

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**CÂNCER E ALIMENTAÇÃO: UMA ABORDAGEM
INVESTIGATIVA NO ENSINO MÉDIO**

SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA

ORIENTADORA: PROFA. DRA. FRANCIELLE ALLINE MARTINS

COORIENTADOR: PROF. DR. PEDRO MARCOS DE ALMEIDA

Teresina – PI

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**CÂNCER E ALIMENTAÇÃO: UMA ABORDAGEM
INVESTIGATIVA NO ENSINO MÉDIO**

SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA

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: Profa. Dra. Francielle Aline Martins

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Marcos de Almeida

Teresina – PI

2022

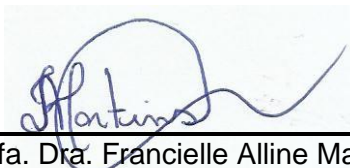
CÂNCER E ALIMENTAÇÃO: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO MÉDIO

SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA

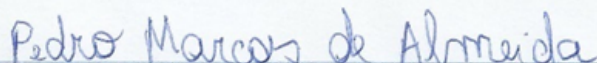
Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

Aprovado em 26 de agosto de 2022.

Membros da Banca:



Profa. Dra. Francielle Aline Martins
(Presidente da Banca – UESPI)



Prof. Dr. Pedro Marcos de Almeida
(Coorientador – UESPI)



Profa. Dra. Thaís Yumi Shinya
(Membro Titular – UESPI)



Prof. Dr. João de Andrade Dutra Filho
(Membro Titular – UFPE)

Teresina – PI

2022

*Dedico este trabalho aos meus pais
Edvaldo Lopes (in memoriam) e Luzinete
Aguiar, ao meu filho Maycon e ao meu
companheiro Wenner, por todo o apoio e
compreensão.*

RELATO DO MESTRANDO

Há tempos, cursar um mestrado era um sonho e o PROFBIO foi a possibilidade de transformar em realidade, pois era a oportunidade de fazer uma pós-graduação profissional e melhorar minhas práticas pedagógicas, levando maior qualidade de ensino para os meus alunos, a fim de tornar as aulas de Biologia mais interessantes.

Com o início das aulas veio também a pandemia do Covid-19, que nos impossibilitou de termos a continuidade do curso de forma presencial, onde tivemos que aprender a lidar com mídias até então desconhecidas para a grande maioria. Foi um desafio assistir as aulas de forma virtual, participar das discussões propostas em cada encontro, fazer as atividades em grupo, desenvolver as Atividades de Aplicação em Sala de Aula (AASA) e principalmente, realizar as provas de Qualificação no novo formato proposto pelo Programa. Mas, apesar de todas as dificuldades, que foram sendo superadas a cada Tópico, com o suporte dos professores e colegas de turma, o PROFBIO possibilitou o conhecimento e a aplicação do Ensino por investigação, que permite uma nova visão do processo de ensino-aprendizagem.

O PROFBIO fez com que, como professora, saísse da zona de conforto e o impacto que isso causa torna-se evidente no cotidiano da prática pedagógica, na busca por aulas mais dinâmicas, materiais atuais e atrativos para ajudar na compreensão de conteúdos, além de exigir dos meus alunos mais participação nas discussões e maior interação durante a aula, mesmo que nem sempre tenha o retorno esperado, já que estão acostumados a receber o conhecimento pronto, onde não precisam pensar muito.

Mas a proposta do PROFBIO, do ensino por investigação, onde o professor é um mediador e os estudantes são os protagonistas do processo de ensino-aprendizagem deve ser levada a diante para que nossos jovens sejam mais autônomos e participativos na construção da sociedade.

Diante de tantas mudanças promovidas, enfatizo minha imensa gratidão ao PROFBIO.

AGRADECIMENTOS

- ❖ Agradecimento a Deus, pela vida e por ter me dado a capacidade de superar cada obstáculo vivido durante a realização desse Mestrado.
- ❖ Agradeço à minha família: meus pais Edvaldo (*in memoriam*) e Luzinete por sempre oportunizarem e incentivarem meus estudos, meu filho Maycon pelo apoio, incentivo e acima de tudo, compreensão pela ausência e ao meu companheiro Wenner pela parceria e força nos momentos de desânimo. Preciso fazer um agradecimento especial ao meu pai, que nos deixou durante o andamento de todo esse processo e com certeza, emanou vibrações de amor para que eu tivesse forças para continuar mesmo dilacerada pela dor de sua perda.
- ❖ Sou grata ao meu grupo de estudo durante o PROFBIO, intitulado “Meninas Superpoderosas”, composto por Alexsandra, Cleonice e Francineuda, que durante todo o curso estivemos juntas, mesmo virtualmente, não apenas para realizar os trabalhos, mas também para apoiar, incentivar e encorajar em cada dificuldade.
- ❖ Gratidão à minha orientadora Profa. Dra. Francielle Aline Martins, que sempre ofereceu todo o suporte, apoio e disponibilidade, com muita dedicação e paciência.
- ❖ Agradecimento à UESPI (Universidade Estadual do Piauí), por oportunizar a realização do PROFBIO, ao Laboratório de Genética da Universidade Estadual do Piauí (LABGENE-UESPI) e, em especial, Wanessa Alves Lima, pela parceria na execução do experimento.
- ❖ Agradeço à instituição de ensino que trabalho, Centro de Ensino Eugênio Barros, pelo apoio à execução do projeto e em especial, aos meus alunos do 3º ano, turno Matutino, turmas de 2021, que foram meus parceiros e protagonistas dessa jornada.

- ❖ Agradecimento ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e a bolsa de estudos.

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas
criar as possibilidades para a sua própria
produção ou a sua construção”.*
(Paulo Freire)

RESUMO

SOUSA, S.A.L.de **Câncer e alimentação: uma abordagem investigativa no ensino médio**. 2022. 125 p. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí. Teresina.

Tendo em vista a importância do câncer para a sociedade e que a incorporação desse tema no ensino pode ser vantajosa para uma prevenção da doença, o objetivo deste estudo foi verificar o nível de abordagem do câncer nos livros escolares e propor uma metodologia ativa através do ensino por investigação para trabalhar o conteúdo em sala de aula. Três volumes referentes ao ensino médio de duas coleções de livros didáticos adotadas na rede pública foram avaliados. Uma sequência de ensino investigativa (SEI) foi desenvolvida e aplicada a um grupo de 49 alunos matriculados no 3º ano do ensino médio na rede pública de Caxias – MA, com as seguintes etapas: questionário diagnóstico (QD), problematização, dinâmica em grupo, questionamentos via WhatsApp, experimentação com *Drosophila*, apresentação e divulgação dos resultados e questionário individual (QI). Na análise do livro, observou-se que nenhum apresentava uma abordagem contextualizada do assunto. No QD foi observado que os discentes possuíam conhecimento relativamente satisfatório sobre o assunto, mas ainda com muitas lacunas que foram esclarecidas à medida que o trabalho foi sendo desenvolvido. Para a problematização, os alunos foram distribuídos em equipes e receberam textos motivadores, vídeos e infográficos para leitura e, posteriormente, diferentes “situações-problemas” foram apresentadas pela “Dinâmica mito ou verdade”, para as quais hipóteses foram levantadas e debatidas. Em seguida, os alunos foram instigados via *WhatsApp* sobre a relação entre câncer e alimentação. Uma lista de alimentos “possivelmente cancerígenos” foi sugerida para investigação por meio do Ensaio de Tumor Epitelial em *Drosophila melanogaster*. No laboratório da escola, cada equipe montou seu experimento, foi responsável por conduzir e avaliar um alimento/bebida diferente e ao final apresentou os dados durante a socialização do projeto através de tabelas e gráficos, evidenciando, dentre as substâncias testadas, aquela com maior potencial carcinogênico. Neste momento, realizou-se uma série de questionamentos, promovendo o debate e discussões sobre a relação entre cada alimento analisado e o câncer, para consolidar o conhecimento. Ao final, os discentes responderam um questionário individual, onde indicaram o nível de

participação na realização do projeto, identificaram seu entendimento quanto à pergunta problematizadora e o porquê da escolha das drosófilas no estudo, além de evidenciar suas descobertas sobre o câncer. Observou-se que o uso da experimentação com as drosófilas, para investigar o potencial carcinogênico de alguns alimentos e bebidas permitiu o contato dos alunos com o método científico, onde se perceberam protagonistas na sua aprendizagem e foram capazes de compreender a importância do cuidado com a alimentação e sua relação com o desenvolvimento do câncer. Foi possível observar que os estudantes se mostraram interessados e bem receptivos com a metodologia de ensino, apesar de apresentarem dificuldade em elaborar e justificar suas hipóteses. Por fim, a abordagem do tema de forma investigativa mostrou-se um desafio, mas contribuiu na aprendizagem dos discentes, promovendo a formação de cidadãos mais conscientes e mais esclarecidos, capazes de fazer escolhas mais saudáveis para suas vidas e de seus familiares, ampliando o alcance da educação escolar.

Palavras-chave: Livro didático. Ensino por investigação. Potencial carcinogênico.

ABSTRACT

SOUSA, S.A.L.de **Cancer and food: an investigative approach in high school.** 2022. 125 p. Master's Degree (Master's Degree in Biology Teaching) - State University of Piauí. Teresina.

Bearing in mind the importance of cancer for society and that the incorporation of this theme in education can be advantageous for prevention of the disease, the objective of this study was to verify the level of approach to the subject cancer in school books and propose an active teaching methodology to work the content in the classroom. Three volumes referring to high school education from two collections of textbooks adopted in the public network were evaluated. It was observed that none of the analyzed books presented a contextualized approach to the subject. The qualitative-quantitative research began only after approval by the Research Ethics Committee (Number: 4,547,252). An investigative teaching sequence was developed and applied to a group of 49 students enrolled in the 3rd year of high school in the public network of Caxias - MA. Initially, the students answered a diagnostic questionnaire where it was observed that they have relatively satisfactory knowledge on the subject, but still with many gaps that were clarified as the work was being developed. Then, the students were divided into teams and received a collection of motivating texts, videos and infographics that addressed the "problem". After the group reading, different "problem-situations" were presented through the "Dynamics myth or truth", for which hypotheses were raised and debated. Subsequently, the students were instigated via Whatsapp as follows: "Can our food induce the occurrence of cancer?" and "How can scientists answer this question?". A list of "possibly carcinogenic" foods was suggested for investigation through the *Drosophila melanogaster* Epithelial Tumor Assay. In the school laboratory, each team set up its experiment, was responsible for conducting and evaluating a different food/drink and at the end presented the data during the socialization of the project through tables and graphs, showing, among the substances tested, the one with the greatest potential. carcinogenic. At this point, a series of questions were asked, promoting debate and discussions about the relationship between each analyzed food and cancer, to consolidate knowledge. At the end, the students answered an individual questionnaire, where they indicated the level of participation in carrying out the project, identified their understanding of the problematizing question and the reason

for choosing the *Drosophila* in the study, in addition to evidencing their findings about cancer. It was observed that the use of experimentation with *Drosophila* to investigate the carcinogenic potential of some foods and beverages allowed students to get in touch with the scientific method, where they perceived themselves to be protagonists in their learning and were able to understand the importance of food care and its relationship with the development of cancer. It was possible to observe that the students were interested and very receptive to the teaching methodology, despite having difficulty in elaborating and justifying their hypotheses. Finally, approaching the topic in an investigative way proved to be a challenge, but it contributed to the students' learning, promoting the formation of more conscious and enlightened citizens, capable of making healthier choices for their lives and their families, expanding the scope of school education.

Keywords: Textbook. Teaching by investigation. Carcinogenic potential.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Dimorfismo sexual da espécie <i>Drosophila melanogaster</i>	26
Figura 2.2 Ciclo de vida da <i>Drosophila melanogaster</i>	28
Figura 2.3 Tumores em tecido epitelial de <i>D. melanogaster</i> (setas) observados em microscópio estereoscópico.....	28
Figura 4.1 Imagens com as situações-problemas apresentadas aos discentes durante a “Dinâmica MITO ou VERDADE”	35
Figura 5.1 Nuvem de palavras com as respostas de 36 alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA à pergunta: O que é o câncer?	45
Figura 5.2 Nuvem de palavras com as respostas de 35 alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA à pergunta: O que pode causar o câncer?	45
Figura 5.3. Relação das respostas (%) dadas pelos estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola de Caxias-MA sobre o tema Câncer (questões fechadas 3 a 9)	47
Figura 5.4. Relação das respostas dadas pelos estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola de Caxias-MA quando questionados: Você acredita que esses hábitos podem causar câncer?	49
Figura 5.5 Imagens dos discentes da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA durante a “Dinâmica MITO ou VERDADE”	52
Figura 5.6 Montagem do Teste de Tumor Epitelial com <i>D. melanogaster</i> realizado pelos alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Caxias-MA sob a supervisão da professora.....	61
Figura 5.7 Fotos enviadas pelos discentes durante a realização e acompanhamento do experimento.....	63
Figura 5.8 Tabulação de dados observados pelos alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Caxias-MA no Teste de Tumor Epitelial com <i>D. melanogaster</i> alimentadas na fase larval com diferentes alimentos “potencialmente cancerígenos”	64
Figura 5.9 Quadro construído pela professora e pelos alunos do 3º ano do Ensino Médio para a interpretação dos resultados obtidos durante a análise das moscas...	65
Figura 5.10 Parte dos gráficos produzidos por alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA para representação dos resultados observados no “PROJETO CÂNCER”	68

Figura 5.11 Respostas dadas a questão: “Hoje analisamos os resultados do experimento do projeto sobre o câncer realizado por vocês. Qual é a pergunta que a pesquisa realizada se propôs a responder?” por alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA (n=27)71

Figura 5.12 Respostas dada a questão: “Por que o organismo de estudo escolhido foi a *Drosophila*?” por alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA (n=27)72

Figura 5.13 Respostas dada na interpretação do gráfico por alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA (n=27) para as questões A) Qual substância foi mais cancerígena? Por quê? e B) Sabendo que dentre as substâncias analisadas uma delas é a água. Indique qual seria e por quê?74

Figura 5.14 Respostas dada a questão: “O que você descobriu sobre o câncer, que ainda não sabia?” por alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA (n=27)76

LISTA DE QUADROS

- Quadro 4.1.** Livros didáticos utilizados por escolas da rede pública Estadual da cidade de Caxias-MA no período de 2018-2022 avaliados quanto ao nível de abordagem do tema Câncer31
- Quadro 4.2** Quadro síntese das etapas da aplicação da sequência de ensino por investigação (SEI) sobre o Câncer33
- Quadro 4.3** Competências procedimentais e atitudinais usadas na avaliação qualitativa das gravações e materiais produzidos pelos alunos39
- Quadro 5.1** Resumo da análise das duas coleções de livros didáticos usados em escolas da rede pública Estadual da cidade de Caxias-MA42
- Quadro 5.2.** Respostas dos grupos de alunos quando questionados via *WhatsApp* pelo professor: “Como os cientistas podem responder a essa pergunta?”56
- Quadro 5.3.** Lista de alimentos “possivelmente cancerígenos” indicados pelos grupos de ensino médio para serem testados com atividade prática58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CN – Controle negativo

DCNTs – Doenças Crônicas não Transmissíveis

DNA – Ácido desoxirribonucleico

EI – Ensino por Investigação

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

IBCC - Instituto Brasileiro de Controle do Câncer

INCA - Instituto Nacional de Câncer

LABGENE – Laboratório de Genética

Mwh – multiple wing hairs (múltiplos pelos nas asas)

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PH – Potencial Hidrogeniônico

PNLEM - Programa Nacional do Livro do Ensino Médio

QD – Questionário Diagnóstico

QI – Questionário Individual

SEI – Sequência de Ensino por Investigação

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TTE – Teste de Tumor Epitelial

UESPI – Universidade Estadual do Piauí

UV - Ultravioleta

Wts – warts (verrugas)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Câncer - a doença	19
2.2 Câncer - no ensino	21
2.3 O Ensino por Investigação	23
2.4 <i>Drosophila melanogaster</i>	25
3. OBJETIVOS	30
4. METODOLOGIA	31
4.1 Análise do livro	31
4.2 Abordagem investigativa	32
4.2.1 Apresentação do projeto	32
4.2.2 População em estudo	32
4.2.3 Desenvolvimento da SEI.....	33
4.2.4 Avaliação da proposta	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1 Análise do livro	41
5.2 Apresentação do projeto	43
5.3 Desenvolvimento da SEI	44
5.3.1 Momento 1 - Diagnóstico da população	44
5.3.2 Momento 2 - Problematização	50
5.3.3 Momento 3 - O Câncer: causa e profilaxia	51
5.3.4 Momento 4 - Câncer e alimentação	55
5.3.5 Momento 5 - A investigação a partir de um modelo biológico.....	59
5.3.6 Momento 6 - Apresentação e divulgação dos resultados	64
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
7. REFERÊNCIAS	80
8. PRODUTO	90
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	117

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL	118
ANEXO 1.....	119
ANEXO 2.....	123

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia deve permitir aos alunos a ampliação do entendimento sobre o mundo vivo, por meio de competências construídas através de uma base de conhecimentos contextualizada, que os prepare para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas para as vivências do cotidiano. Uma nova visão do ensino de Biologia deverá incluir, necessariamente, uma maior comunicação entre escola e comunidade, envolvendo os alunos na discussão de problemas que estejam vivendo e que fazem parte de sua própria realidade (KRASILCHIK, 2008).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza deve se comprometer com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Para tanto, tem descrito como uma de suas competências a análise de situações-problema, avaliação e aplicação do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza (BRASIL, 2017).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) um ensino por competências impõe o desafio de organizar o conhecimento a partir de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em situações inéditas de vida, ampliando a compreensão sobre a realidade (BRASIL, 2002).

Para Faccioni e Soler (2018), a abordagem das doenças modernas no currículo de alunos dos ensinos fundamental e médio, é de extrema importância, não só pelo fato desses estudantes se encontrarem em fase de formação de hábitos, comportamentos e opiniões, mas também pela esperança de que atuem como multiplicadores de informações à comunidade e família.

Nesse sentido, um tema bem atual e que na maioria das vezes não é compreendido pelos alunos é o câncer, o principal problema de saúde pública no mundo. A sensibilização e a amplificação dos saberes de alunos do ensino básico sobre o tema, pode tornar-se uma boa estratégia de prevenção, informação, aprendizagem e conhecimento em saúde (SIQUEIRA; REBECA, 2022).

O câncer é resultado de uma proliferação descontrolada de células e posterior invasão nos órgãos vizinhos e à distância. Esse processo anormal de crescimento celular pode ocorrer através da perda do controle do ciclo celular, caracterizado pela mutação de genes supressores de tumor, que tem a função de controlar o crescimento das células, inibindo o ciclo celular (ARAÚJO *et. al*, 2019). As mutações podem ser causadas por agentes ambientais (poluentes como alcatrão, tabagismo, raios ultravioletas, alimentação), agentes biológicos (infecção por vírus oncogênicos, exemplo, o papiloma vírus) e até mesmo por predisposições genéticas (quando um gene danificado que confere alta suscetibilidade ao câncer é passado para diversas gerações) (SATURNINO, 2012).

O câncer é uma doença que se origina por diversos fatores externos (80 a 90% dos casos) e a quantidade de casos está diretamente relacionada com a forma que as pessoas estão levando sua vida no dia a dia (FALIERI, ARAMUNI, VILLELA, 2019). Sua incidência e mortalidade vem aumentando, devido ao envelhecimento, crescimento populacional e mudança dos fatores de risco, principalmente no que se refere ao desenvolvimento socioeconômico com a incorporação de hábitos e atitudes associados à urbanização (sedentarismo, alimentação inadequada, entre outros) (INCA, 2019).

A relação entre alimentos e câncer é muito estudada, sendo relacionada tanto de forma positiva, onde determinados alimentos agem como fator protetor para a doença; quanto de forma negativa, sendo fator promotor do processo de carcinogênese (LOPES; FORTES; REZENDE, 2021). O estilo de vida nutricional tem grande relação com o aumento, diminuição ou até mesmo prevenção em alguns casos de cânceres (FREITAS *et al.*, 2021).

O presente estudo teve como objetivo abordar o tema câncer através do ensino por investigação utilizando a experimentação com drosófilas, uma vez que a escola é um ambiente propício para a difusão de informações referentes a esta doença comum e que tem acometido muitas famílias, o que poderia ser evitado se os jovens tivessem as informações adequadas que permitissem o conhecimento sobre o assunto, para que fossem disseminadores dos primeiros cuidados preventivos dentro da sua comunidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Câncer – a doença

De acordo com o Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA), órgão do Ministério da Saúde, câncer é um termo que abrange mais de 100 diferentes tipos de doenças malignas que pode surgir em qualquer parte do corpo. Tem em comum o crescimento desordenado de células, que podem invadir tecidos adjacentes ou órgãos à distância e surge a partir de uma mutação genética, ou seja, de uma alteração no DNA da célula, que passa a receber instruções erradas para as suas atividades (INCA, 2021).

As células cancerosas apresentam o DNA danificado e, por isso, escapam dos mecanismos de controle do ciclo celular (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2012); são definidas por duas propriedades hereditárias: (1) reproduzem-se desobedecendo aos limites normais da divisão celular e (2) invadem e colonizam regiões normalmente destinadas a outras células (ALBERTS *et al.*, 2017).

