamento, os primeiros indivíduos da Geração F1 começam a nascer, o registro fenotípico de fêmeas e machos devem ser realizados numa planilha (APÊNDICE 01);

Para a formação da população F2, selecione 12 machos e 12 fêmeas entre os primeiros indivíduos nascidos de F1 e transfira-os para um novo meio de cultura, os demais indivíduos de F1 devem ser contabilizados e classificados em relação ao sexo e a ocorrência dos fenótipos em estudo e, em seguida, descartados (Figura 8);

Aguarde novamente cerca de 10 a 12 dias até o nascimento da geração F2 e avalie o fenótipo de machos e fêmeas.

**Figura 8** – Oficinas de experimentação – Avaliação da geração F2

Fonte: Arquivo do autor

Uma vez finalizado o experimento, a partir das planilhas preenchidas, as frequências fenotípicas observadas devem ser comparadas as frequências fenotípicas esperadas de acordo com as hipóteses levantadas. Por exemplo: se desejamos saber se a característica em estudo segue padrão mendeliano, a hipótese a ser testada é a ocorrência da frequência 3:1 na F2. Neste caso, um teste estatístico útil é o teste de qui-quadrado (VIEIRA, 2011).

#### 4. Referências

BERNARDES, L. M. M. **Validação de diferentes meios de cultura para estudos da progressão da doença de Alzheimer em *Drosophila melanogaster***. Uberlândia - MG: Universidade Federal de Uberlândia 2018.

MAGATÃO, M. G. S.; SILVA JUNIOR, E. F. S.. **Educação para a ciência: uma proposta de intervenção diferenciada no ensino de biologia**, 2009. Disponível: < [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/350-4.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/350-4.pdf) >. Acesso: 11/05/2019.

MATIAS, A. S; SILVA, A. F; RIBEIRO, J. M; SANTOS, S. C. **“Fofocando” sobre drosófilas nas redes sociais**. Genética na Escola, Vol. 10, Nº 2, 2015.

MIRANTE, Lorenzo. *Drosophilas*. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/2867389>

PEREIRA, G. B; CARVALHO, M. M. C. M. C; OLIVEIRA, M. B. M; RODRIGUES, P. M. C. **Observação de indivíduos de *Drosophila melanogaster***. Ciência Viva, jan. 2008.

SEPEL, L.M.N., LORETO, E.L.S.: **Um século de *Drosophila* na genética**. Genética na Escola, Vol. 5 : 42-47, 2010.

SILVEIRA, Luciano. **Recriação da “sala de moscas” de Morgan com alunos do Ensino Médio**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014

SOUZA, Ricardo de. **Moscas, controlar comércio e manejo de pragas**. Controlar, 2010. Disponível em: <http://www.controlarambiental.com.br/Drosophila%20melanogaster.html#>.

VIEIRA, S. Introdução à Bioestatística. São Paulo: Elsevier, 2011.





1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
 Internet - pouca contribuição           muita contribuição

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
 Livros - pouca contribuição           muita contribuição

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
 Revistas - pouca contribuição           muita contribuição

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
 Jornais - pouca contribuição           muita contribuição

5. Em relação aos conteúdos a seguir, nos informe o seu nível de conhecimento:

Herança do grupo sanguíneo:	( ) nunca ouvi falar; ( ) já ouvi, mas não sei explicar; ( ) lembro muito bem o assunto.
Terapia gênica	( ) nunca ouvi falar; ( ) já ouvi, mas não sei explicar; ( ) lembro muito bem o assunto.
Projeto genoma humano	( ) nunca ouvi falar; ( ) já ouvi, mas não sei explicar; ( ) lembro muito bem o assunto.
Clonagem	( ) nunca ouvi falar; ( ) já ouvi, mas não sei explicar; ( ) lembro muito bem o assunto.
Transgênico	( ) nunca ouvi falar; ( ) já ouvi, mas não sei explicar; ( ) lembro muito bem o assunto.

Célula tronco	<input type="checkbox"/> nunca ouvi falar; <input type="checkbox"/> já ouvi, mas não sei explicar; <input type="checkbox"/> lembro muito bem o assunto.
Teste de paternidade	<input type="checkbox"/> nunca ouvi falar; <input type="checkbox"/> já ouvi, mas não sei explicar; <input type="checkbox"/> lembro muito bem o assunto.

# Apêndice B

## QUESTIONÁRIO AVALIATIVO 01

---

**Questionário aplicado aos estudantes da 3ª série em uma escola de Ensino Médio na Cidade de Bacabal – MA**

### Situação problema

Kejoan é um aluno da terceira série do ensino médio, que resolveu passar suas férias numa pequena cidade interior do estado do Maranhão que possui uma extensa área de mata virgem e inexplorada. Chegando lá resolveu fazer um passeio na mata, onde ele se deparou com uma população de aves desconhecida para ele e todos seus conhecidos da região. Kejoan batizou a ave de snoa e resolveu estudá-la. Em suas primeiras observações ele percebeu que ela possuía duas variedades de cores em suas penas, algumas possuíam plumagem avermelhada e outras plumagem preta com listras brancas.

Suponha que Kejoan resolveu pedir sua ajuda para determinar o padrão de herança da plumagem da ave snoa e vocês decidiram cruzar linhagens puras contrastantes.

1. O que são linhagens puras?

( ) não faço a mínima ideia; ( ) lembro vagamente, prefiro não opinar; ( ) essa pergunta é fácil, a resposta é:

R: \_\_\_\_\_

2. Como posso obter linhagens de aves snoa puras?

( ) não faço a mínima ideia; ( ) lembro vagamente, prefiro não opinar; ( ) essa pergunta é fácil, a resposta é:

R: \_\_\_\_\_

---

3. O que vem a ser cruzamento recíproco?

(     ) não faço a mínima ideia; (     ) lembro vagamente, prefiro não opinar; (     ) essa pergunta é fácil, a resposta é:

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Qual a importância de realizar o cruzamento recíproco?

(     ) não faço a mínima ideia; (     ) lembro vagamente, prefiro não opinar; (     ) essa pergunta é fácil, a resposta é:

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Após realizar vários cruzamentos, Kejoan descobriu que a herança da característica plumagem da ave snoa é autossômica e segue o padrão mendeliano.*

5. O que vem a ser uma herança autossômica?

(     ) não faço a mínima ideia; (     ) lembro vagamente, prefiro não opinar; (     ) essa pergunta é fácil, a resposta é:

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. O que significa dizer que a herança da plumagem da ave snoa segue o padrão mendeliano?

(     ) não faço a mínima ideia; (     ) lembro vagamente, prefiro não opinar; (     ) essa pergunta é fácil, a resposta é:

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# Apêndice C

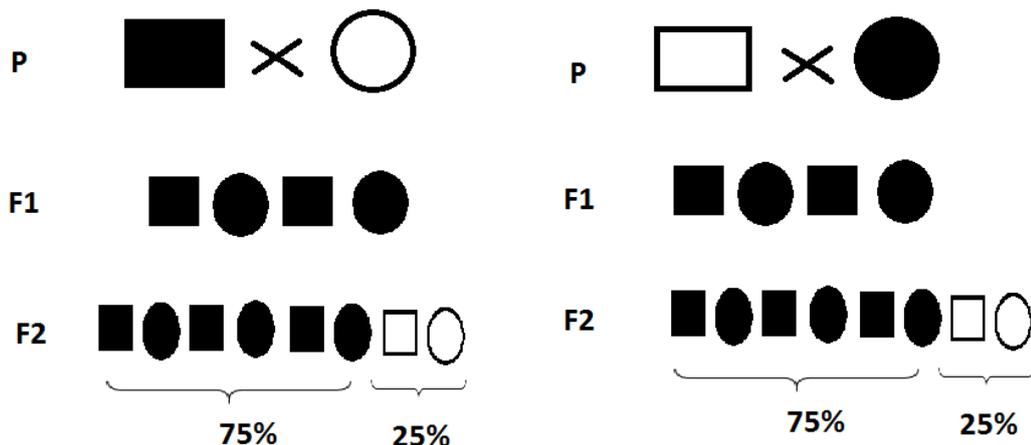
## QUESTIONÁRIO AVALIATIVO 02

Questionário aplicado aos estudantes da 3ª série em uma escola de Ensino Médio na Cidade de Bacabal – MA

### Situação problema

Kejoan continuou com suas observações na extensa área de mata virgem e inexplorada no Maranhão, em um de seus passeios encontrou uma espécie de planta que apresentava duas variedades flores, Kejoan percebeu que todas as flores eram monoicas (hermafroditas) e apresentavam a mesma coloração (negras), a diferença consistia no tamanho das flores, algumas possuíam flores pequenas com diâmetros de 5cm e outras flores grandes com diâmetros de 20cm.