Apesar de existirem múltiplas causas ambientais envolvidas no aparecimento de quadros cancerígenos, duas espécies de genes ligados ao câncer foram descobertas, os proto-oncogenes e os genes supressores de tumores. A alteração dos primeiros produz um aumento da proliferação celular, enquanto a falha dos segundos leva à perda dos mecanismos normais que detêm a proliferação (DE ROBERTIS, 2014).

O proto-oncogene – gene que tem função essencial em células normais – pode tornar-se oncogene, gene que causa câncer, a partir de alterações genéticas que levam ao aumento na quantidade do produto proteico do proto-oncogene ou na atividade intrínseca de cada molécula proteica (REECE *et al.*, 2015). É suficiente apenas um alelo alterado de um proto-oncogene para transformar uma célula normal em uma célula cancerígena ou para que possa vir a sê-lo (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2012).

Além dos genes cujos produtos normalmente promovem a divisão celular, as células contêm genes cujos produtos normais inibem a divisão celular. Esses genes são chamados de genes supressores de tumor, pois as proteínas que eles codificam ajudam a prevenir o crescimento celular descontrolado. Qualquer mutação que diminua a atividade normal de uma proteína supressora de tumor pode contribuir

para o início do câncer, basicamente estimulando o crescimento pela ausência de supressão (REECE *et al.*, 2015).

Os genes característicos do câncer são responsáveis pelas características fenotípicas mais essenciais da transformação e progressão malignas. Durante a tumorigênese, as células normais evoluem para um estado neoplásico no qual compartilham características comuns, incluindo sinalização proliferativa sustentada, perda de supressores de crescimento, resistência à apoptose, imortalidade replicativa, indução de angiogênese, ativação de invasão e metástase, instabilidade genômica, inflamação e reprogramação do metabolismo energético (NAGY; MUNKÁCSY; GYÓRFFY, 2021).

As células tumorais possuem mutações somáticas, mas também são gerados por mudanças epigenéticas – mudanças herdáveis e persistentes na expressão gênica que resultam de modificações na estrutura da cromatina sem nenhuma alteração na sequência de DNA da célula. Fatores que causam modificações genéticas tendem a gerar o desenvolvimento de câncer. Assim, a carcinogênese (a geração de um câncer) pode estar relacionada com a mutagênese (produção de alterações na sequência de DNA) (ALBERTS *et al.*, 2017).

A maioria das células cancerosas humanas acumula alterações genéticas em uma taxa anormalmente rápida: diz-se que as células são geneticamente instáveis. A extensão dessa instabilidade e suas origens moleculares diferem de um câncer para outro e de paciente para paciente e pode surgir de defeitos na capacidade de reparar o DNA lesado ou corrigir erros de replicação de vários tipos. Essas alterações levam a mudanças na sequência de DNA e geram rearranjos no DNA como translocações e duplicações (ALBERTS *et al.*, 2017).

O fato de que múltiplas alterações genéticas são necessárias para produzir uma célula cancerígena ajuda a explicar a observação de que os cânceres podem ocorrer em famílias. Um indivíduo que herda um oncogene ou um alelo mutante de um gene supressor de tumor está a um passo mais próximo de acumular as mutações necessárias para desenvolver câncer do que um indivíduo sem qualquer uma dessas mutações (REECE *et al.*, 2015).

O desenvolvimento de várias das formas mais comuns de câncer resulta de uma interação entre fatores modificáveis e não modificáveis, sendo o mais aparente desses fatores a dieta e o estilo de vida (FRANCO *et al.*, 2021). Segundo os autores, estudos epidemiológicos demonstram estreita relação entre câncer, obesidade, estilo

de vida e nutrição, devido ao poder que a alimentação possui por combater a origem e o desenvolvimento de tumores, por meio de escolhas alimentares saudáveis (FRANCO *et al.*, 2021).

De acordo com Freitas *et al.* (2021), o estilo de vida nutricional tem grande relação com o aumento, diminuição ou até mesmo prevenção em alguns casos de cânceres, porque alguns alimentos fazem a supressão de genes tumorais, diminuem chances de metástases e são antioxidantes.

Segundo o INCA, órgão do Ministério da Saúde, para o Brasil a estimativa para cada ano do triênio 2020-2022 aponta que ocorrerão 625 mil casos novos de câncer (450 mil, excluindo os casos de câncer de pele não melanoma). O Instituto afirma que a prevenção do câncer engloba ações realizadas para reduzir os riscos de ter a doença, como: impedir que o câncer se desenvolva e isso inclui evitar a exposição aos fatores de risco de câncer e a adoção de um modo de vida saudável, além da prevenção secundária, que implica em detectar e tratar doenças pré-malignas ou cânceres assintomáticos iniciais (INCA, 2021).

Para o INCA, ter uma ingestão rica em alimentos de origem vegetal e evitar os alimentos ultra processados pode prevenir o câncer (INCA, 2021). Segundo Sales *et al.* (2020), isso se justifica porque os alimentos ultra processados têm em sua formulação componentes que favorecem o processo de carcinogênese ou aditivos alimentares que funcionam como disruptores carcinogênicos por sua exposição desde a puberdade.

2.2 Câncer - no ensino

Muito se sabe sobre o câncer, mas esse conhecimento não está chegando até os alunos. A escola não está fazendo o seu papel, existe uma lacuna, pois a visão que se tem não é útil como forma de prevenção. Em um estudo realizado por Pinheiro e Martins (2021) para avaliar o conhecimento das discentes do Ensino Médio sobre os fatores de risco e prevenção dos cânceres de mama e colo do útero em uma escola do Maranhão foi notável que as informações e conhecimento a respeito são parciais. As autoras afirmam, inclusive, que a maioria se expõe a fatores de risco que deveriam ser identificados e evitados, tomando atitudes e hábitos de saúde para ter melhor qualidade de vida (PINHEIRO, MARTINS, 2021).

Alguns tipos de câncer podem ser evitados com medidas simples, hábitos e comportamentos, diminuindo a incidência, só que devido à falta de acesso as informações não há uma efetividade na prevenção. Uma das formas de acesso seria através da educação, na priorização do ensino como medida de enfrentamento ou de minimização dos riscos na vida adulta.

Dessa forma, o papel da escola no desenvolvimento de estratégias educativas de promoção de saúde deve ser o de começar a se perceber como espaço de humanização, de diálogo e promoção de qualidade de vida, considerando-se sempre os contextos socioculturais nos quais os processos educativos tomam lugar (KAPP, ZANINI, SCHETINGER, 2010).

Levando em consideração que a maioria dos professores usa como principal recurso os livros didáticos, é importante que este apresente o conteúdo Câncer de uma forma contextualizada, para que o aluno perceba que esse conhecimento pode ser incorporado e fazer diferença em sua vida. Amadeu *et al.* (2019), investigou a abordagem sobre câncer nos livros didáticos aprovados pelo PNLD no Ensino de Biologia referente ao triênio 2015-2017 e os dados apresentados demonstram que existe abertura para discussão sobre o assunto na maioria das obras, embora a temática não seja discutida de maneira explícita e consistente em nenhuma delas.

Para Oliveira e Murata (2016), tanto os professores quanto os alunos estão inseridos em uma realidade que disponibiliza uma grande extensão de informações, principalmente veiculadas pela internet. Entretanto, o que se vê é a focalização no livro didático, considerando que este, na realidade de muitas escolas públicas do Brasil é o único instrumento pedagógico oferecido pela escola, sendo importante analisá-lo para contribuir com o seu refinamento e aperfeiçoamento, pois esta análise e a identificação de sugestões e atividades investigativas permitem a verificação do material e saber se o mesmo oferece suporte que desperta o interesse dos alunos e facilitam a contextualização de conteúdo.

Nesse contexto, cabe à escola abordar a Ciência de forma sistêmica, transdisciplinar e contextualizada, promovendo, conseqüentemente, uma educação que possibilite aos alunos a assimilação de conhecimentos com base nos quais possam tomar decisões conscientes e esclarecidas (PEDRANCINI *et al.*, 2007). Conhecer não deve ser apenas a retenção temporária de uma multidão de noções anedóticas ou enciclopédicas. O saber deve significar a capacidade de utilizar o que

se aprendeu, mobilizando o conhecimento para resolver um problema ou aclarar uma situação (GIORDAN; VECCHI, 1996).

Nessa perspectiva de ensino, além do uso do livro didático, é importante que se busque outras práticas mais atrativas de ensino através de metodologias ativas, como o ensino por investigação, onde o próprio aluno passa a ser o protagonista na aprendizagem. As metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor (BACICH; MORAN, 2018).

2.3 O Ensino por Investigação

A Biologia pode ser uma das disciplinas escolares mais interessantes ou mais enfadonhas para os estudantes, dependendo do modo como ela for abordada (SCARPA; CAMPOS, 2018). O ensino de Biologia é extremamente rico em termos, o que dificulta de certa forma a compreensão dos alunos. Compete ao professor facilitar o processo de ensino e aprendizagem, adotando novas metodologias (BRITO *et al.*, 2018).

De acordo com Carvalho (2018), o Ensino por Investigação (EI) é o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; e, escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.

O EI é uma abordagem didática que permite o planejamento, o questionamento e a construção do próprio conhecimento, onde o aluno é o centro do processo de ensino e aprendizagem, e o professor é responsável não só pela apresentação de conteúdo, mas como guia e orientador das atividades propondo, fomentando discussões, contribuindo, explicando e promovendo a sistematização do conhecimento (BRITO *et al.*, 2018). Essa modalidade extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos. Denota a intenção do professor em possibilitar o papel ativo

de seu aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos (SASSERON, 2015).

Uma atividade investigativa deve permitir o envolvimento em problemas experimentais ou teóricos, como também a participação no processo de construção dos seus próprios conhecimentos. Percebe-se que, se bem planejada, essa abordagem permite que os alunos fixem os conteúdos com participação ativa e despertem a criatividade, a participação e a vontade de aprender (BRITO *et al.*, 2018).

No EI, o professor é um orientador da investigação, incentiva a formulação de hipóteses, promove condições para a busca de dados, auxilia as discussões e orienta atividades nas quais os alunos reconhecem as razões de seus procedimentos (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). As atividades de investigação permitem promover a aprendizagem dos conteúdos conceituais e procedimentais que envolvem a construção do conhecimento científico, fazendo com que os alunos tenham um papel intelectual mais ativo durante as aulas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

O EI é uma abordagem que diversifica as estratégias utilizadas pelo professor de forma problematizadora e especulativa, possibilitando aos alunos a aplicação e a compreensão de conceitos científicos e um melhor entendimento sobre a natureza da ciência (BONISSON *et al.*, 2019). O método de investigação e problematização pode ser uma alternativa viável para o ensino de Biologia, visto que, a vida está relacionada com os mais diversos assuntos do cotidiano, favorecendo a abordagem de problemas inerentes à realidade dos estudantes e sua investigação a partir desse cotidiano (MOREIRA *et al.*, 2015).

A promoção de atividades investigativas com enfoque experimental possibilita a integração de objetivos conceituais e epistêmicos, na medida em que o conhecimento empírico evidencia a natureza do conhecimento biológico e exige dos estudantes a tomada de decisões, julgando a consistência dos diversos dados obtidos, a validade de um determinado modelo teórico para explicá-los e as evidências que justificam suas decisões (SILVA; TRIVELATO, 2017).

As aprendizagens por experimentação são expressões atuais da aprendizagem ativa, personalizada, compartilhada, que se desenvolve a partir de metodologias ativas como estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes

na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível e interligada (BACICH; MORAN, 2018).

Com essa finalidade, Sequências de Ensino Investigativas (SEI) têm sido propostas para desenvolver conteúdos ou temas científicos (CARVALHO, 2018). Para Trivelato e Tonidantel (2015), uma sequência didática baseada em investigação deve incentivar e propor aos alunos: uma questão-problema, elaboração de hipóteses em grupos, construção e registro de dados com posterior discussão e escrita e por fim, elaboração de conclusões.

O protagonismo dos estudantes em todas as etapas do desenvolvimento da SEI é muito importante para o fortalecimento do ensino de biologia, tendo em vista o desenvolvimento do pensamento científico e crítico, além de potencializar e aguçar a curiosidade e atenção destes, já que nessa ferramenta metodológica as respostas não estão prontas (PERUCH JR.; CORTE; ARAÚJO, 2021).

2.4 *Drosophila melanogaster*

A mosca-da-fruta (*Drosophila melanogaster*), um inseto holometábolo pequeno encontrado na natureza em frutas em decomposição, vem sendo amplamente utilizado nas ciências biológicas desde que seu genoma foi sequenciado (BARBOSA, 2019).

O interesse pelas drosófilas, seja na pesquisa ou ensino, é atribuído ao fato de as culturas ocuparem pouco espaço; as moscas são de fácil manuseio, poucas exigências nutricionais e baixo custo de manutenção, além disso as moscas apresentam o ciclo reprodutivo curto (cerca de 10 dias, a 25°C); são facilmente mantidas em laboratório; e apresentam fecundidade alta, pois uma fêmea põe centenas de ovos de cada vez (ROCHA *et al.*, 2013). Apresentam dimorfismo sexual, com características notórias (Figura 2.1). As fêmeas geralmente são maiores que os machos e apresentam uma alternância típica de listas claras e escuras no abdômen e nos machos, é observada uma mancha escura na extremidade posterior do abdômen (exceto em indivíduos recém-eclodidos) e pente sexual localizado no primeiro par de pernas superiores (SOUSA, 2015).

Figura 2.1 Dimorfismo sexual da espécie *Drosophila melanogaster*. Pente sexual indicado pela seta.



Fonte: Sousa, 2015.

Outra vantagem das mosca-das-frutas é que elas possuem apenas quatro pares de cromossomos, facilmente distinguíveis com um microscópio óptico. Existem três pares de autossomos e um par de cromossomos sexuais. Moscas-das-frutas fêmeas têm um par de cromossomos X homólogos, e os machos, um cromossomo X e um cromossomo Y (REECE *et al.*, 2015).

D. melanogaster foi o primeiro organismo complexo a ter o seu genoma sequenciado e a mosca adulta codifica um pouco mais de 14.000 genes em quatro cromossomos, sendo três deles os que carregam a maior parte do genoma (ADAMS *et al.*, 2000; SOARES, 2016). Comparações entre os genomas sequenciados de *D. melanogaster* e humanos revelaram que, embora o genoma das moscas seja muito menor, aproximadamente 200 milhões de pares de nucleotídeos, em comparação com os 3.200 milhões (3,2 bilhões) em humanos (ALBERTS *et al.*, 2017). Aproximadamente 75% dos genes de doenças humanas conhecidas têm uma correspondência reconhecível no genoma de moscas-das-frutas, consolidando sua legitimidade como organismo modelo para pesquisa médica (JENNINGS, 2011). Essas semelhanças permitem que vários genes associados a distúrbios comuns na nossa espécie, tais como câncer, alcoolismo, doenças degenerativas do sistema nervoso, sejam estudados em *D. melanogaster* (SEPEL; LORETO, 2010).

Conhecida também como a mosca do vinagre, *D. melanogaster* é um excelente modelo biológico para estudos genéticos, embriológicos, fisiológicos e de evolução (SILVEIRA, 2014). Esses organismos, notavelmente adequados à experimentação, permitem, através de técnicas relativamente simples, a execução de experimentos ainda nas áreas de etologia, toxicologia e mutagênese (SEPEL; LORETO, 2010).

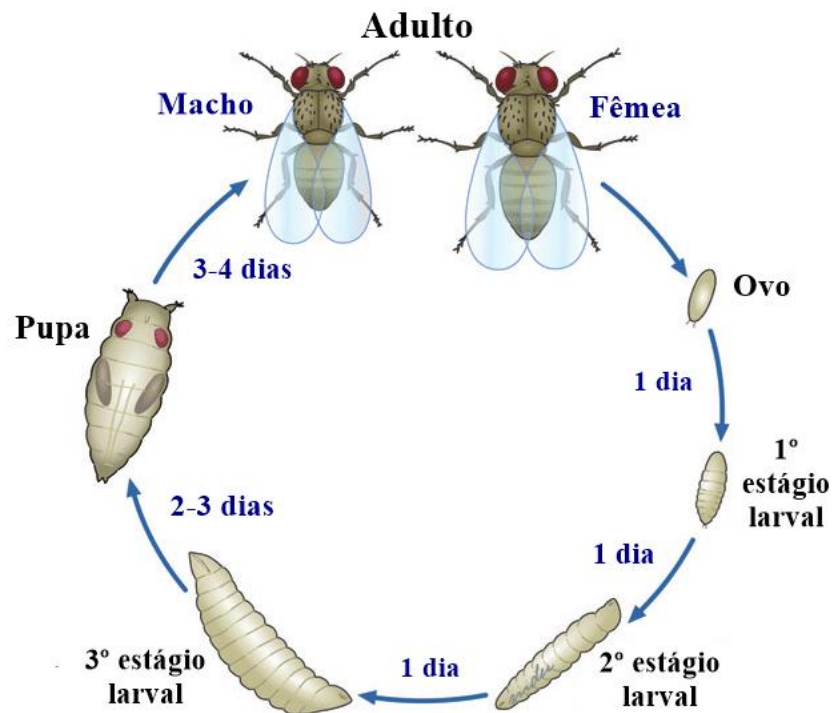
Apesar de serem importantes na história do desenvolvimento científico, as drosófilas são pouco utilizadas na sala de aula (MATIAS *et al.*, 2015), embora, esses organismos apresentem uma importância imensurável, devido à sua versatilidade, fácil acesso e manuseio, favorecendo a elucidação de conteúdos que muitas vezes não são de fácil compreensão dos discentes (ROCHA *et al.*, 2013).

O emprego de *D. melanogaster* como recurso didático pode ser muito variado, desde a pré-escola à universidade. 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 (ROCHA *et al.*, 2013).

A *Drosophila* passa por um ciclo de vida de quatro estágios: ovo, larva, pupa e mosca (HALES *et al.*, 2015). Uma vez fertilizado, o embrião se desenvolve no ovo por cerca de um dia (a 25°C) antes de eclodir como uma larva (Figura 2.2). A larva se alimenta e cresce (e passa por três mudas) ao longo de cinco dias, até que entra em fase de pupa e sofre metamorfose na mosca adulta ao longo de quatro dias (JENNINGS, 2011). Os animais passam por metamorfose dentro de uma caixa de pupa à base de quitina dura e protetora que se forma a partir da cutícula externa da larva. O animal permanece no caso de pupa por 4 a 5 dias. Em seguida, os adultos emergem do casulo pupal em um processo denominado eclosão e tornam-se sexualmente maduras em 8 a 12 horas, permitindo que o ciclo de vida se repita.

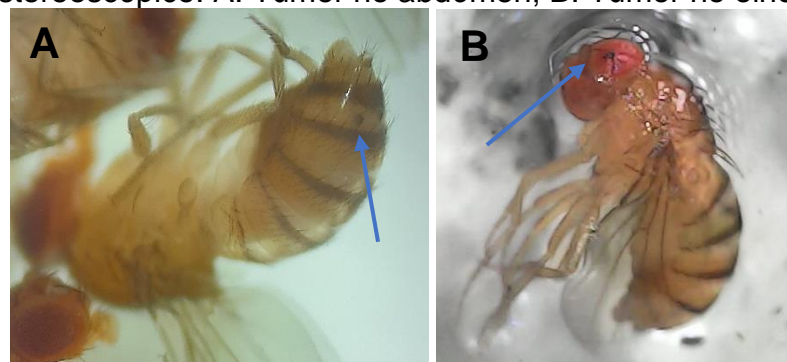
Na larva da *Drosophila* existem grupos de células que darão origem, durante a metamorfose, às estruturas do corpo da mosca adulta, conhecidos como os discos imaginais (DUARTE *et. al.*, 2018). Esses discos possuem um ciclo celular muito similar aos das células de mamíferos (DUARTE *et. al.*, 2018). Se ocorrerem mutações durante a formação das células desse disco imaginal estas se manifestarão como tumores na mosca adulta (SIDOROV *et. al.*, 2001).

Vários mecanismos biológicos associados ao controle, desenvolvimento e sobrevivência, são compartilhados entre *D. melanogaster* e humano, favorecendo deste modo o seu uso em estudos que procurem examinar a exposição de certas substâncias ao longo das etapas de desenvolvimento (COLPO *et. al.*, 2019), a exemplo do teste de tumor epitelial (TTE) que tem sido realizado com o intuito de avaliar possíveis substâncias carcinogênicas nas pesquisas de toxicogenética.

Figura 2.2 Ciclo de vida da *Drosophila melanogaster*.

Fonte: Adaptado de Ong *et. al.*, 2014.

O gene *wts* encontrado em *D. melanogaster* está ligado à supressão de tumor e apresenta grande importância no controle da morfogênese e na proliferação celular (NISHIYAMA *et al.*, 1999). A deleção desse gene proporciona a formação de clones de células circulares e consideravelmente invasivas, que são chamadas de verrugas (*warts*), se desenvolvendo por todo corpo da mosca (Figura 2.3) (ORSOLIN, 2011).

Figura 2.3 Tumores em tecido epitelial de *D. melanogaster* (setas) observados em microscópio estereoscópico: A. Tumor no abdômen; B. Tumor no olho.