Kejoan realizou vários cruzamentos para determinar o padrão de herança do tamanho das flores e montou os heredogramas abaixo com os resultados (os resultados sempre se repetiam).



Legenda: ■ ● Tamanho grande  
□ ○ Tamanho pequeno

Heredograma 01

Heredograma 02

1. Considerando os heredogramas acima e o assunto estudado, marque com V as afirmativas verdadeiras e com F as falsas.

(    ) Ao final dos cruzamentos foi possível concluir que trata-se de herança com dominância incompleta;

(    ) Todos os indivíduos de F1 são heterozigotos;

(    ) Trata-se de uma herança ligada ao sexo;

(    ) Espera-se que 50% dos indivíduos de F2 sejam homozigotos.

2. Observando os cruzamentos da geração **P** dos heredogramas, Kejoan realizou o cruzamento teste ou o cruzamento recíproco? justifique

(    ) não faço a mínima ideia; (    ) lembro vagamente, prefiro não opinar; (    ) essa pergunta é fácil, a resposta é:

---

3. Para que serve o cruzamento-teste?

(    ) não faço a mínima ideia; (    ) lembro vagamente, prefiro não opinar; (    ) essa pergunta é fácil, a resposta é:

---

4. Para que serve o cruzamento recíproco?

(    ) não faço a mínima ideia; (    ) lembro vagamente, prefiro não opinar; (    ) essa pergunta é fácil, a resposta é:

---

5. De acordo com os resultados apresentados você diria que a herança da característica tamanho do diâmetro das flores segue padrão mendeliano? justifique

(    ) não faço a mínima ideia; (    ) lembro vagamente, prefiro não opinar; (    ) essa pergunta é fácil, a resposta é:

---

# Apêndice D

## QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO 02

---

---

Questionário aplicado aos estudantes da 3ª série em uma escola de Ensino Médio na Cidade de Bacabal – MA

Em uma escala de 1 a 10, como você avalia as seguintes questões:

1. Seu grau de INTERESSE e AFINIDADE para com a disciplina biologia?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
mínimo           máximo

2. Seu nível de CONHECIMENTO na disciplina de biologia.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
mínimo           máximo

3. Como você avalia seu grau de INTERESSE e AFINIDADE para com a genética (área da biologia que estuda a hereditariedade)?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
mínimo           máximo

4. Em relação aos conteúdos a seguir, nos informe o seu nível de conhecimento:

Herança do grupo sanguíneo:	<input type="checkbox"/> nunca ouvi falar; <input type="checkbox"/> já ouvi, mas não sei explicar; <input type="checkbox"/> lembro muito bem o assunto.
Terapia gênica	<input type="checkbox"/> nunca ouvi falar; <input type="checkbox"/> já ouvi, mas não sei explicar; <input type="checkbox"/> lembro muito bem o assunto.

Projeto genoma humano	<input type="checkbox"/> nunca ouvi falar; <input type="checkbox"/> já ouvi, mas não sei explicar; <input type="checkbox"/> lembro muito bem o assunto.
Clonagem	<input type="checkbox"/> nunca ouvi falar; <input type="checkbox"/> já ouvi, mas não sei explicar; <input type="checkbox"/> lembro muito bem o assunto.
Transgênico	<input type="checkbox"/> nunca ouvi falar; <input type="checkbox"/> já ouvi, mas não sei explicar; <input type="checkbox"/> lembro muito bem o assunto.
Célula tronco	<input type="checkbox"/> nunca ouvi falar; <input type="checkbox"/> já ouvi, mas não sei explicar; <input type="checkbox"/> lembro muito bem o assunto.
Teste de paternidade	<input type="checkbox"/> nunca ouvi falar; <input type="checkbox"/> já ouvi, mas não sei explicar; <input type="checkbox"/> lembro muito bem o assunto.