Fonte: De autoria própria.

No ensino, o uso de uma abordagem investigativa a partir da experimentação de conceitos biológicos por meio de um modelo vivo de estudo como a *D. melanogaster* pode proporcionar aos alunos a vivência do método científico em todas as etapas desde observação, levantamento de hipóteses, teste da hipótese e a validação da hipótese (SODRÉ *et al.*, 2020). No entanto, as moscas são pouco utilizadas no ensino (MATIAS *et al.*, 2015). Em geral, os experimentos realizados em sala de aula limitam-se ao estudo dos padrões de herança, usando linhagens com variação nas cores dos olhos, do corpo e tamanho da asa (SODRÉ *et al.*, 2020).

Visto a importância do câncer para a sociedade e que a incorporação do tema: “Câncer” no ensino pode ser vantajosa para uma prevenção futura, o objetivo deste estudo é verificar, através de uma análise crítica, o nível de abordagem do tema Câncer no Ensino Médio e propor uma sequência de ensino investigativa, a partir do teste de tumor epitelial (TTE) com *D. melanogaster*, na qual os alunos utilizarão do método científico para investigar, dentre os alimentos habitualmente consumidos, o potencial carcinogênico dos mesmos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Verificar o nível de abordagem do tema câncer nos livros didáticos do ensino médio e utilizar o método científico, para averiguar o potencial carcinogênico de alimentos habitualmente consumidos pelos alunos.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar a forma de abordagem do tema Câncer em livros didáticos adotados nas três séries do Ensino Médio de uma escola da rede pública Estadual da cidade de Caxias-MA;
- Avaliar a percepção dos alunos matriculados no 3º ano do Ensino Médio da mesma unidade escolar acerca do tema Câncer por meio de um questionário diagnóstico: causas, consequências, frequências, letalidade, prevenção;
- Construir e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), como produto deste trabalho, para abordar o assunto Câncer nas escolas a partir de ensaios biológicos com *Drosophila melanogaster* para avaliação de alimentos habitualmente consumidos pelos alunos;
- Promover um momento de integração escolar entre os alunos para socialização dos resultados alcançados a partir da investigação científica.

4. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado por meio de uma pesquisa quali-quantitativa com adoção de abordagem investigativa. Em educação especificamente, a pesquisa quali-quantitativa possibilita descrever os fenômenos observados pelo pesquisador assim como fundamentar essas visões por meio de evidências (RODRIGUES; OLIVEIRA; SANTOS, 2021).

O trabalho teve início apenas após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CONEP e CEP/UFPI – número do parecer: 4.547.252 (Anexo 1).

4.1 Análise do livro

Foram analisados três volumes referentes ao 1º, 2º e 3º ano de duas coleções de livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, utilizadas por escolas da rede pública Estadual da cidade de Caxias-MA no período de 2018-2020, e estendido até 2023, buscando nos exemplares o nível de abordagem do tema Câncer (Quadro 4.1).

Quadro 4.1. Livros didáticos utilizados por escolas da rede pública Estadual da cidade de Caxias-MA no período de 2018-2023 avaliados quanto ao nível de abordagem do tema Câncer.

COLEÇÃO	TÍTULO	AUTORES	EDITORA	EDIÇÃO	ANO
I	Biologia Moderna 	José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho	Moderna	1ª	2016
II	Biologia Hoje 	Sérgio Linhares, Fernando Gewandsznajder e Helena Pacca	Ática	3ª	2017

Fonte: De autoria própria.

Essa análise foi realizada seguindo a perspectiva de uma das competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que sugere aos jovens desenvolver

capacidades de seleção e discernimento de informações que os permitam analisar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico (BRASIL, 2017).

A referida análise levou em consideração os seguintes pontos:

1. O tema consta no livro didático?
2. Há um capítulo para o estudo do tema?
3. Quantas vezes o tema é abordado?
4. Em quais assuntos o tema é abordado?
5. A abordagem adota uma linguagem clara e objetiva?
6. O livro enfatiza a importância do tema?
7. O livro sugere uma pesquisa complementar sobre o tema?
8. As informações apresentadas no livro são corretas ou errôneas?

4.2 Abordagem investigativa

4.2.1 Apresentação do projeto

O projeto foi apresentado a um grupo de 85 alunos de 02 (duas) turmas do 3º ano do Ensino Médio, do turno da manhã, de uma escola da rede pública da cidade de Caxias-MA. Essa apresentação ocorreu de forma presencial na escola, em agosto/2021, onde foram expostos os objetivos da realização da pesquisa, que se estendeu até dezembro/2021. Neste momento, todos foram informados da não obrigatoriedade e não remuneração pela participação, mas que seria uma oportunidade de aprendizagem. Na ocasião, foi entregue aos discentes participantes os termos para serem assinados pelos pais dos estudantes menores de idade (Termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE) e pelos estudantes participantes (Termo de assentimento livre e esclarecido – TALE).

4.2.2 População em estudo

Embora 85 alunos tenham sido convidados, apenas 52 alunos aceitaram participar da pesquisa, sendo 26 da turma A e 26 da turma B. Antes de iniciar a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), os participantes foram organizados em grupos com no máximo cinco componentes, sendo cinco equipes da turma A (G1A, G2A, G3A, G4A e G5A) e cinco da turma B (G1B, G2B, G3B, G4B e G5B) e um

grupo de acompanhamento foi criado pela professora no aplicativo *WhatsApp*: “PROJETO CÂNCER”.

4.2.3 Desenvolvimento da SEI

Uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) dividida em seis momentos foi desenvolvida para abordar o tema Câncer (Quadro 4.2).

Quadro 4.2 Quadro síntese das etapas da aplicação da sequência de ensino por investigação (SEI) sobre o Câncer.

Momento	Modalidade*	Tema/Conceito	Descrição da Atividade
1	Assíncrona 1	Diagnóstico da população	Os alunos responderam a um questionário no <i>Google forms</i> para identificação do conhecimento prévio sobre o tema
2	Assíncrona 2	Problematização: Como os hábitos alimentares influenciam no desenvolvimento do câncer?	Textos motivadores impressos e digitais que abordam o assunto foram distribuídos aos discentes para análise prévia e embasamento nas discussões posteriores.
	Síncrona 1		Discussão em grupo sobre o material previamente recebido. Apontamento das curiosidades.
3	Síncrona 2	O câncer: causa e profilaxia	Apresentação de imagens com situações-problema sobre o câncer e realização da “Dinâmica MITO ou VERDADE”, dando início às discussões.
4	Assíncrona 3	Câncer e alimentação	Questionamento por meio do <i>WhatsApp</i> e levantamento de hipóteses; sugestão de alimentos “potencialmente cancerígenos”, a serem avaliados.
	Síncrona 3		Retomada das discussões realizadas no grupo <i>WhatsApp</i>
5	Síncrona 4	A investigação a partir de um modelo biológico	Apresentação do modelo de estudo <i>Drosophila melanogaster</i>
	Síncrona 5		Preparação dos alimentos a serem testados e montagem do experimento com as drosófilas.
	Assíncrona 4		Observação do experimento e coleta de dados por 10 dias.
6	Síncrona 6	Apresentação e divulgação dos resultados	Elaboração de gráficos e tabelas para apresentar os resultados e conclusões do experimento.
	Síncrona 7		Aplicação de questionário individual para autoavaliação e relato de novas descobertas.

*Atividades síncronas foram realizadas em sala de aula (presencial) com duração de 50 minutos cada e atividades assíncronas foram realizadas em ambiente virtual ou caseiro.

Fonte: De autoria própria.

Momento 1:

Atividade síncrona 1: Inicialmente os alunos responderam a um questionário diagnóstico enviado por meio do *Google forms* para identificar o conhecimento prévio sobre o tema (Apêndice A). As perguntas realizadas foram direcionadas para que os alunos pudessem relatar o conceito de câncer, suas causas e possíveis formas de transmissão, além de nomear em que parte do corpo a doença pode se manifestar. Perguntou-se também se os alunos conheciam alguém que tem ou teve a doença, seja familiar ou não, sobre a herdabilidade da doença, chance de cura e formas de prevenção. Não existiam respostas certas e erradas, o intuito foi verificar o conhecimento geral dos alunos.

Momento 2:

Atividade assíncrona 2: Inicialmente, vídeos, infográficos e textos motivadores que abordam o problema “câncer” foram selecionados dos sites do INCA, portal R7.com e das Revistas BBC NEWS e VEJA online para serem distribuídos aos grupos de alunos. Cada equipe recebeu um conjunto de informações: os vídeos foram enviados pelo grupo de *WhatsApp*, enquanto textos e infográficos foram entregues impressos, para discussão na semana seguinte. Todo material disponibilizado aos alunos encontra-se no *Padlet* “Investigando o câncer” e pode ser acessado através do link: <https://padlet.com/wwanessa131/qtzq38g4xvbg2t0o>

Atividade síncrona 1: após análise do material, na semana seguinte os discentes foram convidados a debater o assunto em sala de aula, organizados nos grupos, os alunos foram questionados pela professora sobre o que cada grupo havia achado de mais interessante no material recebido previamente para análise.

Momento 3:

Atividade síncrona 2: Para incentivar o debate, foi realizada a “Dinâmica MITO ou VERDADE”, na qual situações-problema foram apresentadas em arquivo *Power point* com auxílio de um *Datashow* (Figura 4.1).

Em grupos, os discentes discutiram e se posicionaram diante de cada situação, para isso, cada grupo recebeu duas placas, uma verde que deveria ser erguida quando acreditavam que a situação-problema se tratava de uma VERDADE e outra vermelha, a ser erguida quando acreditavam que a situação-problema se tratava de um MITO. Após manifestação, cada um dos grupos explicou por que escolheu

aquela resposta de acordo com o que haviam analisado no material recebido anteriormente e seus próprios conhecimentos.

Momento 4:

Atividade assíncrona 3: Os alunos foram instigados da seguinte forma: “Diante das discussões já realizadas, como cada um de vocês avalia a sua alimentação?”, “Será que a nossa alimentação pode induzir a ocorrência de câncer?” e “Como os cientistas podem responder a essa pergunta?”. Toda essa discussão iniciou com o uso do aplicativo *WhatsApp* e se manteve por uma semana. Além disso, foi solicitado que os grupos elaborassem uma lista de alimentos habitualmente consumidos por eles que fossem “potencialmente cancerígenos”.

Figura 4.1 Imagens com as situações-problemas apresentadas aos discentes durante a “Dinâmica MITO ou VERDADE”.

(a)



(b)



(c)



Fonte: a) Duke Chargista; b e c) Imagens disponíveis de forma gratuita no aplicativo Canva modificadas pela própria autora.

Ao final da interação no aplicativo, a professora organizou a lista e definiu com os alunos, dentre as sugestões, um alimento para cada grupo levar na aula seguinte para o início da investigação do potencial cancerígeno através do Teste de Tumor Epitelial (TTE) em *Drosophila melanogaster* (Anexo 2).

Atividade síncrona 3: a professora retomou a discussão iniciada no *WhatsApp* e junto com os alunos as hipóteses levantadas para responder as questões acima foram debatidas e explicadas.

Momento 5:

Atividade síncrona 4: Os alunos foram apresentados ao modelo de estudo *Drosophila melanogaster*, através de um vídeo produzido no Laboratório de Genética da Universidade Estadual do Piauí (LABGENE-UESPI) disponível no YouTube através do link: <https://youtu.be/XBbNsGYMHml> e uma explanação com o uso do *Power point*, evidenciando as características das drosófilas, identificação de macho e fêmea, o ciclo de vida, vantagens do uso desses organismos para estudo científico, linhagens utilizadas, alimentação e possibilidade de extrapolação dos resultados observados para o ser humano.

Atividade síncrona 5: no Laboratório de Ciências da escola, cada equipe que levou o alimento recebeu um Kit contendo todo o material necessário para o experimento (microscópio digital, frascos, pincéis, pipetas, álcool, glicerina, dentre outros). Como alguns estudantes não levaram nada para o teste e outros desistiram de participar, foi necessária uma redistribuição das equipes.

Sob a orientação da professora, cada grupo separou 200 larvas em estágio 2 do desenvolvimento, que foram cuidadosamente colocadas em frascos plásticos contendo 2 g de purê instantâneo YOKI® preparado juntamente com o alimento (ou bebida) que seria testado. Como controle negativo, em um dos frascos o purê foi hidratado apenas com água. Após o preparo, cada grupo levou o frasco e o material para análise e observação em casa.

Atividade assíncrona 4: em casa, à medida que as moscas foram eclodindo, os alunos coletaram e as colocaram em álcool 70% as moscas adultas para preservação. Em seguida, com o auxílio de uma lupa/microscópio digital LIBA Modelo USB X4 Ampliação 1600X e um pincel nº1, realizaram a separação das moscas que deveriam ser analisadas quanto a ocorrência de tumores epiteliais em todo o corpo. Todas as observações foram registradas numa tabela. Fotos foram

tiradas em celular próprio e enviadas para a professora pelo *WhatsApp* que orientou todas as etapas da investigação.

Momento 6:

Atividade síncrona 6: finalizados os experimentos, os grupos foram reunidos em sala de aula para a divulgação de seus resultados e juntos com a professora elaborar tabelas e gráficos que pudessem expressar suas descobertas em relação ao “potencial alimento cancerígeno” avaliado, de forma a concluir suas hipóteses acerca da relação entre câncer e alimentação. Cada equipe foi convidada a ir ao quadro e completar a tabela com dados observados em seu experimento em relação ao número de moscas sobreviventes, quantidade de indivíduos analisados, total de tumores encontrados e frequência.

Após os grupos completarem a tabela com seus dados, foram questionados sobre como poderiam explicar o ocorrido em seu experimento de acordo com o alimento/bebida testado e identificar qual deles teria o maior potencial cancerígeno.

Atividade síncrona 7: após ampla discussão dos resultados encontrados pelos diferentes grupos, os discentes foram convidados a responder um questionário individual (QI), com o intuito de realizar uma autoavaliação quanto a sua participação no projeto, nas discussões e no experimento (Apêndice B). Os alunos responderam também à pergunta inicial, a que se propôs esse estudo: “Qual a relação entre a nossa alimentação e o câncer?” e foram questionados ainda quanto à escolha do modelo de estudo, interpretação de gráfico e por fim sobre quais foram suas descobertas realizadas sobre o câncer ao final do projeto.

4.2.4 Avaliação da proposta

Todas as etapas de desenvolvimento da SEI foram gravadas com um smartphone e transcritas para análise mais completa da situação desenvolvida, da postura tomada pela professora e dos estudantes. Esta gravação foi utilizada para análise do contexto verbal e não-verbal construído em sala de aula e no auxílio da compreensão da eficiência da SEI.

Os dados foram utilizados para a análise qualitativa do desenvolvimento de competências conceituais, atitudinais (posicionamento crítico e investigativo perante à situação-problema; trabalhar em grupo de forma colaborativa; buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças) e procedimentais (estruturar ideias

por meio de desenho, linguagem escrita ou oral, compreensão e organização conceitual da informação; interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos; elaborar e testar hipóteses e realizar exposição oral) (Quadro 4.3), de acordo com Barcellos e Coelho (2019).

Quadro 4.3 Competências procedimentais e atitudinais usadas na avaliação qualitativa das gravações e materiais produzidos pelos alunos.

Competência	Categoria	Subcategoria
Atitudinal	Atitudes com respeito a ciência	A1: Ter o posicionamento crítico e investigativo perante a situação problema
	Atitudes com respeito à aprendizagem de ciências	A2: Trabalhar em grupo de forma colaborativa. A3: Buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças.
Procedimental	Aquisição da informação	P1: Estruturar ideias por meio de tabelas, gráficos, linguagem escrita ou linguagem oral.
	Interpretação da informação	P2: Interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos.
	Análise de informação e realização de inferências	P3: Elaborar hipóteses. P4: Desenvolver modelos explicativos. P5: Testar hipóteses.
	Compreensão e organização conceitual da informação	P6: Realizar inferências. P7: Construir sínteses. P8: Fazer generalizações para outros contextos.
	Comunicação da informação	P9: Realizar exposição oral. P10: Argumentar suas observações respondendo a questões individuais.

A= Atitudinal. P=Procedimental. Fonte: Barcellos, Coelho (2019).

As questões levantadas no QD respondido no primeiro momento foram avaliadas por meio de tabelas de frequência e gráficos com auxílio do programa Excel ou através de nuvens de palavras com auxílio do aplicativo *Mentimeter*.

As questões abertas respondidas no QI de autoavaliação, ao final da SEI, foram analisadas a partir de uma categoria de classes. Inicialmente, os participantes assinalaram o nível de sua participação nas atividades, subdividido em 3 categorias: **Categoria 1-** participação apenas nas discussões; **Categoria 2-** participação nas discussões e parte do experimento; **Categoria 3-** participação nas discussões e todo o experimento. As respostas para as questões sobre a identificação da questão

problema e o motivo da escolha das drosófilas foram agrupadas nas seguintes classes: **Classe 1** = Resposta que demonstra nenhum conhecimento; **Classe 2** = Resposta simplificada com conhecimento parcial; **Classe 3** = Resposta completa com conhecimento total. Sobre a análise do gráfico o critério adotado para análise foi: **Classe 1** = não soube responder; **Classe 2** = identificou corretamente, mas não soube explicar; **Classe 3** = identificou e justificou corretamente. Os resultados das classificações foram expressos em porcentagem.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise do livro

Os livros didáticos analisados nesta pesquisa estão incluídos no catálogo do Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM), referente ao triênio 2018-2020 e estendido até 2023.

A análise dos livros da coleção I demonstrou que o tema é abordado apenas uma vez, no volume 1, após o assunto “Divisão Celular”, no quadro “Ciência e Cidadania” sob o título “O que é câncer?”, com o Guia de leitura e um roteiro com questões sobre o texto referente ao assunto apresentado. Não há um capítulo para o estudo do Câncer, mas a abordagem adota uma linguagem clara e objetiva e, além disso, enfatiza a importância do assunto e sugere uma pesquisa complementar em que os alunos se organizem em grupos e façam campanhas preventivas acerca de câncer de mama ou câncer de próstata, a partir de pesquisas na internet sobre o tema. Não foram observadas informações incorretas no livro (Quadro 5.1).

A coleção II também não apresenta um capítulo para o estudo do tema, mas o aborda no volume 1, nos assuntos “Divisão Celular, Tecido Epitelial e Sangue” e no volume 3, no capítulo sobre “Primeira lei de Mendel e Aplicações da Genética Molecular”. A abordagem é feita de forma clara e objetiva com todas as informações corretas, mas o livro não enfatiza a importância do tema, pois o assunto é abordado somente na forma de apêndices bem curtos na sessão “Biologia e saúde”, com apenas uma sugestão de atividade complementar em grupo no volume 1, que sugere a pesquisa de alguns tipos de câncer e uma entrevista com um médico especialista para que este possa também dar uma palestra na escola (Quadro 5.1).

Levando em consideração que a maioria dos professores usa como principal recurso os livros didáticos, é importante que este apresente o conteúdo Câncer de uma forma contextualizada, para que o aluno perceba que esse conhecimento pode ser incorporado e que ele seja disseminador dos primeiros cuidados preventivos dentro da sua comunidade. A escolha do livro didático como objeto de investigação se justifica por ser o recurso pedagógico mais utilizado no ambiente escolar, tanto por alunos quanto pelos próprios professores, sendo muitas vezes a única fonte de informação disponível para ambos (MARTINS *et al*, 2012).

Quadro 5.1 Resumo da análise das duas coleções de livros didáticos usados em escolas da rede pública Estadual da cidade de Caxias-MA.

PONTOS OBSERVADOS	COLEÇÃO I			COLEÇÃO II		
	v. 1	v. 2	v. 3	v. 1	v. 2	v. 3
O tema consta no livro didático?	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim
Há um capítulo para o estudo do tema?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Quantas vezes o tema é abordado?	1	0	0	3	0	2
Em quais assuntos o tema é abordado?	DC ⁽¹⁾	-	-	DC ⁽¹⁾ , TE ⁽²⁾ e S ⁽³⁾	-	1 ^a LM ⁽⁴⁾ e AGM ⁽⁵⁾
A abordagem adota uma linguagem clara e objetiva?	Sim	-	-	Sim	-	Sim
O livro enfatiza a importância do tema?	Sim	-	-	Não	-	Não
O livro sugere uma pesquisa complementar sobre o tema?	Sim	-	-	Sim	-	Não
As informações apresentadas no livro são corretas?	Sim	-	-	Sim	-	Sim

(1) DC= Divisão Celular; (2) TE= Tecido Epitelial; (3) S= Sangue; (4) 1^aLM= Primeira lei de Mendel; (5) AGM= Aplicações da Genética Molecular

Fonte: De autoria própria.

De acordo com a análise das coleções, foi observado que ambas não estão totalmente adequadas, já que o assunto aparece somente na forma de apêndices curtos e simplificados em alguns capítulos, ou seja, em nenhuma das séries do ensino médio há um capítulo para seu estudo. Dessa forma, para uma abordagem do assunto com um embasamento teórico é necessário que o professor utilize outras fontes de pesquisa que lhe forneça informações seguras para o aluno.