**5. Como você avalia a contribuição das oficinas experimentais com drosófilas para o seu aprendizado em genética?**

- Não contribuiu para meu aprendizado em genética
- Pouca ou quase nenhuma contribuição para meu aprendizado em genética
- Contribuiu de forma razoável para meu aprendizado em genética
- Contribuiu bastante para meu aprendizado em genética

**6. Como você avalia o tempo de duração das oficinas?**

- Muito tempo, poderiam ser realizadas em menos tempo
- Satisfatório e suficiente para desenvolver as atividades propostas
- Pouco tempo, poderiam ser desenvolvidas em mais tempo

**7. Dentre os aspectos citados abaixo qual(is) você conseguiu identificar durante as oficinas experimentais de genética?**

- Promoveu a interdisciplinaridade e a contextualização do conteúdo de genética
- Relacionou a teoria com a prática, incorporando o conteúdo de forma mais consistente
- As oficinas aconteceram de forma interativa e funcional
- Motivou você como aluno a ser investigativo e crítico
- Valorizou a construção do conhecimento
- Promoveu um ensino/experiência centrado apenas em conceitos, tornando os conteúdos de genética abstratos
- Os alunos participaram apenas como observadores, não contribuindo durante a realização das oficinas
- A linguagem usada durante as oficinas não era acessível aos alunos

**8. Como você avalia o seu grau de satisfação por ter participado das oficinas experimentais de genética?**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
mínimo ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ máximo

# ANEXO A

## PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
PIAUÍ - UESPI



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** USO DE DROSÓFILAS EM OFICINAS EXPERIMENTAIS DE GENÉTICA

**Pesquisador:** FRANCIELLE ALLINE MARTINS

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 85128118.1.0000.5209

**Instituição Proponente:** Universidade Estadual do Piauí - UESPI

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.627.956

#### Apresentação do Projeto:

Este projeto será desenvolvido por meio de pesquisa exploratória e descritiva na qual será investigado o tema proposto a um grupo de 90 alunos,

distribuídos em três turmas, regularmente matriculados no 3º ano do Ensino Médio no Colégio Militar Tiradentes na cidade de Bacabal-MA.

Inicialmente, antes da introdução à temática Genética o professor aplicará às três turmas, aqui designadas Turma A (TA), Turma B (TB) e Turma C

(TC) questionário investigativo e avaliativo com a finalidade de verificar o grau de interesse, afinidade e nível de conhecimento dos alunos acerca

dos conteúdos de genética (ANEXO 1). O mesmo questionário será aplicado ao final da pesquisa. As médias para cada uma das questões será

contabilizada e essas serão comparadas antes e depois pelo teste t de Student para dados pareados. Oficinas de experimentação: Após explanação

em sala de aula do conteúdo de Genética Mendeliana os alunos serão desafiados a responder a seguinte questão: "Será que este padrão de

herança determinado por Mendel se repete na natureza para os demais organismos?" e em seguida serão convidados a participar de oficinas que

serão realizadas em horário extraclasses com a finalidade de responder a essa pergunta. Inicialmente os alunos de cada turma serão divididos em 6

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 64.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-6658

Fax: (86)3221-4749

E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
PIAÚÍ - UESPIPlataforma  
Brasil

Continuação do Parecer: 2.627.955

equipes e apresentados ao modelo *D. melanogaster* para conhecer a espécie em estudo, quanto ao ciclo de vida, observação da variabilidade de fenótipos e diferenciação entre machos e fêmeas. As linhagens de *D. melanogaster* que serão utilizadas são mantidas no Laboratório de Genética da Universidade Estadual do Piauí e serão cedidas para a realização das oficinas. Os seguintes cruzamentos serão propostos: Cruzamento 1: fêmea selvagem x macho ebony; Cruzamento 2: fêmea ebony x macho selvagem; Cruzamento 3: fêmea selvagem x macho white; Cruzamento 4: fêmea white x macho selvagem; Cruzamento 5: fêmea selvagem x macho yellow; Cruzamento 6: fêmea yellow x macho selvagem. Cada equipe será responsável por um cruzamento, assim cada um será realizado em triplicata. Em cada frasco serão colocadas 6 fêmeas e 12 machos. Os descendentes F1 e F2 de cada cruzamento serão avaliados quanto ao sexo e a ocorrência do fenótipo em estudo. Todas as observações serão anotadas em planilha. Após a finalização do experimento, os alunos serão instruídos quanto a análise de dados e os mesmos prepararão a apresentação dos dados na forma de seminário para a socialização dos resultados com os colegas de turma. Ao final todo o material de instrução desenvolvido, roteiros, fichas de avaliação, serão compilados na forma de um manual para utilização futura por outros professores que desejem adotar a metodologia investigativa com *D. melanogaster* para aprimoramento do Ensino de Genética em Nível Médio.