Ter acesso somente a informação disponível no livro não é o suficiente, pois a formação para uma vida saudável passa pela consideração de que a saúde não é um problema individual, mas um problema que envolve, necessariamente, a coletividade, daí a importância da promoção de amplo debate na escola, visto que esta é um ambiente propício para a difusão de informações relacionadas à saúde e para a conscientização dos estudantes e comunidade escolar sobre câncer, suas causas, fatores de risco e prevenção, contribuindo dessa forma no processo de

autocuidado. Em última instância, esses saberes podem servir de apoio e ferramenta de diálogo efetivo entre escola-família-comunidade para a melhoria das condições de saúde da população (AMADEU *et al.*, 2019).

Os livros didáticos devem ser objeto de constantes pesquisas para sua atualização, garantindo, com isso, um serviço de melhor qualidade para a educação, dessa forma, os temas recentes devem ser inseridos e abordados constantemente na medida adequada para atualizar os alunos frente a essas inovações (CARDOSO-SILVA; OLIVEIRA, 2013).

Considerando a temática sob uma abordagem investigativa, Oliveira e Murata (2016) afirmam que as atividades dos livros didáticos dificilmente são elaboradas de forma problematizadora, não despertando no aluno uma ação investigativa, embora a sala de aula seja o local em que o conhecimento científico deve dialogar com o cotidiano e os conhecimentos prévios dos alunos. A afirmação dos autores pôde ser comprovada com a análise das coleções, onde o tema Câncer não aparece com uma abordagem investigativa em consonância com a realidade dos discentes.

Segundo Karas e Hermel (2021), os livros didáticos precisam ir ao encontro do ensino emancipatório, permitindo que os alunos consigam superar suas limitações e encontrem nele uma fonte que estimule as reflexões e a construção de conhecimentos científicos através dos questionamentos e da relação com o cotidiano dos alunos. Diante do exposto nas coleções analisadas, se a temática for abordada apenas com o uso do livro didático, os estudantes permanecerão limitados e desestimulados quanto à construção de conhecimentos.

5.2 Apresentação do projeto

Durante a divulgação do projeto, os alunos mostraram muita empolgação e ficaram eufóricos com a proposta, achando bem interessante, principalmente ao saber que iriam realizar um experimento utilizando o método científico para investigação de uma questão problematizadora. Aqueles que não aceitaram participar alegaram estar trabalhando e/ou fazendo curso no contraturno, já que a princípio a ideia era aplicar a atividade no período da tarde, para não atrapalhar o andamento das aulas visto que a aplicação do trabalho dar-se-ia com as séries de 3º ano que fazem o ENEM e a necessidade de cumprimento da carga horária da disciplina.

5.3 Desenvolvimento da SEI

5.3.1 Momento 1 - Diagnóstico da população

A análise do Questionário Diagnóstico (QD) foi realizada de acordo com as informações disponibilizadas pelo INCA (Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva), que é o órgão auxiliar do Ministério da Saúde no desenvolvimento e coordenação das ações integradas para a prevenção e o controle do câncer no Brasil.

No início do projeto, 49 alunos responderam ao questionário diagnóstico para verificar o conhecimento prévio acerca do tema, o que representa 94,2% dos participantes. O levantamento do conhecimento prévio dos estudantes é fundamental na construção do planejamento de ensino do professor, pois ajuda na identificação de outras dificuldades conceituais e aprofundamento sistematizado do conteúdo (SALVATIERRA, 2021).

Na questão 1 o discente deveria definir o que é o Câncer. Apesar de ter sido explicado pela professora que as respostas ao questionário seriam sem pesquisar em nenhuma fonte, utilizando somente os conhecimentos que tivessem sobre o assunto, foi possível identificar 13 respostas copiadas integralmente de sites da internet, o que corresponde a 26,5%. Enquanto, os demais alunos responderam de forma simplificada, mas satisfatória para perceber que possuem noção do que é o câncer.

Dessa forma, a partir das respostas dos discentes que não copiaram da internet, confeccionou-se uma nuvem de palavras no aplicativo *Mentimeter*, onde o tamanho das palavras indica a citação em maior frequência, conforme observado na Figura 5.1.

A maior parte dos alunos (83%) que respondeu à pergunta sem cópia direta da internet demonstrou ter pouco ou nenhum conhecimento ao definir câncer como uma doença ou conjunto de doenças, e não mencionar outra informação além dessas. Também foram observadas algumas respostas (11%) que utilizavam termos isolados que remetiam as consequências do câncer, como o surgimento de tumor e crescimento desordenado de células. Apenas 2 respostas (6%) mencionaram a origem genética do câncer ao definir a doença como uma mutação ou anomalia genética.

Figura 5.1 Nuvem de palavras com as respostas de 36 alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA à pergunta: O que é o câncer?



Fonte: Mentimeter (dados coletados em agosto de 2021).

Na questão 2, os alunos foram perguntados sobre as causas do câncer. As respostas, na sua maioria citavam diversos fatores que realmente causam o câncer, mas observou-se que 14 respostas foram copiadas integralmente do site do INCA, o que corresponde a 28,6%. Nas demais respostas (35), os fatores indicados com mais frequência foram: alimentação (43%), radiação (17%), cigarro (14%) e as mutações genéticas (14%) (Figura 5.2).

Figura 5.2 Nuvem de palavras com as respostas de 35 alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA à pergunta: O que pode causar o câncer?



Fonte: Mentimeter (dados coletados em agosto de 2021).

Segundo Souza *et al.* (2019), há certa carência de recursos pedagógicos que aproximem o conhecimento científico relacionado à discussão de doenças como o câncer, ao cotidiano escolar, sendo necessário construir e/ou propor metodologias para o entendimento de câncer na visão dos estudantes.

Dentre os fatores mais frequentes nas respostas dos estudantes destacou-se a alimentação, sejam os maus hábitos alimentares, o consumo de alimentos industrializados ou contaminados com agrotóxicos. A alimentação é um dos fatores ambientais que exerce grande influência na ocorrência ou não de câncer, já que a alimentação inadequada é considerada o segundo maior fator causador de câncer que pode ser modificável (NEMER; CARVALHO, 2019). Com o aumento da expectativa de vida, a ocidentalização da dieta e a rotina acelerada, grande parte da população mundial consome diariamente produtos refinados, enlatados e industrializados, e a escolha dos alimentos, na maioria das vezes, é efetuada de forma inconsciente, optando-se pela praticidade (DAGOSTIN; RIGO; DAMÁSIO, 2019). Esses alimentos estão associados ao número crescente de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs), como o câncer (BOADA; HENRÍQUEZ-HERNÁNDEZ; LUZARDO, 2016).

Apenas 14% das respostas relacionaram câncer com genética, indicando a ocorrência de mutação como causa da doença. O câncer provém de mutações genéticas onde as células passam a adquirir capacidades especiais, como descontrole na reprodução celular, evasão de apoptose, invasão de outros tecidos e angiogênese (MARTINEZ *et al.*, 2006).

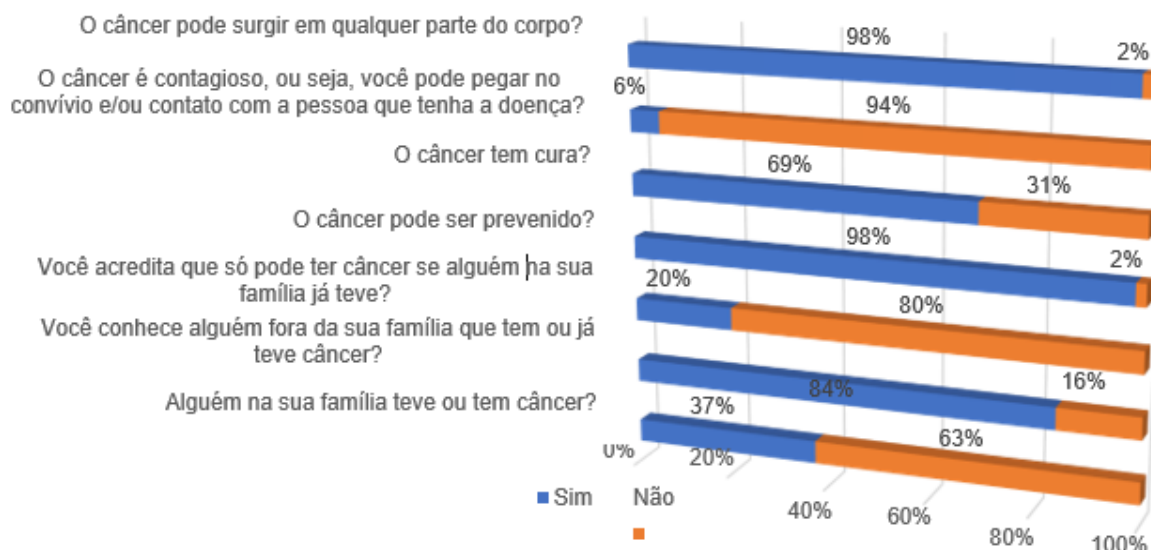
A hereditariedade da doença foi indicada apenas em 6% das respostas. Sabe-se que apenas cerca de 5% a 10% dos cânceres são hereditários, provenientes de mutações na linhagem germinativa (FEARON, 1997). Desta forma, os cânceres humanos são, na sua maioria, de origem somática resultantes da interação de fatores genéticos e ambientais (PERERA, 1997). Portanto, de forma geral, as respostas dos alunos refletem que a maioria soube distinguir doença genética de doença hereditária.

As demais questões foram objetivas e os alunos marcaram sim ou não de acordo com seus conhecimentos pré-existentes indagados em cada sentença (Figura 5.3).

Observou-se que 98% dos alunos acreditam que o câncer pode surgir em qualquer parte do corpo. Esse pensamento está de acordo com as informações

fornecidas pelo INCA (2006): “o câncer pode surgir em qualquer parte do corpo, mas alguns órgãos são mais afetados do que outros, entre os mais afetados estão pulmão, mama, colo do útero, próstata, pele, cólon e reto”.

Figura 5.3. Relação das respostas (%) dadas pelos estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola de Caxias-MA sobre o tema Câncer (questões fechadas 3 a 9).



Fonte: De autoria própria (dados coletados em agosto de 2021).

De acordo com as respostas apenas 6% dos alunos acham que o câncer é contagioso. Percebe-se que com o passar do tempo, alguns mitos sobre o câncer têm sido abandonados. Kapp, Zanini e Schetinger (2010), também com alunos do 3º ano do ensino médio constataram que cerca de 25% acreditavam que o câncer era contagioso. Tal conceito evidencia o desconhecimento da doença, podendo mesmo ser um motivador de preconceito contra os doentes.

Ao serem questionados sobre a cura do câncer, 69,4% acreditam que é possível. Em entrevista à Revista Rede Câncer do INCA, Lilian Arruda Barros, coordenadora adjunta do Departamento de Oncologia e investigadora do Centro de Pesquisa Clínica do Instituto Brasileiro de Controle do Câncer (IBCC), em São Paulo, afirma que existe cura para o câncer, dependendo principalmente do estágio em que a doença é diagnosticada, mas também está atrelada ao tipo de tumor (INCA, 2018).

A maior parte dos alunos (98%) acreditam que o câncer pode ser prevenido. A prevenção do câncer engloba ações realizadas para reduzir os riscos de ter a

doença, como: não fumar, evitar comidas processadas, evitar a ingestão de bebidas alcoólicas, usar protetor solar, vacinar-se e praticar atividades físicas, entre outros (INCA, 2022).

Em relação à herança do câncer, 20% dos alunos acreditam que só é possível ter câncer se alguém da família já teve. As síndromes de câncer hereditário são afecções genéticas, nas quais neoplasias malignas tornam-se mais prevalentes em indivíduos de uma mesma família, pois são transmitidas de uma geração para outra, por meio de um padrão de herança mendeliano bem definido, em geral do tipo autossômico dominante, ou seja, 50% de risco de transmissão para a prole em cada gestação, independentemente do sexo (DANTAS *et. al*, 2009).

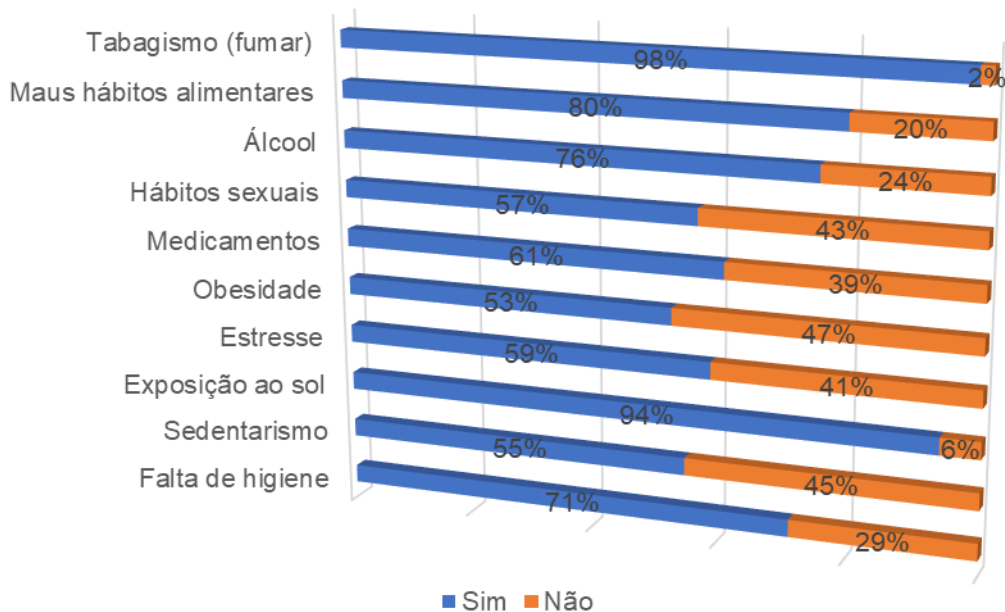
Cerca de 37% dos alunos indicaram que alguém na sua família tem ou teve câncer, esse número chega a 84% quando perguntado se conhecem alguém fora da família que tem ou teve câncer. Segundo a estimativa do INCA, no Maranhão, mais de 10 mil novos casos de câncer foram registrados em 2020. Os cânceres mais incidentes foram: de próstata (1850 novos casos), do colo do útero (890 novos casos) e de mama (840 novos casos).

O monitoramento do histórico pessoal de pacientes com câncer é objeto de grande importância, uma vez que o aumento do risco de neoplasias pode estar diretamente associado a fatores externos de risco epidemiológicos como uso de cigarro, alcoolismo, obesidade ou a fatores genéticos como predisposição ao câncer mamário pela presença do gene BRCA1 e translocação do gene BCR-ABL para leucemias (DUARTE *et. al*, 2018).

Na última questão, os discentes foram apresentados a uma sequência de hábitos e julgaram a associação de cada um deles na causa do câncer (Figura 5.4).

Dentre os fatores externos, são amplamente conhecidas as radiações ionizantes (raios X, raios-gama), que têm energia suficiente para danificar o DNA das células e causar câncer, e a radiação UV (não ionizante) que em excesso tem sido o principal fator de risco para o câncer de pele (LOPES; CRUZ; BATISTA, 2012). Esta última é amplamente divulgada na mídia por meio de propagandas que vendem produtos capazes de proteger quanto a esse tipo de radiação, o que explica a concordância de 94% dos alunos ao indicarem que este fator é capaz de causar câncer.

Figura 5.4. Relação das respostas dadas pelos estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola de Caxias-MA quando questionados: Você acredita que esses hábitos podem causar câncer?



Fonte: De autoria própria (dados coletados em agosto de 2021).

Outro fator externo de risco importante é o tabagismo, também muito divulgado na mídia, principalmente a partir de início do século XXI, quando se tornou obrigatório o uso de imagens de advertência nas embalagens de cigarro. O tabagismo é reconhecido como uma doença crônica causada pela dependência à nicotina presente nos produtos à base de tabaco, que mata mais de 8 milhões de pessoas por ano e mais de 7 milhões dessas mortes resultam do uso direto desse produto, enquanto cerca de 1,2 milhão é o resultado de não-fumantes expostos ao fumo passivo (COSTA; SOUSA; SANTOS, 2021).

De forma geral, os discentes apresentaram conhecimento relativamente satisfatório sobre o tema, mas ainda com muitas lacunas que devem ser esclarecidas, principalmente em relação a mutações e hereditariedade, o que reforça a necessidade de estratégias para abordar o tema de forma mais satisfatória. Além disso, percebemos que a quantidade de alunos que não associam maus hábitos alimentares e álcool com o câncer é cerca de 20%, sendo mais impactante ainda quando a relação é obesidade e sedentarismo, com uma média de 46% dos participantes da pesquisa que acreditam não serem possíveis causas de câncer.

Dessa forma, verifica-se que nem sempre o ensino promovido no ambiente escolar tem permitido que o estudante se aproprie dos conhecimentos científicos de modo a compreendê-los, questioná-los e utilizá-los como instrumento que extrapole o mesmo, possibilitando conexões, integrando escola e a comunidade na qual ele vive (KAPP; ZANINI; SCHETINGER, 2010).

Essa discussão é de extrema importância, pois a educação é capaz de despertar interesse pela manutenção da saúde, desenvolvendo nas pessoas consciência crítica das reais causas de seus problemas (PETRY, 2003).

5.3.2 Momento 2 - Problematização

No primeiro momento, cada grupo recebeu seu material (textos motivadores, vídeos e infográficos), que se encontra no *Padlet* “Investigando o câncer”, para contextualizar o assunto e teve sete dias para analisá-lo, tempo suficiente, já que eram textos simples e de fácil compreensão. Esta etapa de seleção ou criação de problemas de modo a permitir a introdução de um novo conhecimento, deve ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não possui e que ainda não foi apresentado pelo professor (BERTUSSO *et al.*, 2018).

No segundo momento, de forma presencial, os alunos foram questionados pela professora sobre o que cada grupo havia achado de mais interessante no material recebido previamente para análise.

Na turma A, os grupos GA1 e GA2 não se manifestaram, mas o G3A afirmou que “muitos alimentos podem influenciar no desenvolvimento de células cancerígenas”, o G4A disse que “os alimentos, quando come demais, podem influenciar no câncer” e completou afirmando que o “câncer de cólon é mais comum em homens do que em mulheres e afeta mais as pessoas negras”. Nesse momento a professora perguntou ao G4A se eles haviam pesquisado o porquê, e eles disseram ser por conta “dos homens ter menos cuidado com alimentação e não gostar de ir ao médico”. O G5A ressaltou que “76% dos casos de câncer relacionados ao consumo de bebidas alcoólicas afeta os homens e os principais são na boca e pulmões”.

Na turma B, os alunos também foram questionados pela professora sobre o material que haviam recebido. Nesta turma, os grupos G1B e G4B não se manifestaram. Os demais grupos destacaram a importância da manutenção de

hábitos saudáveis: o G2B destacou que “uso de cigarro pode causar câncer de pulmão”; já o G3B afirmou que a “alimentação saudável e atividade física diminuem o risco de câncer”; e o G5B relatou que “o consumo de álcool pode levar ao câncer e 76% dos casos ocorre com homens, provavelmente por haver maior consumo e menos cuidado com a saúde”.

Em ambas as turmas, observou-se que parte dos alunos não se manifestou quando questionados. Embora a proposta de uma metodologia de ensino pautada na problematização e investigação não seja uma discussão recente, isso não tem sido realidade em muitas escolas públicas, pois os estudantes, de início, têm um pouco de dificuldade em expor suas ideias e em discutir os conteúdos científicos (MOREIRA *et al.*, 2015).

Nas manifestações realizadas pelos demais grupos, observou-se o desenvolvimento de competências conceituais, visto que ficou clara a influência dos hábitos diários no desenvolvimento do câncer. Os fatores de risco podem ser encontrados no ambiente físico, herdados ou resultado de comportamentos, hábitos ou costumes próprios de um determinado ambiente social e cultural, como má alimentação, sedentarismo, álcool, exposição à radiação, obesidade, tabagismo, dentre outros (INCA, 2022).

De forma geral, os alunos foram capazes de interpretar as informações contidas nos textos motivadores, construir sínteses e realizar a exposição oral da informação, embora de forma tímida. Além do desenvolvimento dessas competências procedimentais, observou-se que o G4A, ao analisar as informações recebidas conseguiu realizar inferências, elaborando uma hipótese para explicar o porquê de a incidência do câncer de cólon ser mais comum em homens do que mulheres.

5.3.3 Momento 3 - O câncer: causa e profilaxia

Após os questionamentos iniciais, os estudantes foram convidados a continuar o debate através da “Dinâmica MITO ou VERDADE”. Em grupos, os discentes discutiram e se posicionaram diante de cada situação-problema apresentada, explicando porque escolheram aquela resposta (Figura 5.5).

Na turma A, após apresentação da situação-problema I, representada por uma charge do Lobo Mau e os 3 porquinhos que atribui o aumento dos casos de câncer à ingestão de bacon, apenas o G2A afirmou tratar-se de um MITO, justificando que a

“gordura de porco é boa”, enquanto os demais afirmaram ser VERDADE, já que “o bacon pode causar câncer de intestino” (G1A), “é um alimento processado com muita gordura e sal” (G3A), “trata-se de uma carne gordurosa que causa câncer de intestino” (G4A) e “consumido em excesso faz mal” (G5A).