**Objetivo da Pesquisa:****Objetivo Primário:**

Avaliar o uso de *D. melanogaster* em oficinas experimentais de genética no Colégio Militar Tiradentes em Bacabal-MA como forma de despertar nos alunos o interesse pela pesquisa na área da genética

**Objetivo Secundário:**

- Verificar o nível de interesse dos alunos da 3ª série do ensino médio do Colégio Militar Tiradentes da cidade de Bacabal-MA para com os assuntos relacionados com a temática genética; - Identificar os principais meios de comunicação que os alunos da 3ª série do ensino médio do Colégio Militar Tiradentes da cidade de Bacabal-MA recebem notícias sobre a temática genética; - Realizar oficinas experimentais de genética com uso de drosófilas

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 64.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-6658

Fax: (86)3221-4749

E-mail: comitadeeticauespi@hotmail.com

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
PIAÚÍ - UESPI

Continuação do Parecer: 2.627.956

nas turmas de 3ª série do ensino médio do Colégio Militar Tiradentes da cidade de Bacabal - MA;- Verificar o nível interesse e a participação dos alunos, antes, durante e após as oficinas experimentais de genética nas aulas de biologia;- Desenvolver um manual para ser utilizado por professores no estudo da Herança em nível de Ensino Médio.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:****Riscos:**

Os alunos (participantes da pesquisa) poderão se sentir constrangidos em algum momento com o risco de violação do sigilo das informações ou mesmo se sua identidade for revelada. No entanto, os pesquisadores asseguram seguir todas as normas constantes na Res. Nº466/12 (CNS/MS), mesmo assim, se isto ocorrer por acidente, os pesquisadores comunicarão imediatamente ao participante e o mesmo será excluído da pesquisa, se achar conveniente e encaminhado ao psicólogo para avaliação e tratamento do dano causado. Em caso de eventuais danos (físicos, psicológicos ou de qualquer outra natureza) decorrentes da pesquisa, o participante será indenizado.

**Benefícios:**

Com os questionários que serão aplicados antes e após as oficinas experimentais de genética será possível verificar se a metodologia que está sendo avaliada ampliou o nível de interesse e conhecimento do aluno o que permitirá a implantação na escola de uma nova metodologia de ensino e aprendizagem.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa viável.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos obrigatórios foram apresentados, inclusive a pendência gerada anteriormente.

**Recomendações:**

Acesse o link do CEP UESPI no site da UESPI para orientações, modelos de documentos e localizar as pendências: [http://www.uespi.br/site/?page\\_id=107158](http://www.uespi.br/site/?page_id=107158)

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

De acordo com a análise, conforme a Resolução CNS/MS Nº466/12 e seus complementares, o

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 64.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefona: (86)3221-6658

Fax: (86)3221-4749

E-mail: [comitedeeticauespi@hotmail.com](mailto:comitedeeticauespi@hotmail.com)



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
PIAÚI - UESPI



Continuação do Parecer: 2.627.956

presente projeto de pesquisa apresenta o parecer APROVADO por apresentar todas as solicitações indicadas na versão anterior.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

APRESENTAR/ENVIAR O RELATÓRIO FINAL APÓS O TÉRMINO DA PESQUISA.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1076852.pdf	21/04/2018 10:26:40		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	instituicaoocoparticipante.jpg	21/04/2018 10:25:24	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_modificado.docx	21/04/2018 10:22:24	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_modificado.pdf	21/04/2018 10:20:58	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	21/04/2018 10:20:37	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Outros	Linklattes.docx	12/03/2018 21:07:59	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Outros	questionario.pdf	12/03/2018 21:07:17	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Pesquisador.pdf	18/02/2018 10:08:08	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto_Pdf.pdf	18/02/2018 10:00:18	FRANCIELLE ALLINE MARTINS	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 64.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-6658

Fax: (86)3221-4749

E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
PIAUI - UESPI



Continuação de Parecer: 2.627.958

TERESINA, 30 de Abril de 2018

*F/A*

Assinado por:

LUCIANA SARAIVA E SILVA  
(Coordenador)

Prof. Dra. Luciana Saraiva e Silva  
Coordenadora do CEP / UESPI  
Matrícula: 179554-6

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 64.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-6658

Fax: (86)3221-4749

E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com