Figura 5.5 Imagens dos discentes da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA durante a “Dinâmica MITO ou VERDADE”.



Fonte: De autoria própria.

Na turma B, apenas o G3B acreditou tratar-se de um MITO, justificando que a “gordura aumenta o risco, mas não causa câncer, sendo que 3 fatias aumentam o risco em 20%”, enquanto os demais afirmaram ser VERDADE, já que “a causa pode estar relacionada com a alimentação do porco” (G1B e G2B), “a causa pode ser comer gordura e carne e não praticar atividade física” (G4B) e “bacon tem gordura em excesso” (G5B).

Em ambas as turmas, observou-se que os alunos foram capazes de analisar a imagem, agregar conhecimento pré-existente e realizar inferências. Nas

manifestações ficou claro que não é a ingestão de gordura que causa câncer, mas sim a quantidade ingerida, e que outros fatores também influenciam como a presença do sal e a falta de atividade física. Lipídios provenientes da dieta certamente influenciam no processo carcinogênico através de vários mecanismos, obviamente, em colaboração a outros fatores etiológicos (BOLLER; FALDONI, 2017).

Em relação à situação-problema II, que aborda o diálogo entre amigos sobre o Novembro Azul, no qual um dos personagens acredita que não há chance de ter câncer porque ninguém da sua família teve, todos os grupos afirmaram ser MITO, as seguintes justificativas foram apresentadas na turma A: o câncer “pode estar associado à má alimentação e/ou mutação no gene” (G1A), “pode estar associado à má alimentação e ao cigarro” (G2A), “pode estar associado a substâncias tóxicas, exposição solar e cigarro” (G3A), “todo mundo está sujeito a desenvolver o câncer” (G5A).

Na turma B todos os grupos também afirmaram se tratar de um MITO a situação-problema II e justificaram afirmando que o “câncer pode ser causado por outras coisas” (G1B, G2B e G3B), mas não souberam especificar. O G4B afirmou que “câncer não é hereditário, se alguém da família teve pode aumentar a chance”. Embora não tenham se expressado de forma correta, essa afirmação demonstra que os alunos entendem que o câncer não é determinado unicamente pelo componente hereditário, o que foi reforçado pelo G5B que acrescentou a informação de que “apenas 10% dos casos são influência da família”.

As afirmações dos grupos demonstraram que o câncer além de ser uma doença herdável, é também muito influenciado por fatores externos. Segundo dados do INCA, entre 80% e 90% dos casos de câncer estão associados a causas externas, onde as mudanças provocadas no meio ambiente pelo próprio homem, os hábitos e o comportamento podem aumentar o risco de diferentes tipos de câncer (INCA, 2022).

No que se refere à situação-problema III, que retrata amigas numa caminhada e relaciona câncer de mama com falta de cuidados com alimentação e ausência de atividade física, em ambas as turmas, os grupos foram unânimes ao afirmar que a fala da personagem Roberta é VERDADE, pois “alimentação e atividade física realmente são importantes” na prevenção do câncer. Em relação à fala da personagem Júlia, todos os grupos julgaram tratar-se de um MITO, no entanto, os

argumentos utilizados por G1A: “pode ser desenvolvido por má alimentação” e G4A: “alimentação e exercício físico previne” não explicam a ocorrência do câncer na tia da personagem.

Os demais grupos da turma A argumentaram a escolha da resposta afirmando que além da má alimentação, existem outros fatores externos que contribuem no desenvolvimento do câncer tais como: “pode ser desenvolvido por falta de cuidado com o corpo” (G2A), “pode estar associado a higiene das mamas e consumo de alimentos industrializados, assim como hormônios e antibióticos que prejudicam os glóbulos vermelhos, o que causa anemia e posteriormente leucemia” (G3A). No entanto, observou-se que essas definições são imprecisas e não consideram o componente herdável da doença. Sabe-se que, dentre os riscos mais aceitos pela comunidade científica para o câncer de mama, pode-se apontar laços familiares diretos, como mãe com câncer de mama ou irmã com câncer de mama, o que eleva em 2 a 3 vezes a chance do surgimento do câncer de mama, além de que se, tanto a mãe quanto a irmã tiverem câncer de mama, essa chance aumenta mais ainda (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Apenas o G5A mencionou a diversidade existente na população quando afirma que “a alimentação pode evitar (o câncer), mas cada pessoa tem um metabolismo, reage de forma diferente”.

Já na turma B os argumentos apresentados pelos grupos ao julgar a fala da personagem Júlia como mito revelaram que os alunos tem o conhecimento do componente herdável, como se verificou nas afirmações a seguir: “o câncer da tia pode ser hereditário, pois a alimentação só previne” (G1B), “alimentação pode influenciar, mas câncer pode ser hereditário” (G2B), “mesmo cuidando da alimentação, se for genético pode ter a doença” (G3B), “câncer pode ser hereditário” (G4B), “a alimentação pode influenciar, além da bebida alcoólica, mesmo cuidando da saúde, sempre há chance de câncer” (G5A).

Ao término da dinâmica “Mito ou Verdade” a professora apresentou um slide para reflexão dos discentes com o seguinte questionamento: “Diante das discussões já realizadas, como cada um de vocês avalia a sua alimentação?” De imediato, a maioria afirmou que a alimentação está ERRADA, inclusive levantaram a plaquinha vermelha utilizada na dinâmica para enfatizar. Os alunos relataram um grande consumo de salgadinhos industrializados, refrigerante, enlatados e macarrão do tipo “miojo”, mostrando ter adquirido consciência de que estes não são alimentos saudáveis.

A professora também questionou: “Somente o fato de a pessoa ter uma alimentação rica em frutas e verduras irá garantir uma vida saudável?”, eles afirmaram que “não, pois nosso corpo tem necessidade de diversos nutrientes presentes em outros tipos de alimentos, sendo importante uma alimentação diversificada e balanceada”.

Através da alimentação pode-se alcançar maior qualidade de vida, já que é comprovado que com absorção das vitaminas e minerais o organismo humano tem melhor desenvolvimento (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

A dinâmica foi muito proveitosa, os estudantes bastante participativos, em vários momentos ficou evidente que analisaram o material previamente distribuído aos grupos, pois alguns argumentos eram baseados em informações contidas nos textos e vídeos. Mesmo os estudantes não sendo habituados ao ensino por investigação, quando são bem direcionados ao debate, torna-se uma metodologia exitosa, que enriquece o processo de ensino-aprendizagem.

Muitas vezes não é o conteúdo que distancia o aluno na sala de aula, e sim a prática docente exercida. Para isso, é necessário planejamento com aulas dinâmicas e estratégias didáticas que os auxiliem na construção de uma aprendizagem significativa (ABREU, FREIRE, SOUSA, 2021).

5.3.4 Momento 4 - Câncer e alimentação

Dando continuidade às discussões, só que agora de forma assíncrona através do aplicativo *WhatsApp*, a professora lançou as seguintes questões: “1. Será que a nossa alimentação pode induzir a ocorrência de câncer?” e “2. Como os cientistas podem responder a essa pergunta?”. Cada grupo teve o prazo de uma semana para colocar sua hipótese e justificativa.

De acordo com uma pesquisa realizada com professores da rede pública de ensino do estado de Minas Gerais sobre o uso do *WhatsApp* durante o ensino remoto, o aplicativo demonstrou ser uma ferramenta vital para a continuidade da modalidade de ensino, principalmente no que diz respeito à comunicação entre professores e estudantes, em virtude dos seus recursos de envio de áudios, vídeos e mensagens instantâneas, além das formatações possíveis, tornando-se fundamental para manter um elo de busca de construção do conhecimento através do processo de ensino-aprendizagem (ROSSI *et al.*, 2021).

Para o primeiro questionamento, todos afirmaram que a alimentação pode induzir a ocorrência de câncer; mas na segunda questão, apenas dois grupos se manifestaram (Quadro 5.2).

Quadro 5.2. Respostas dos grupos de alunos quando questionados via *WhatsApp* pelo professor: “Como os cientistas podem responder a essa pergunta?”.

Identificação	Respostas/ hipóteses
G1A	“através do teste de Aflatoxina”
G2B	“podemos testar através dos reagentes de pH, por exemplo, esse teste é feito em refrigerantes para avaliar a acidez do produto e já foi comprovado que o refrigerante é mil vezes mais ácido que o sangue humano, ou seja, pode levar ao câncer.”

Fonte: dados extraídos das conversas de *WhatsApp* no grupo do projeto.

Entre os tipos de micotoxinas, as aflatoxinas produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, principalmente *A. flavus*, *A. parasiticus* e *A. nomius*, caracterizam-se por serem potentes agentes mutagênicos e carcinogênicos (ROSIM; OLIVEIRA; CORASSIN, 2018). Estudos mostram que algumas dessas aflatoxinas apresentam efeitos hepatóxicos, neurotóxicos e podem ser também relacionadas a danos ao DNA em animais (MARQUEZONI *et al.*, 2022). O teste de aflatoxina é utilizado na agroindústria com a finalidade de detectar o nível de infestação dessas micotoxinas em amostras de grãos (SANTOS, 2020).

Embora a detecção de aflatoxinas apontada pelo G1A não se relacione diretamente com a resposta da pergunta realizada pela professora, observou-se que o estímulo a busca pelo conhecimento contribuiu no desenvolvimento de competências procedimentais, a partir de informações do cotidiano, vinculadas na mídia sobre a toxicidade das aflatoxinas, os alunos foram capazes de realizar inferência elaborando a hipótese “através do teste de Aflatoxina”, no entanto, não conseguiram avançar no desenvolvimento da ideia.

Na resposta do G2B, observou-se o desenvolvimento de competências procedimentais relacionadas a compreensão e organização conceitual da informação. Os alunos foram capazes de realizar inferências a partir do conhecimento prévio, construir sínteses e fazer generalizações para outros contextos, uma vez que acreditam que o “refrigerante é mil vezes mais ácido”, “refrigerante ... pode levar ao câncer” e conseqüentemente alimentos ácidos causam câncer. De acordo com o grupo, se todas as suposições estão corretas, poder-se-ia

testar se um determinado alimento pode induzir a ocorrência de câncer através de um teste de pH.

Foi explicado aos alunos que o teste de pH indica o nível de acidez de determinado alimento, no entanto, relacionar a acidez da alimentação com a ocorrência de câncer é um mito muito comum vinculado à internet, não existem estudos científicos conclusivos neste sentido. Em contrapartida, de acordo com Schornack e Gillies (2003), o desenvolvimento do tumor é quem provoca alterações, tornando o meio em sua volta mais ácido.

Estudos revelam que o pH de uma célula cancerosa não é igual ao pH de uma célula saudável e de acordo com uma pesquisa que observa a acidez intracelular, níveis mais baixos de pH foram encontrados em células normais quando comparados com todas as linhagens de células cancerígenas e este aumento do pH intracelular em células cancerosas é mantido pela atividade aumentada de transportadores de íons da membrana plasmática e reguladores de pH (BELOTTI *et al.*, 2021).

Ainda fazendo uso do aplicativo *WhatsApp*, a professora solicitou a elaboração de uma lista de alimentos habitualmente consumidos pelos alunos que fossem “possivelmente cancerígenos” (Quadro 5.3).

Dentre os alimentos indicados pelos alunos observou-se a preocupação com os alimentos processados (“enlatados, salsichas, bacon, presunto, linguiça” e o excesso de refrigerante, açúcar, teor de sódio e álcool). Todos esses alimentos já haviam sido citados durante a fase de problematização das atividades e durante a realização da dinâmica “Mito ou Verdade”. Informação adicional foi trazida pelo G1B que citou “frutas e vegetais não orgânicos” como alimentos possivelmente cancerígenos. Na justificativa, o grupo usou um trecho de uma crítica ao artigo publicado na revista *JAMA Internal Medicine*, na qual é demonstrado que as conclusões do artigo ainda são preliminares e não podem ser sustentadas cientificamente.

A busca por respostas prontas na internet tem sido realizada com frequência por estudantes, visto a rapidez e a facilidade com que as obtêm, no entanto, observa-se que os estudantes nem sempre conseguem compreender aquilo que leem. G1B usou como justificativa à resposta dada um argumento que desmentiu a própria resposta. De acordo com Fernandes (2019), durante uma pesquisa na internet, é importante que se esclareça a necessidade de uma busca científica

segura (em bases de dados confiáveis) a fim de evitar a utilização de informações dúbias.

Quadro 5.3. Lista de alimentos “possivelmente cancerígenos” indicados pelos grupos de ensino médio para serem testados com atividade prática.

Identificação	Manifestação
Professora	“Cada grupo deve citar 2 alimentos que gostariam de testar, além de justificar o porquê da escolha do alimento”
G1A	“refrigerantes e enlatados, pois consumidos em excesso podem causar o câncer”
G4A	“carnes processadas como salsichas, bacon, presunto, linguiça etc., além da carne vermelha, porque esses dois alimentos, são consumidos de maneira exagerada”.
G1B	“frutas e vegetais não orgânicos. Os consumidores de alimentos orgânicos geralmente estão convencidos de que sua escolha é a melhor opção para a saúde, apesar da falta de evidências científicas que apontem nesse sentido. Dentro de um cenário de grande crescimento pela procura por esse tipo de alimento, não é de se estranhar a grande repercussão que teve a publicação dos resultados de um estudo que analisou a relação entre consumo de alimentos orgânicos e o risco de ter câncer”.
G2B	“miojo e salsicha, porque são dois alimentos bastante consumidos e que apresentam alto teor de sódio e, se isto, tem relação com o câncer”.
G3B	“bebidas alcoólicas e açúcar, pois são os mais consumidos por alguns jovens atualmente”.
G4B	“carnes e refrigerantes ou álcool, já que esses alimentos são consumidos em excesso e podem causar câncer”.
G5B	“miojo e bebidas alcoólicas; o miojo por causa de seus temperos industrializados e os conservantes que contém neles podem contribuir para a aparição do câncer, já as bebidas alcoólicas em excesso também podem contribuir para a aparição do câncer, pois o álcool de certa forma é a toxina que ataca o fígado da pessoa e pode causar um possível câncer”.

Fonte: dados extraídos das conversas de *WhatsApp* no grupo do projeto.

Visto que nem todos os grupos sugeriram alimentos a serem testados e a dificuldade de aquisição de alguns desses alimentos, baseando-se nas sugestões dos grupos, a professora organizou a lista de alimentos/bebidas que deveriam ser levados na aula seguinte por cada grupo, para o início da realização do TTE em *D. melanogaster* (TTE), ficando assim distribuído: Refrigerante de “Cola” (G1A e G1B), Refrigerante “Jesus” (G2A e G3B), Refrigerante de “Laranja” (G3A e G2B), Refrigerante de “Uva” (G4B), Salsicha (G4A) e Sachê de “miojo” (G5A e G5B).

No dia da aula presencial, como forma de retomar as discussões, a professora iniciou apresentando à turma as hipóteses levantadas pelos grupos para as questões propostas anteriormente no *WhatsApp*. Cada hipótese levantada foi explicada pela professora através de uma aula expositiva com apoio de slides no *Power point*, onde os estudantes deixaram claro que simplesmente fizeram uma pesquisa para cumprir uma etapa da atividade proposta, pois ao serem indagados não sabiam explicar suas hipóteses.

Observou-se que os alunos apresentaram muita dificuldade de argumentação e sustentação das respostas. O desenvolvimento da comunicação através da exposição oral é uma das competências procedimentais relacionada por Barcellos, Coelho (2019) que precisa ser mais bem trabalhada no ambiente escolar.

No momento da apresentação das hipóteses entre os alunos, muitos não conseguiram elaborar seus argumentos sem o auxílio do professor. Segundo Bianchini (2014), o professor tem papel fundamental nesta elaboração e os alunos esperam isso dele, pois não se sentem prontos ou porque, simplesmente, não conseguem argumentar sozinhos.

5.3.5 Momento 5 - A investigação a partir de um modelo biológico

Após a apresentação do modelo *D. melanogaster* por meio do vídeo disponível no YouTube, a professora fez uma explanação com o uso do *Power point*, durante a qual os alunos foram instigados a pensar sobre questões a seguir:

- Qual é a vantagem da *Drosophila* sobre os outros organismos modelos?
- Qualquer *Drosophila* serve para estudar o câncer? A de supermercado serve?
- Podemos extrapolar os resultados de *Drosophila* para humanos?
- Em que momento a *Drosophila* deve ser alimentada?

Na turma A, alguns estudantes disseram que pode ser usada qualquer mosca para estudar o câncer e outros afirmaram que não, “só de laboratório”, mas não sabiam explicar o porquê. Quanto a vantagem da *Drosophila* sobre outros organismos modelos, eles afirmaram que “é mais fácil de alimentar”. Os discentes sentiram muita dificuldade em responder sobre a possibilidade de extrapolar os resultados para humanos, mas alguns, com uma certa insegurança, disseram que “poderia ser a semelhança com o material genético”. Ao serem questionados sobre o momento de alimentar as moscas, a maioria disse que “eram as adultas”.

A turma B, ao ser questionada sobre a possibilidade de usar qualquer mosca no experimento, afirmou que “não, pois a mosca que fica em qualquer lugar, pode comer qualquer coisa”. Disseram que a vantagem da *Drosophila* sobre outros organismos modelos é que “a mosca é uma animal menos importante e o processo de reprodução é mais rápido”. Aqui também foi observada muita dificuldade em explicar a possibilidade de extrapolar os resultados para humanos, mas chegaram a mesma resposta da outra turma: “semelhança do material genético”. Em relação ao momento de alimentar as moscas, a maioria também afirmou que “eram as adultas”.

Em ambas as turmas, foi necessária muita intervenção da professora para o levantamento das hipóteses. No que se refere à vantagem da *Drosophila* foi necessário reforçar o fato do seu ciclo reprodutivo curto e a formação de muitos descendentes, além dos aspectos éticos, uma vez que pesquisas com o uso de animais vertebrados precisam de apreciação pelo Comitê de Ética. Outro ponto que precisou de maior esclarecimento foi que não se pode usar qualquer mosca no experimento, no TTE são usadas linhagens mutantes que carregam genes marcadores específicos, que não são encontrados naturalmente, apenas em laboratório. Por fim, foi explicado como funciona o TTE em *D. melanogaster*, onde foram abordados conceitos chaves, como: cromossomos e genes supressores tumorais.

O levantamento de hipóteses é um momento importante na resolução de problemas, e requer a atenção do professor, no sentido de dar suporte e espaço para que os alunos sejam comunicadores, explicitando seus conhecimentos, dúvidas e relações que estabelecem durante as aulas de ciências (NUNES; MOTOKANE, 2015).

Num segundo momento, após o término do horário de aulas, voluntários de cada equipe, juntamente com a professora, foram ao Laboratório de Ciências da escola para preparar seus respectivos experimentos (Figura 5.6). Visto que nem todos os grupos levaram um alimento a ser testado, foi necessário fazer uma nova redistribuição dos discentes dentro dos grupos que se mantiveram formados, para que todos os interessados em continuar participando do estudo pudessem dar prosseguimento às atividades. Desta forma, juntos, os alunos das duas turmas foram rearranjados em seis grupos de acordo com as substâncias testadas.

Figura 5.6 Montagem do Teste de Tumor Epitelial com *D. melanogaster* realizado pelos alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Caxias-MA sob a supervisão da professora. A e B: contagem e separação das larvas; C, D, E, F e G: preparo do experimento com refrigerantes diversos; H e I: preparo da salsicha para misturar ao purê.



Fonte: De autoria própria.

Sob a orientação da professora, cada grupo separou 200 larvas em estágio 2 do desenvolvimento, resultantes do cruzamento entre moscas fêmeas virgens *wts* e

machos *mwh*. As larvas foram cuidadosamente colocadas em frascos plásticos contendo 2 g de purê instantâneo YOKI® preparado juntamente com o alimento (ou bebida) que seria testado.

Enquanto os estudantes realizaram a montagem do experimento com seu alimento ou bebida, a professora preparou o controle negativo, em que um dos frascos o purê foi hidratado apenas com água, além de evidenciar a importância deste para a análise dos resultados. A professora explicou que no controle negativo (CN) as moscas não deveriam ser expostas diretamente a um “potencial carcinogênico”. O uso do grupo controle em experimentos se faz necessário para fins de melhor comparação e deve ser planejado de forma que não produza o resultado desejado do experimento (BRAVIN *et al.*, 2021).

Apesar de não terem familiarização com o material, principalmente com as larvas de moscas, os discentes demonstraram atenção e interesse durante a montagem do experimento, não tiveram resistência e nem nojo durante a manipulação. Tudo foi novidade, um momento totalmente diferente, tanto o fato de ir ao espaço do laboratório da escola, que nunca havia sido utilizado, quanto a realização de um experimento, no qual eles foram os protagonistas.

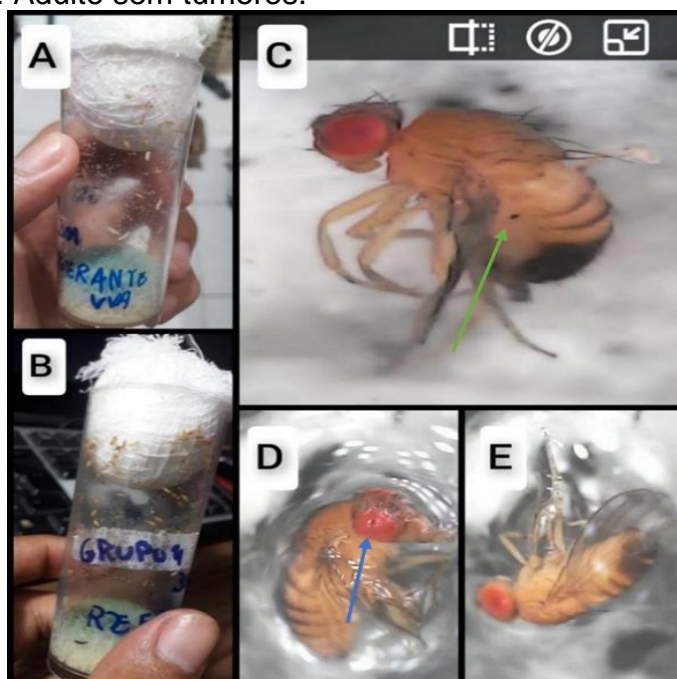
Após todos os grupos finalizarem a coleta de larvas, foi explicado que 1 (um) integrante do grupo deveria levar o pote com as larvas para casa e ficar responsável pela coleta dos indivíduos adultos quando eclodissem das pupas (que em breve as larvas se transformariam). Além disso, realizou-se um breve treinamento com os alunos, no qual aprenderam a conectar os microscópios portáteis ao próprio aparelho celular e a manusear o equipamento para que pudessem observar as moscas que surgiriam no experimento realizado a partir das larvas tratadas com o alimento “possivelmente cancerígeno”.

Durante o treinamento, utilizando moscas cedidas pelo Laboratório de Genética da Universidade Estadual do Piauí, os alunos aprenderam a diferenciar os indivíduos que possuíam o gene *wts*, os quais deveriam ser avaliados, dos indivíduos que apresentavam pelos curtos e grossos, que deveriam ser descartados, já que não apresentavam o gene de interesse. Os alunos aprenderam também a identificar os tumores e foram orientados a registrar numa tabela a sobrevivência dos indivíduos e o número de tumores encontrados nas diferentes partes do corpo das moscas, ademais, cada grupo recebeu potes de vidro, funil, pipeta descartável e álcool, para auxiliar na coleta e estocagem das moscas que deveriam ser avaliadas.

Em casa, à medida que as moscas foram eclodindo, o que ocorreu em até 10 dias contados a partir do cruzamento, os alunos coletaram e as colocaram em álcool 70% as moscas adultas para preservação. Em seguida, com o auxílio de uma lupa/microscópio digital LIBA Modelo USB X4 Ampliação 1600X e um pincel nº1, os alunos realizaram a separação das moscas que deveriam ser analisadas (apenas aquelas que apresentavam pelos longos e finos no corpo, pois são essas moscas que apresentam o gene balanceador *wts*, responsável pelo surgimento das verrugas) quanto a ocorrência de tumores epiteliais em todo o corpo. Todas as observações foram registradas numa tabela. Fotos foram tiradas em celular próprio e enviadas para a professora pelo *WhatsApp* que orientou todas as etapas da investigação.

Além do relato escrito via *WhatsApp*, os alunos mandaram fotos de seus experimentos registrando cada etapa do desenvolvimento dos indivíduos dentro do pote (Figura 5.7). Enquanto analisavam os indivíduos adultos em busca de tumores, constantemente mandavam fotos para confirmar com a professora a identificação das moscas com o pelo marcador e os possíveis tumores.

Figura 5.7 Fotos enviadas pelos discentes durante a realização e acompanhamento do experimento. A e B: Larvas subindo para a lateral do frasco e tornando-se pupas. C, D e E: Prints tirados do aplicativo OTG View. C: Adulto com tumor identificado no abdômen (seta verde). D: Adulto com tumor identificado no olho (seta azul). E: Adulto sem tumores.



Fonte: De autoria própria.

5.3.6 Momento 6 - Apresentação e divulgação dos resultados

Finalizadas as análises, na semana seguinte, os grupos de ambas as turmas foram reunidos no auditório da escola, após o horário da aula, para socialização de seus resultados. Inicialmente, os alunos reuniram-se em seus respectivos grupos. A professora apresentou a dinâmica da aula e desenhou no quadro acrílico, uma tabela contendo nas linhas, a substância testada, e nas colunas a quantidade de moscas que sobreviveram, a quantidade de moscas avaliadas quanto ao número de tumores e o total tumores observados. Solicitou-se que um representante de cada grupo, fosse ao quadro preencher a tabela com as informações observadas pelo seu grupo (Figura 5.8).

Figura 5.8 Tabulação de dados observados pelos alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Caxias-MA no Teste de Tumor Epitelial com *D. melanogaster* alimentadas na fase larval com diferentes alimentos “potencialmente cancerígenos”.



Fonte: De autoria própria.

Após a elaboração conjunta do quadro a professora deu início às discussões a respeito dos dados observados: “O que vocês acham que aconteceu com as larvas que se alimentaram do sachê do milho? Por que não nasceram indivíduos adultos?” O G5B que conduziu o experimento logo respondeu: “Fizemos tudo certo, mas a gente acha que tem muita substância tóxica, que fazia mal, por isso não desenvolveu” (Figura 5.9).

Figura 5.9 Quadro construído pela professora e pelos alunos do 3º ano do Ensino Médio para a interpretação dos resultados obtidos durante a análise das moscas.

Treatamento	Subsequentes	Analisados	Total de tumores	Frequência
CN (ÁGUA)	170	80	2	2,5%
REFRI COLA	154	39	7	17%
REFRI LARANJA	92	38	11	61%
REFRI JESUS	85	29	5	17%
REFRI UVA	2	2	?	
SALSICHA	9	9	?	
SACHÊ MIOJO	0	0	1	
			0	

Fonte: De autoria própria.

“O que aconteceu com as larvas que se alimentaram de salsicha?” indagou a professora aos alunos. “Eu acho que a salsicha prejudicou o nascimento” respondeu o G4A, mas diferente do grupo anterior não propuseram uma explicação para o fato.

Dando sequência a análise dos dados a professora perguntou: “Já que nos outros refrigerantes nasceram mais moscas, o que houve com as larvas que se alimentaram de refrigerante uva?” “A gente acha que ele é mais tóxico”, respondeu o G4B. Em seguida, a professora evidencia a importância do controle negativo no delineamento experimental: “Comparadas com o controle negativo, vocês acham que as substâncias que nós testamos são tóxicas?”. Os alunos foram unânimes em responder que “sim, todas são”.

A professora prosseguiu com a discussão: “de acordo com o total de tumores, qual foi o mais cancerígeno?” Os alunos não tiveram dúvida e apontaram “o refrigerante laranja”, a professora continuou: “e o segundo, foi cola ou jesus?” Os alunos não hesitaram e responderam “foi cola”. No entanto, observou-se que os alunos levaram em consideração apenas o número total de tumores observados nas moscas tratadas com os dois refrigerantes. A professora então questionou: “Tem certeza? O que podemos fazer para descobrir?” Convencidos de que a resposta estava certa os alunos não a responderam.

Explorando o assunto de forma interdisciplinar a professora acrescentou que, como o número de moscas em cada tratamento é diferente “precisamos calcular a frequência” de tumores/moscas analisadas. Cada equipe fez o cálculo do seu experimento e a professora completou a última coluna da tabela que estava no quadro.

“Observem que mesmo a quantidade de tumores sendo diferente, a frequência do refrigerante cola e Jesus é praticamente a mesma” dessa forma os dois tratamentos não foram diferentes em relação ao potencial cancerígeno concluiu a professora. “Então a maior frequência de tumores foi no refrigerante laranja, é o mais cancerígeno” destacou G2A. Os demais grupos concordaram.

Aproveitando a discussão a professora continuou: “De onde veio os dois tumores no grupo controle negativo, que só foi adicionado água filtrada?” Os alunos não souberam explicar, então a professora instigou: “Somente uma substância pode causar câncer ou pode surgir independente do alimento?” Um dos alunos do G2B indagou: “Esse tumor aí da água, foi genético?” Conduzindo os alunos a encontrar resposta sem respondê-los de forma direta a professora questionou: “Uma pessoa só desenvolve câncer se comer alguma coisa tóxica?” Nesse momento uma aluna do G5A responde: “A pessoa pode ter predisposição”, ou seja, o surgimento de tumores pode ser induzido pela alimentação, mas também existe o componente genético. Nesse caso, os tumores observados no controle negativo são resultado de mutações espontâneas que podem ter acontecidos nas larvas alimentadas com purê preparado apenas com água filtrada. Brevemente, a professora explicou a origem e ocorrência de mutações induzidas e espontâneas.

Ao final das discussões, a professora orientou cada equipe a elaborar um gráfico comparando a frequência de tumores nas drosófilas de acordo com a tabela construída no quadro, visto que as representações gráficas têm sido utilizadas com grande frequência como um importante instrumento para a organização de ideias de diferentes áreas do conhecimento e sobre variados temas (CAVALCANTI e GUIMARÃES, 2019).

De forma geral, os estudantes apresentam muita dificuldade em interpretar tabelas e construir gráficos, então, quando foi proposta esta atividade, houve uma certa resistência, pois eles demoraram um pouco para entender o que exatamente deveriam representar, sendo necessária a mediação da professora para orientar cada grupo no desenvolvimento desta etapa.

Os grupos escolheram para representação dos dados, gráfico de barras verticais ou em pizza (Figura 5.10 A e B). Apenas um dos grupos não soube representar os dados na forma de gráfico (Figura 5.10 C).

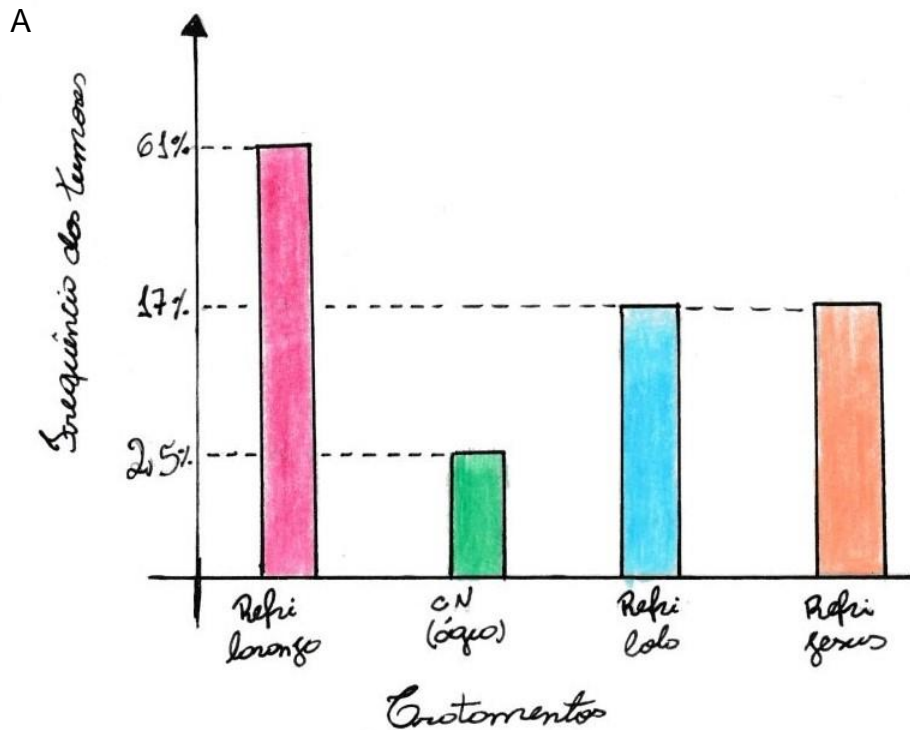
No gráfico A, os alunos optaram por utilizar o gráfico de colunas, mas não se atentaram para fatores indispensáveis como o título e a escala. Neste tipo de gráfico as grandezas são comparadas através de retângulos de mesma largura dispostos verticalmente e com alturas proporcionais às grandezas (MACHADO; PIANA; SELAU, 2009). Para escolher bem a escala, precisamos analisar o tamanho do papel, identificar os valores máximos e mínimos das grandezas que serão representadas e, a partir dessas dimensões, calcular a escala que permita ocupar o espaço disponível, pois é imprescindível que os espaços entre os intervalos das escalas sejam proporcionais (CAVALCANTI; GUIMARÃES, 2019).

O gráfico B, é dotado de título, entretanto, a falha está presente no tipo de gráfico escolhido pelos discentes. O gráfico em setores, segundo Falco e Medeiros Jr. (2012) é a representação gráfica de uma série estatística em um círculo de raio qualquer, por meio de setores com ângulos centrais proporcionais às ocorrências, e é utilizado quando se pretende comparar cada valor da série com o total. Assim, este modelo de gráfico onde expressa as partes que compõem um todo, não é viável para a representação do experimento realizado, pois a análise da porcentagem da frequência de tumores encontrados nas moscas em relação a cada tipo de substância verificada são eventos independentes e não complementares.

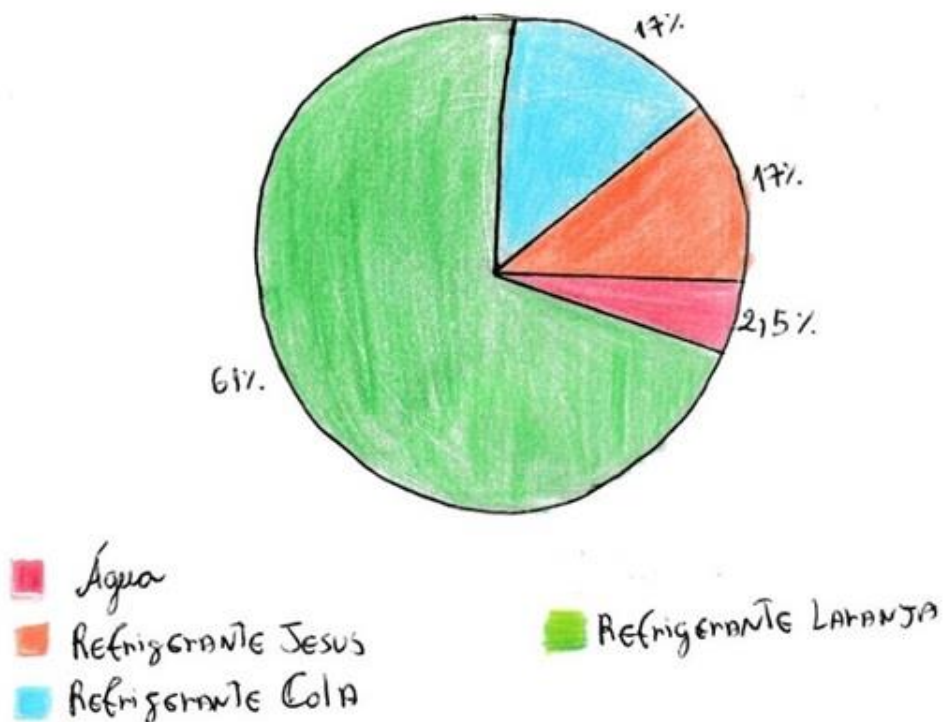
Na ilustração C, observou-se uma total desproporcionalidade nas escalas. Cavalcanti e Guimarães (2019), afirmam que as escalas são elementos extremamente importantes para a estrutura dos gráficos, pois irão fornecer as informações quantitativas sobre os dados que estão sendo apresentados e influenciam diretamente no aspecto visual dos dados apresentados. Sendo assim, este gráfico com linhas verticais não representa os dados de forma correta.

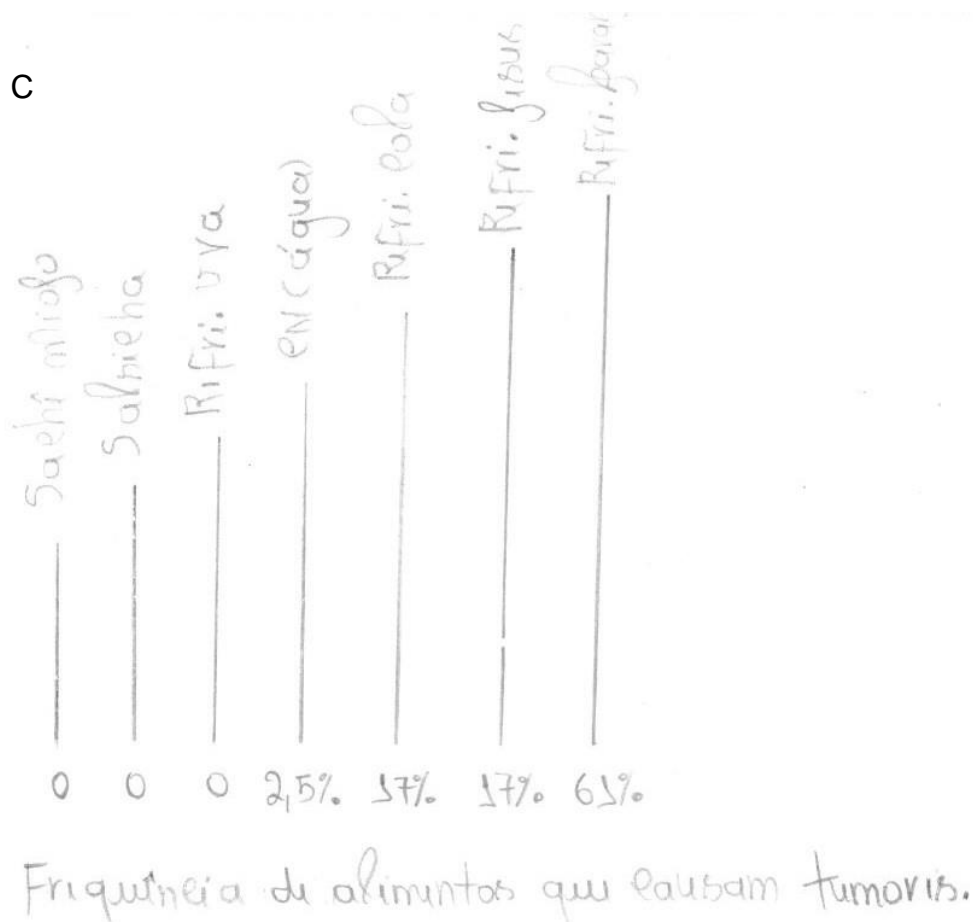
A importância do ensino da construção de gráficos justifica-se na necessidade de desenvolver habilidades específicas no aluno relacionadas tanto aos seus elementos estruturantes (como a adequação dos dados ao tipo de gráfico e a definição da escala a ser utilizada, por exemplo), quanto à valorização dessa representação como meio de transmitir uma informação (LIMA; SELVA, 2020).

Figura 5.10 Parte dos gráficos produzidos por alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA para representação dos resultados observados no "PROJETO CÂNCER". A - gráfico em barras verticais; B - gráfico em pizza e C - representação incorreta.



B
A porcentagem corresponde a quantidade de tumores encontrados em cada substância analisada





Fonte: Produzido pelos alunos em dezembro 2021.

Após a análise dos gráficos produzidos por cada grupo, tornou-se visível a dificuldade que os alunos tiveram de interpretar e representar corretamente os dados expostos no experimento. Fernandes e colaboradores (2017) também notaram que seus alunos apresentaram dificuldades acentuadas em questões como: identificar estruturas gráficas mais usuais, realizar a leitura de dados, apresentar gráficos utilizando a escala corretamente, perceber a importância em apresentar título, legenda e fonte. Demonstrando que o ensino superficial e desadequado, está pautado em mostrar os vários tipos de gráficos estatísticos e os algoritmos das diferentes medidas, e não um entendimento significativo das mesmas (FERNANDES, CARVALHO e RIBEIRO, 2007).

Deste modo, embora os alunos tenham compreendido que as maiores frequências de tumores nas drosófilas, foram induzidas pelo refrigerante sabor laranja, seguido pelos refrigerantes sabor cola e sabor Jesus, percebe-se que ainda é necessário um olhar atento às deficiências que possuem, uma vez que eles não conseguem expressar aquilo que compreenderam na forma de gráficos.

Nesse sentido, a aplicação de uma sequência de ensino configura-se como um recurso eficiente para promover o processo de aprendizagem dos conteúdos estatísticos, como a interpretação de gráficos e tabelas, pois os alunos deixam de ser meros espectadores para se tornarem atores ativos no processo da sua aprendizagem (FERNANDES, SANTOS JR. e PEREIRA, 2017).

Finalizada a atividade de construção dos gráficos, os alunos foram convidados a participar do questionário individual (QI) (Apêndice B). Apenas 27 alunos responderam ao questionário, as respostas foram inicialmente subdivididas em 3 categorias de acordo com o nível de participação nas etapas do projeto. A maioria dos discentes (89%) declarou que participou tanto das discussões em sala de aula quanto do experimento. Sendo que 48% desses participou de forma parcial na montagem e avaliação do experimento, apenas 41% participaram de todas as atividades. Os demais, participaram apenas das discussões em sala de aula, o que representa 11% da amostra.

Na realização de atividades extraclasse ou assíncronas, foi visível a baixa participação dos discentes, percebeu-se um certo desinteresse e baixo empenho em realizar essas atividades, pois parte dos alunos ficou esperando a resposta pronta vinda da professora, o que explicou a participação desses apenas das discussões em sala de aula, pois nestas há a presença da professora como mediadora.

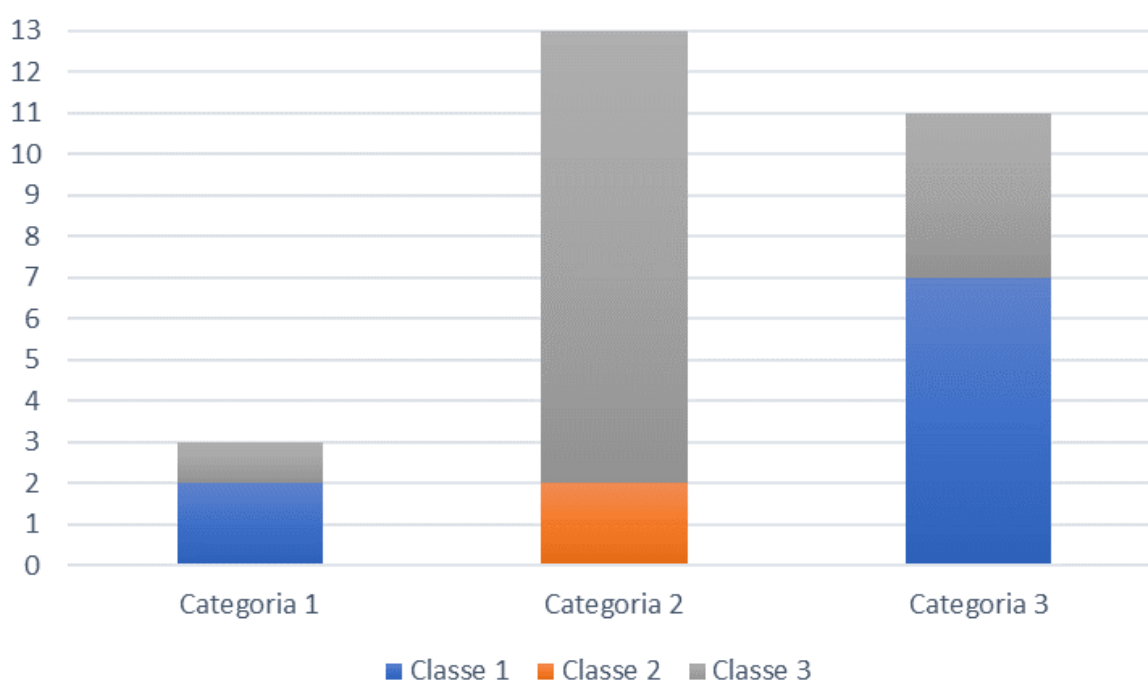
No ensino por investigação, que ainda é uma novidade para a maioria dos alunos, onde estes são protagonistas no processo de ensino-aprendizagem, o professor é um orientador da investigação, incentiva a formulação de hipóteses, promove condições para a busca de dados, auxilia as discussões e orienta atividades nas quais os alunos reconhecem as razões de seus procedimentos (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Ao serem questionados sobre o que a pesquisa realizada se propunha a responder, parte dos alunos não soube a resposta, mesmo entre aqueles que participaram de todas as atividades propostas (Figura 5.11).

Dentre os discentes da categoria 1, que participaram apenas das discussões em sala de aula, foi observada maior dificuldade de entendimento da questão norteadora, apenas um deles respondeu de forma correta e completa ao questionamento. Já dentre os discentes da categoria 2, observou-se que todos apresentaram algum conhecimento sobre a questão problematizadora, sendo 85% dessas respostas consideradas completas, a exemplo de: “Quais alimentos podem

causar câncer?"; "Qual substância do nosso cotidiano mais causa câncer?", o que demonstrou o conhecimento da questão. Em contraste, observou-se que os discentes da categoria 3, que participaram de todas as atividades, não conseguiram compreender a questão problematizadora, a maioria (64%) demonstrou total desconhecimento com respostas consideradas desconexas do tipo: "O aparecimento de tumores nas drosófilas"; "sobre o consumo de refrigerante"; "como o câncer pode ser transmitido".

Figura 5.11 Respostas dadas a questão: "Hoje analisamos os resultados do experimento do projeto sobre o câncer realizado por vocês. Qual é a pergunta que a pesquisa realizada se propôs a responder?" por alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA (n=27)



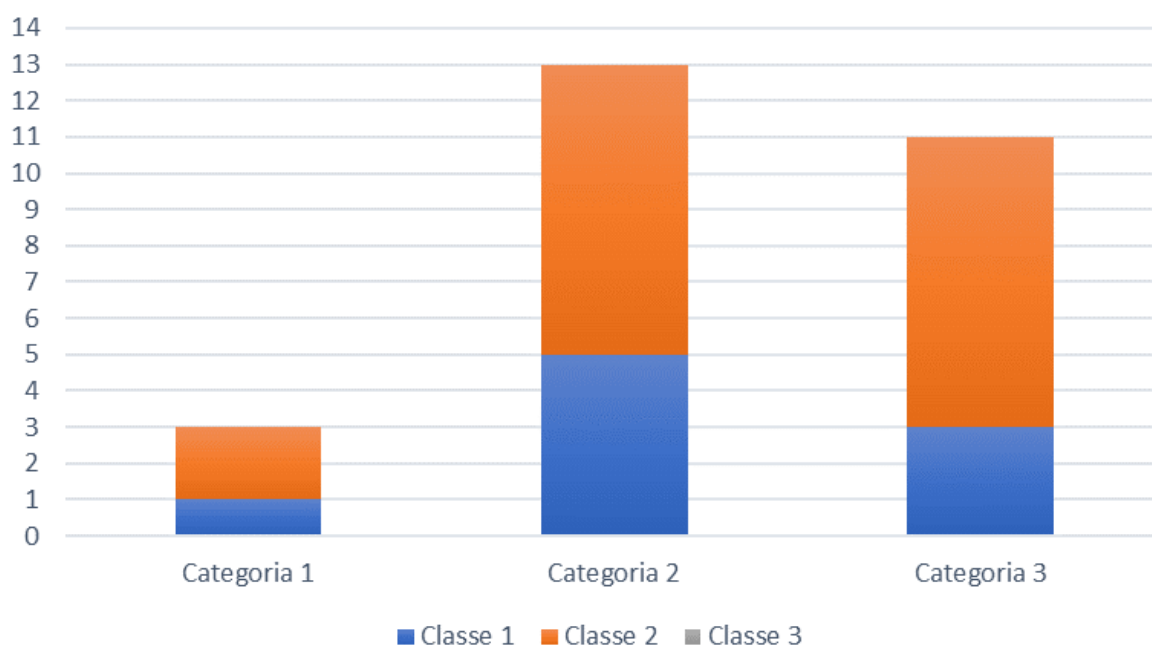
Categoria discente de acordo com a participação: Categoria 1 (apenas nas discussões (n = 3)); Categoria 2 (nas discussões e parte do experimento (n = 13)) e Categoria 3 (nas discussões e todo o experimento (n = 11)). Classificação das respostas: Classe 1 (resposta que demonstra nenhum conhecimento); Classe 2 (resposta simplificada com conhecimento parcial) e Classe 3 (resposta completa com conhecimento total).
Fonte: De autoria própria (dados coletados em dezembro 2021).

Compreender a pergunta norteadora é de fundamental importância no ensino por investigação, pois não é possível aprender sem entender a pergunta a qual se deseja responder com a SEI. No ensino por investigação, os alunos enfrentam problemas cuja resolução requer seu engajamento e o desenvolvimento de estratégias com relativo grau de autonomia que dependem de os estudantes

reconhecerem a questão-problema que orienta a investigação (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

De forma geral, quando perguntado sobre o porquê da escolha das drosófilas no experimento, os alunos responderam de forma simplificada, demonstrando conhecimento parcial sobre o objeto de estudo (Quadro 5.12)

Figura 5.12 Respostas dada a questão: “Por que o organismo de estudo escolhido foi a *Drosophila*?” por alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA (n=27)



Categoria discente de acordo com a participação: Categoria 1 (apenas nas discussões (n = 3)); Categoria 2 (nas discussões e parte do experimento (n = 13)) e Categoria 3 (nas discussões e todo o experimento (n = 11)). Classificação das respostas: Classe 1 (resposta que demonstra nenhum conhecimento); Classe 2 (resposta simplificada com conhecimento parcial) e Classe 3 (resposta completa com conhecimento total).

Fonte: De autoria própria (dados coletados em dezembro 2021).

De acordo com as respostas das três categorias, os alunos compreenderam que as principais vantagens na escola da *D. melanogaster* como objeto de estudo estão relacionadas ao fácil manejo, devido ao tamanho, curto ciclo de vida e prole numerosa. Além desses caracteres favoráveis, 26% dos alunos mencionaram as semelhanças genéticas entre os humanos e moscas, demonstrando que compreenderam a relevância do estudo a que propuseram e o porquê dos dados que observados poderem ser estendidos à humanos. O uso de *D. melanogaster* na pesquisa tem sido preferido em substituição a modelos animais, como mamíferos.

A escolha do objeto de estudo pode ser determinante para o sucesso da pesquisa. Dentre as inúmeras vantagens da *D. Melanogaster* como organismo modelo, pode-se destacar a questão molecular, a similaridade entre os genes de drosófilas e humanos é alta, pois diversos genes envolvidos em doenças em humanos estão presentes no genoma de drosófilas – aproximadamente 75% desses genes (VIEIRA, 2017).

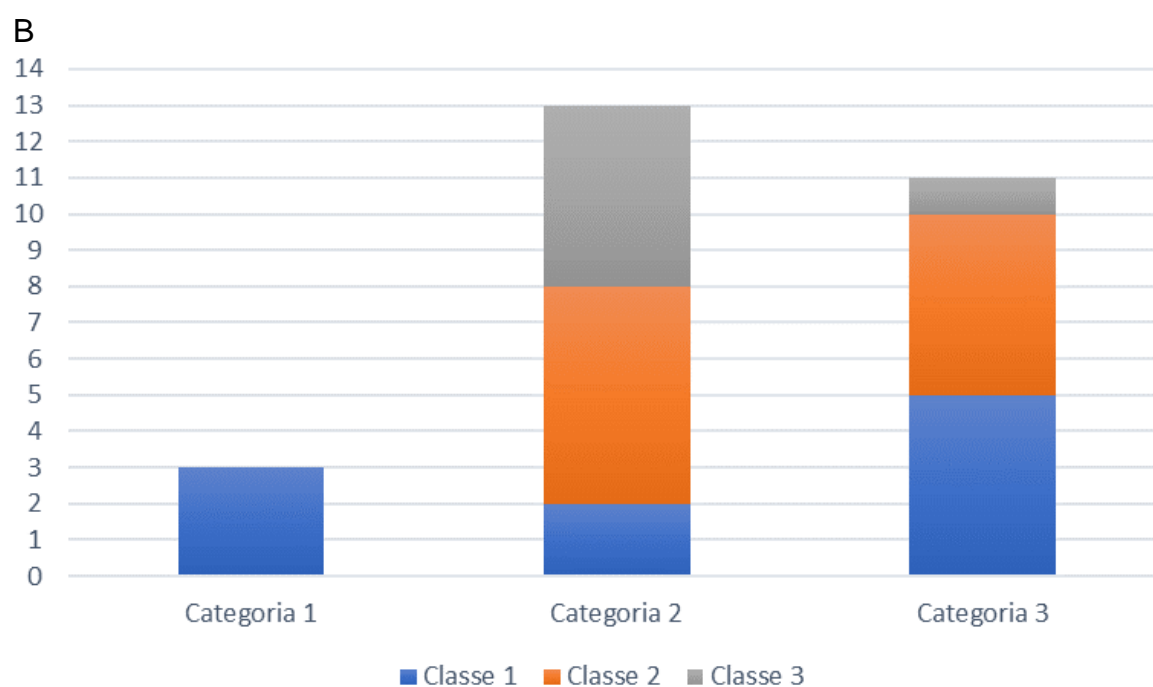
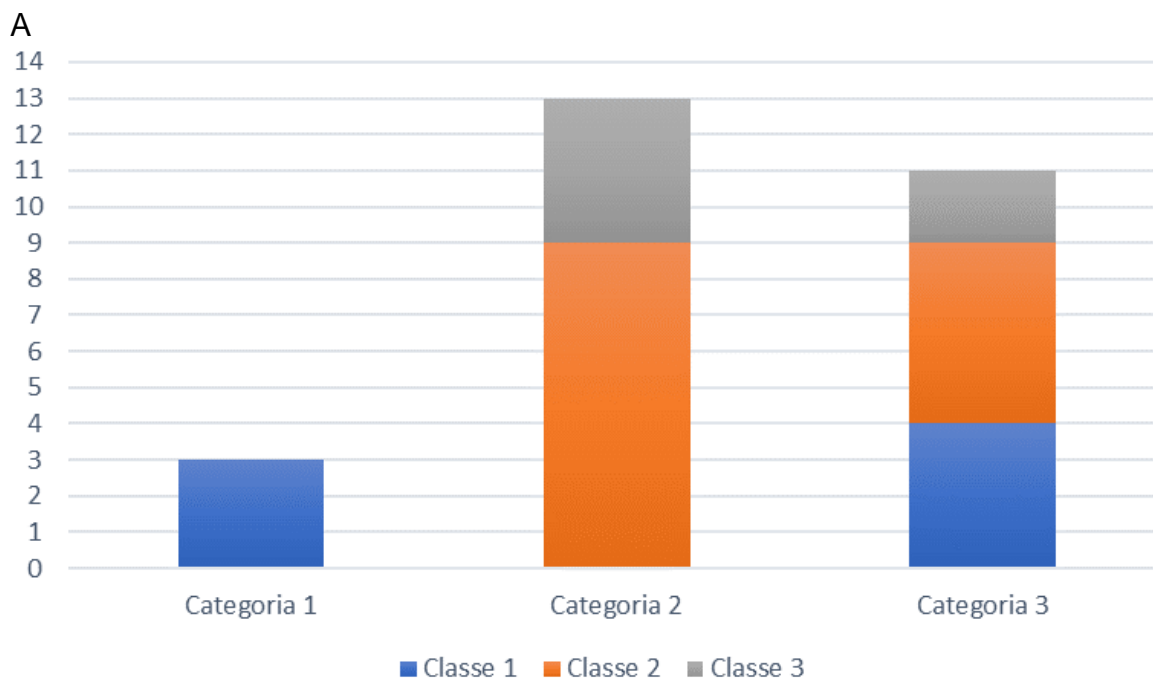
A terceira questão exigia a análise e interpretação de um gráfico de colunas, resultado de uma pesquisa hipotética realizada por outro grupo de alunos, similar ao experimento feito na pesquisa. Os alunos deveriam identificar qual foi a substância mais cancerígena e qual delas era a água, para ambas as indicações deveriam, ainda, justificar a escolha (Figura 5.13).

Nenhum dos três alunos da categoria 1 conseguiu identificar qual foi a substância hipotética mais cancerígena, embora tivessem acabado de construir um gráfico em equipe para expressar os resultados do experimento realizado. Dentre os alunos da categoria 2, todos identificaram corretamente a substância, embora na justificativa a maior parte relacionou a carcinogênese apenas com a quantidade de tumores nas moscas, desconsiderando a frequência relativa (n° de tumores/ n° de moscas analisada). Já os discentes da categoria 3, apresentaram mais dificuldade para identificar a substância cancerígena, apenas 63% fizeram a identificação correta e somente dois deles (18%) conseguiram relacionar a resposta à frequência de tumores (Figura 5.13A).

Nem todos conseguiram identificar que a água estava representada pela substância B. Os alunos da categoria 1 não souberam responder a essa questão. Entre os discentes da categoria 2, apenas 15% não responderam à questão de forma correta, os demais conseguiram identificar a água, mas apenas responderam 45% desses justificou de forma correta sua escolha (Figura 5.13B).

Entre os alunos da categoria 3, apenas 55% identificaram corretamente qual substância no gráfico representava a água, no entanto, apenas 1 discente justificou sua resposta baseando-se na frequência de tumores/moscas avaliadas, os demais, ao invés de justificar suas respostas, buscou justificar o porquê de a água induzir tumores.

Figura 5.13 Respostas dada na interpretação do gráfico por alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA (n=27) para as questões A) Qual substância foi mais cancerígena? Por quê? e B) Sabendo que dentre as substâncias analisadas uma delas é a água. Indique qual seria e por quê?



Categoria discente de acordo com a participação: Categoria 1 (apenas nas discussões (n = 3)); Categoria 2 (nas discussões e parte do experimento (n = 13)) e Categoria 3 (nas discussões e todo o experimento (n = 11)). Classificação das respostas: Classe 1 = não soube responder; Classe 2 = identificou corretamente, mas não soube explicar; Classe 3 = identificou e justificou corretamente.

Fonte: De autoria própria (dados coletados em dezembro 2021).

A análise das justificativas dos discentes da categoria 3 utilizadas para indicar a substância que representava a água no gráfico demonstrou uma dificuldade muito grande dos alunos de interpretar além dos gráficos, também as perguntas dirigidas pela questão. Respostas como: “Nada é 100% saudável, devido a isso pode ter acarretado tumores”; “Pois é água potável, os tumores são devidos às mutações espontâneas” e “Por conta do cloro encontrado na água ou outra substância que eu não sei” foram usadas como justificativas.

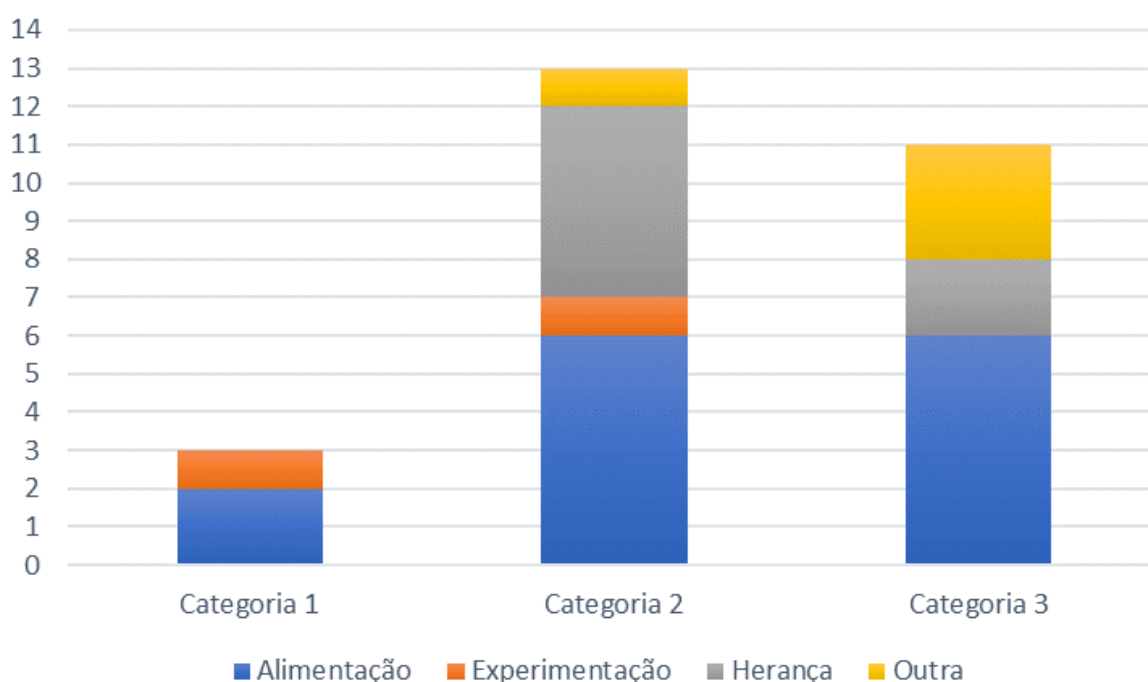
Francisco e Lima (2018), ao investigarem o desempenho de alunos do ensino médio na educação de jovens e adultos em uma escola de Pernambuco na interpretação de gráficos, evidenciaram a necessidade de construção de metodologias de ensino que auxiliem os alunos a superar as dificuldades inerentes às dimensões global e variacional na interpretação de gráficos estatísticos.

Na última pergunta do questionário, os alunos deveriam relatar suas descobertas sobre o câncer com o projeto. Em todas as categorias, a maior parte dos discentes fizeram referência à relação da doença com a alimentação (Figura 5.14). Os alunos compreenderam que “Há certos alimentos que causam câncer e eles devem ser evitados e menos consumidos e substituídos por alimentos mais saudáveis” e perceberam também que “Não é só a má alimentação que pode causar câncer, existem vários outros fatores como as mutações”.

Embora a má alimentação já tivesse sido indicada pela maioria dos alunos como um dos fatores causadores do câncer no questionário diagnóstico, muitos alunos relacionaram suas descobertas com o projeto à influência da alimentação. Acredita-se que os discentes foram surpreendidos com os resultados dos experimentos realizados por eles, uma vez que, foi possível quantificar os tumores desenvolvidos nas moscas que foram tratadas com produtos habitualmente consumidos por eles.

Ainda sobre a ingestão de substâncias, observou-se uma resposta equivocada: “Água também causa câncer”, certamente o aluno se referia ao experimento, no qual as moscas do controle negativo, onde foi adicionado apenas água ao meio de cultivo, também apresentaram tumores. Não ficou claro para este aluno que os tumores observados nessas moscas foram atribuídos a ocorrência de mutação espontânea, percebeu-se que esta informação ainda precisa ser mais bem trabalhada.

Figura 5.14 Respostas dada a questão: “O que você descobriu sobre o câncer, que ainda não sabia?” por alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Caxias-MA (n=27)



Categoria discente de acordo com a participação: Categoria 1 (apenas nas discussões (n = 3)); Categoria 2 (nas discussões e parte do experimento (n = 13)) e Categoria 3 (nas discussões e todo o experimento (n = 11)).

Fonte: De autoria própria (dados coletados em dezembro 2021).

Os alunos das categorias 2 e 3 relataram ainda suas descobertas em relação a hereditariedade e câncer. O “câncer pode ser causado por mutações espontâneas”, “...uma pessoa não precisa nascer com câncer e pode adquirir o problema no decorrer do tempo”, assim “poderia não ser hereditário”. Respostas equivocadas também foram observadas, como: “Podemos nascer com tumores e com o tempo ele pode ir se desenvolvendo”. O câncer em si ou o tumor não é herdado, mas algumas pessoas têm características genéticas que as predispõe a desenvolver determinados tipos de câncer, e essa predisposição pode ser transmitida de pais para filhos, que é o chamado câncer hereditário (CAVALCANTI, 2021).

Outras descobertas mencionadas pelos discentes fizeram referência ao experimento realizado, tais como: “Descobri que dava pra fazer experimento sobre câncer com moscas e o modo de analisá-las”, ou seja, o potencial de um alimento causar “câncer consegue ser percebido (num experimento) de forma simples”. A realização do experimento foi uma novidade e possibilitou o contato dos alunos com o método científico, pois as atividades experimentais investigativas permitem que os

alunos possam ver a ciência como fruto de uma prática sociocultural (PIRES, ARAÚJO, AMARAL, 2019).

No ensino da biologia, as aulas práticas em laboratórios tornam o conteúdo teórico mais atraente, motivador e são instrumentos importantes de pesquisa, permitindo ao aluno experimentar situações problematizadas e vivenciar a teoria conceituada em sala de aula (INTERAMINENSE, 2019).

Outras respostas curtas foram dadas ao questionamento realizado, tais como: “nada” e “tudo”. Esse tipo de resposta mostra dois opostos no mesmo processo, enquanto havia alunos que não sabiam nada sobre o assunto, afirmando que tudo foi uma descoberta, também tinha aqueles que afirmaram não ter feito nenhuma descoberta com o projeto. O processo ensino aprendizagem precisa ser significativo para o aluno e ter relação com seus conhecimentos vivenciados no cotidiano (SILVA; KALHIL; SOUZA, 2021).

O ensino por investigação exige a organização de diferentes momentos pedagógicos, a fim de contemplar a ação e a reflexão sobre a ação, de forma a favorecer a compreensão do objeto investigado (BARBOSA *et al.*, 2021).

Diante das afirmações da maioria dos discentes, foi possível identificar que a abordagem do conteúdo através do ensino por investigação, com o uso de diferentes estratégias, como apresentação de situações-problema com dinâmica em grupos de discussão e experimentação, favoreceu a compreensão do conteúdo de forma clara e objetiva, preenchendo as lacunas percebidas após a realização e análise do questionário diagnóstico.

Mesmo com respostas equivocadas, alunos sem saber responder algumas situações e até aqueles que dizem não ter aprendido nada, a pesquisa pode ser considerada exitosa, pois os equívocos são importantes no ensino, já que levam a novos questionamentos e cabe ao professor ter o cuidado de direcionar os discentes para a construção do conhecimento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar a realização deste trabalho com a análise do livro didático, foi evidenciada a necessidade de abordagem do tema câncer em sala de aula, pois este recurso, que é o mais utilizado nas escolas públicas, não apresenta o assunto de forma contextualizada para que os discentes obtenham o conhecimento necessário que permita uma aprendizagem significativa.

O câncer é uma doença que faz parte do cotidiano de muitas famílias, incluindo os alunos que participaram do projeto, que relataram situações de proximidade com o problema em resposta ao questionário diagnóstico, onde foi percebido que eles possuíam conhecimentos prévios acerca do tema abordado, mas com algumas lacunas, dentre elas o fato de não associar de forma clara às possíveis causas do câncer a fatores ambientais como: maus hábitos alimentares, álcool, obesidade e sedentarismo. Mas, pode-se perceber que essas informações foram sendo esclarecidas à medida que as etapas do projeto foram realizadas, justificando a importância de abordar o tema câncer no ensino e enfatizar a relação da alimentação como uma das possíveis causas desta doença.

O ensino de Biologia através de uma abordagem investigativa com a utilização de metodologias ativas como a aplicação de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) proporcionou uma maior participação dos discentes, onde estes puderam assumir o papel de protagonistas no processo de aprendizagem.

O uso da experimentação com as drosófilas, para investigar o potencial carcinogênico de alguns alimentos e bebidas, escolhidos pelos próprios discentes, foi uma prática inovadora que permitiu o contato dos alunos com o método científico, onde se perceberam ativos na sua aprendizagem e foram capazes de compreender a importância do cuidado com a alimentação e sua relação com o desenvolvimento do câncer.

Apesar do uso de diversas metodologias ativas para abordar o assunto, durante a análise do questionário individual, ao final do projeto, foi possível observar que alguns discentes não conseguiram assimilar os resultados e nem os demonstrar através dos gráficos, o que enfatiza a necessidade de os professores tornarem o ensino por investigação mais rotineiro na sua prática pedagógica, não apenas na disciplina de Biologia, mas um trabalho interdisciplinar.

Foi possível observar que os estudantes se mostraram interessados e bem receptivos com o ensino por investigação, apesar de apresentarem uma certa dificuldade em elaborar e justificar suas hipóteses, além da participação mais ativa nas discussões, provavelmente pelo fato de não estarem familiarizados com essa metodologia de ensino.

Ao promover um momento de integração escolar entre os alunos para socialização dos resultados alcançados a partir da investigação científica podemos afirmar que, mesmo diante das dificuldades, com os conhecimentos adquiridos durante a participação no projeto, os estudantes podem ser disseminadores de alguns cuidados preventivos sobre o câncer, principalmente no que se refere a sua relação com a alimentação.

7. REFERÊNCIAS

ABREU, L.S.; FREIRE, A.C.; SOUSA, A. de O. O uso de dinâmicas: o desafio frente à indisciplina. **Editora Realize.com.br**, v.2, p. 2337-2334, 2021

ADAMS M. D. et al. The genome sequence of *Drosophila melanogaster*. **Science**, v. 287, n. 5461, p.2185-2195, 2000.

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WATSON, J. D. **Biologia Molecular da Célula**. 6. ed., p. 1091-1141. Porto Alegre: Artmed, 2017

ALVES, E. M. Avaliação do efeito anticarcinogênico do látex do avelós (*Euphorbia tirucalli*), por meio do teste para detecção de clones de tumor (warts) em *Drosophila melanogaster*. **Revista PERQUIRERE**, Patos de Minas, v. 9, n. 2, p. 125-129, dez. 2012.

AMADEU, T. P. et al. A abordagem do câncer nos livros de biologia PNLD 2015. Rio de Janeiro: **Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira**, v.8, n.17, p. 85-97, jan-abril/2019.

ARAÚJO, G. L. S; PARRELA, A. F. B; BORGES, J. M. S; TRINDADE, J. V. F; SOUZA, L. T; JÚNIOR FERREIRA, M; Apoptosis as a prospect for cancer cure. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research – BJSCR**. Edição Especial do 1º Congresso Regional de Medicina da FADIP BJSCR (ISSN online: 2317-4404), v.28, n.2, p.32-35, Set – Nov, 2019

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora Ltda; p.34-48. Porto Alegre, 2018.

BARBOSA, D. F. S.; MONTEIRO, J. M. C., MALHEIRO, J.M. da S.; ARAÚJO, M.S. Ensino por investigação em Ciências: Concepção e Prática na Educação não formal. **RIS – Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 1, jan./abr., 2021

BARBOSA, F. H. Avaliação da atividade anti-inflamatória do óleo essencial de *Psidium myrtoides* O. Berg em linhagem transgênica de *Drosophila melanogaster*. Monografia, Curso de Biotecnologia, da Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

BARCELLOS, L. da S.; COELHO, G.R. Uma análise das interações discursivas em uma aula investigativa de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sobre medidas protetivas contra a exposição ao sol. **IENCI- Investigações em Ensino de Ciências**. v. 24, n.1, p. 179-199, abril, 2019.

BELOTTI, Y.; JOKHUN, D.S.; PONNAMBALAM, J.S.; VALERIO, V.L.M.; LIM, C.T. Abordagem baseada em aprendizado de máquina para imagens de pH e classificação de células cancerígenas individuais. **APL Bioengenharia**, v. 5, ed. 1, p.1-11, 2021

BERTUSSO, F.R.; WENDLING, C.M.; MALACARNE, V. Investigação, Problematização e Argumentação: conteúdos e metodologia no ensino de Ciências. **Revista Valore**, Volta Redonda, 3 (edição especial): p.211-222, 2018

BIANCHINI, T.B. Argumentação em atividades investigativas: uma análise dos níveis de argumentos produzidos por alunos do Ensino Médio. **Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, número extraordinário, p. 450-457, Bogotá, 2014

BOADA, L. D.; HENRÍQUEZ-HERNÁNDEZ, L. A.; LUZARDO, O. P. The impact of red and processed meat consumption on cancer and other health outcomes: Epidemiological evidences. **Food And Chemical Toxicology**, [s.l.], v. 92, p. 236-244, 2016.

BOLLER, G.C.; FALDONI, F.L.C. Dieta rica em gordura e sua relação com o processo carcinogênico. **Revista Ensaios Pioneiros**. p. 45-57, 2017

BONISSON, S.A. da S., FERREIRA, L.B.; MENOLLI JR., N. Sequência de ensino investigativa sobre antibióticos baseada em competências e habilidades do PISA. **Revista Ciências & Ideias**. v. 10, n.2, p. 231-253 – maio/agosto, 2019

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Ensino Médio**. Documento homologado pela Portaria nº 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>. Acesso em: 29 de junho de 2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso: 30 de junho de 2020

BRASIL. Ministério da Saúde (2014). Guia alimentar para a população brasileira. Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed., 1. reimpr. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014.

BRAVIN, J.S.; MAGALHÃES, M.M.; PINHEIRO, Y. da S.G.; GONÇALVES, M.A.B., FERRARIS, F.K.; AMENDOEIRA, F.C. Importância da inserção de grupo controle em ensaios utilizando animais de laboratório. **Revista Visa em Debate**, v. 9, n. 1, p. 117-122, 2021

BRITO, B.W.C.S.; BRITO, L.T.S.; SALES, E. de S. Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de Ciências e Biologia. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**. 2ª Edição Especial. v. 2; n. 1, p. 54-60, 2018

BRITO, D.A.; MAYNARD, D. da C. Avaliação da relação entre nutrição e câncer: Uma visão do impacto no estado nutricional e qualidade de vida de pacientes oncológicos. **Nutricion clinica y dietética hospitalaria**, v.39, n.1, p. 169-175, 2019

- CARDOSO-SILVA, C.; OLIVEIRA, A.C. de. Como os livros didáticos de Biologia abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade? **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 169-180, 2013
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)**, v. 18, n. 3, p. 765-794, dez. 2018.
- CAVALCANTI, M.; GUIMARÃES, G. Compreensão de Escala representada em gráficos por crianças e adultos em início de escolarização. **JIEEM**, v. 12, n. 2, p. 207-220, 2019
- CAVALCANTI, T.L. Câncer é hereditário? Entenda como se dá a hereditariedade do câncer e os tipos. GeneOne – Excelência Genômica, 2021. Disponível em: <https://geneone.com.br/blog/cancer-hereditario/#:~:text=C%C3%A2ncer%20gen%C3%A9tico%20X%20heredit%C3%A1rio&text=Esses%20fatores%20se%20relacionam%20com,%C3%A9%20necessariam%20herdada%20dos%20pais.>
Acesso em: 13/08/2022
- COLPO, A.Z.C.; ZAGO, A. C.; SILVA, J. C.; BRAGANÇA, G. C. M.; BORTOLINI, V. M. S. Atividade antioxidante da farinha de couve manteiga e seu efeito nos parâmetros bioquímicos em *Drosophila Melanogaster*, **Braz. J. Hea. Rev.**, Curitiba, v. 2, n. 4, p. 2796-2801, jul./aug. 2019.
- CORDEIRO, G. A.; SILVA Jr, M. F.; DAROZ, L. G. D.; SANTOS, C. B. Conhecimento sobre cárie dentária entre docentes do ensino médio. **Revista Da ABENO**, v. 19, n.3, p. 133–143, 2019
- COSTA, F. A; SOUSA, V. S. O; SANTOS, T. S; Tabagismo: consequências, tratamento e benefícios da interrupção. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.5, p. 22365-22374 sep./oct., 2021
- DAGOSTIN, C. T., RIGO, F. K., & DAMÁZIO, L. S. Associação entre alimentação vegetariana e a prevenção do câncer colorretal: uma revisão de literatura. **Revista Contexto & Saúde**, v. 19, n. 37, p. 44–51, 2019
- DANTAS, E.L.R; SÁ, F.H.L.; CARVALHO, S.M.F.; ARRUDA, A.P.; RIBEIRO, E.M.; RIBEIRO, E.M. Genética do Câncer Hereditário. **Rev. Bras. Cancerol.** [Internet]. 30º de setembro de 2009
- DE ROBERTIS, E.M.F.; HIB, J. **Biologia Celular e Molecular**. 16ª ed., p. 344-346. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2014.
- DUARTE AF, SOUSA-PINTO B, HANEKE E, CORREIA O. Fatores de risco para o desenvolvimento de novas neoplasias cutâneas em pacientes com histórico passado de câncer de pele: Uma análise de sobrevivência. **Sci Rep**, v. 8, p. 15701-15744, 2018
- EEKEN, J. C. J.; KLINK, I.; VEEN, B. L. V; FERRO, W. Induction of epithelial tumors in *Drosophila melanogaster* heterozygous for the tumor suppressor gene *wts*. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v.40, n.04, p. 277-282, 2002.

FACCIONI, L.; SOLER, R. Abordagem lúdica sobre os aspectos celulares do diabetes e da obesidade para alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 9, 2018.

FALCO, J. G.; MEDEIROS JUNIOR, R. J. Estatística. Paraná: Editora Rede e-Tec Brasil. 2012. Disponível em: <https://www.infolivros.org/pdfview/738-estatistica-javert-guimaraes-falco-e-roberto-jose-medeiros-junior/> . Acesso em: 27/06/2022.

FALIERI, G. da C.M., ARAMUNI, J.P.C.; VILLELA, H.F. Uma análise comparativa entre os casos de câncer e seus principais fatores: uma implementação de algoritmo para estudo do câncer. **Open Journal Systems – Computação e Sociedade**, v. 1, n. 1, p. 84-100, 2019

FEARON, E.R. Human cancer syndromes: clues to the origin and nature of cancer. **Science**, n. 278, p. 1043-1050, 1997

FERNANDES, R.J.G.; SANTOS Jr., G.; PEREIRA, R. dos S.G. Ensino e Aprendizagem de Gráficos e Tabelas nos anos iniciais de Escolarização. **UNIÓN – Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, n. 50, p. 41-61, agosto, 2017

FERNANDES, R.S. Uso da Internet na elaboração de pesquisa acadêmica pelos alunos do curso de Administração da UEMA, Campus Bacabal. **TICs & EaD em Foco**, v. 5, n. 1, p.166-184, São Luís, 2019

FRANCISCO, V.R.; LIMA, I.M. da S. Interpretação de gráficos estatísticos por alunos do Ensino Médio na Educação de Jovens e Adultos – EJA. **REnCiMa**, v. 9, n. 2, p. 147-166, 2018

FRANCO, A. de A.; FLORIANO, A. de A.; SOUZA, A.B.T.; CARVALHO, B.L.; GUINANCIO, J.C.; SOUSA, J.G.M.; RIBEIRO, W.A. Contributos da alimentação saudável como estratégia de prevenção e enfrentamento do câncer: uma perspectiva da Enfermagem. **RECIMA 21 – Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 4, p. 1-13, 2021

FREITAS, C.A.; VIEIRA, C.B.; RODRIGUES, I.O.; GRELLET, L.; BRAGA. M.L.; MACCAGNAN, P.; DINIZ, R.E.A.S.; COIMBRA, C.N.; QUIÑONES, E.M. Nutrição e prevenção de câncer: um artigo de revisão. **Revista Higei@. Unimes**, v. 2, n. 5, setembro, 2021.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. de. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. 2 Ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996

HALES, K.G.; KOREY, C.A.; LARRACUENTE, A.M.; ROBERTS, D.M. Genetics on the Fly: A Primer on the *Drosophila* Model System. **PubMed Genetics**, v. 201, n. 3, p. 815-842, nov-2015

INCA, 2019. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Estimativa 2020: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de Câncer José Alencar

Gomes da Silva. Rio de Janeiro, p.120. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa>. Acesso em: 29 de junho de 2020.

INTERAMINENSE, B. de K.S. A importância das aulas práticas no Ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45, Suplemento 1, p. 342-354, 2019

Instituto Nacional de Câncer (Brasil). Maranhão e São Luís - estimativa dos casos novos. 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa/estado-capital/maranhao-sao-luis>

Instituto Nacional de Câncer (Brasil). Como prevenir o câncer. Visto em: 02/05/2022 às 19:30. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/causas-e-prevencao/como-prevenir-o-cancer>

Instituto Nacional de Câncer (INCA). Impedindo a queda. REDE CÂNCER | EDIÇÃO 40 | MARÇO 2018.

JENNINGS, B.H. *Drosophila* – A versatile model in Biology & Medicine. **Material Stoday**, v. 14, n. 5, p. 190-195, maio 2011

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 9. ed., p. 315-323. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

JUSTICE, R.W.; ZILIAN, O.; WOODS, D.F.; NOLL, M.; BRYANT, P.J. The *Drosophila* tumor suppressor gene warts encodes a homolog of human myotonic dystrophy kinases and is required for the control of cell shape and proliferation. **Genes & Development**, v. 9; p.534-546, 1995.

KAPP, S.; ZANINI, M. C. C.; SCHETINGER, M. R. Quais conhecimentos os alunos da terceira série do ensino médio têm sobre o câncer e sua prevenção? Rio Grande: **Vittale**, v.22, n.2, p.73-82, 2010.

KARAS, M. B.; HERMEL, E. E. S. A célula no ensino de biologia: papel do livro didático e concepções de ensino. **RBECM**, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 515-531, 2021

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4ª edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

LIMA, I.B., SELVA, A.C.V. Construção de Gráficos de Barras no Ensino Fundamental da Educação de Jovens e Adultos. **JIEEM**, v. 13, n. 2, p. 162-171, 2020

LOPES, F. M; CRUZ, R. O; BATISTA, K. A; Radiação ultravioleta e ativos utilizados nas formulações de protetores solares. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, vol.16, núm. 4, pp. 183-199, 2012

LOPES, M.N.; FORTES, R.C.; REZENDE, A.J. Consumo alimentar e sua relação com o câncer: uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.9, p. 92554-92568, set-2021

MACHADO, A. A.; PIANA, C. F. B.; SELAU, L. P. R. Estatística Básica. Pelotas, 2009. Disponível em: <https://www.infolivros.org/pdfview/736-estatistica-basica-clause-fatima-de-brum-piana-amauri-de-almeida-machado-e-lisiane-priscila-roldao-selau/>. Acesso em:27/06/2022.

MAIA, A.C.B. **Questionário e entrevista na pesquisa qualitativa: elaboração, aplicação e análise de conteúdo – Manual Didático**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2020.

MARQUEZONI, R; HEISS, D; MARTELLI, E; SILVA, J; VIEIRA, J; GANDRA, R; Ocorrência e importância das aflatoxinas em alimentos: uma revisão. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 3, p. 8464-8471, 2022

MARTINS, L.; SANTOS, G. S.; EL-HANI, C. N. Abordagens de saúde em um livro didático de Biologia largamente utilizado no Ensino Médio Brasileiro. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 17, n. 1, p. 249-283, 2012

MATIAS, A. S. *et al.* “Fofocando” sobre drosófilas nas redes sociais. **Genética na Escola**. v. 10, n. 2, p. 140-147, 2015.

MARTINEZ, M. A. R et al. Molecular genetics of non-melanoma skin cancer. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 81, n. 5, p. 405-419, 2006.

MOREIRA, L. C.; SOUZA, G. S. de; ALMASSY, R. C.B. O ensino de Biologia por investigação e problematização: uma articulação entre teoria e prática. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. v. 5, n. 2., p. 60-74, jul./dez. 2015.

NAGY, Á.; MUNKÁCSY, G.; GYÖRFFY, B. Pancancer análise de sobrevivência de genes de marca registrada do câncer. **Sci Rep** 11, 6047, 2021
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-84787-5>

NEMER, B. C; CARVALHO, M. S. B. A dieta vegetariana na prevenção do câncer: uma revisão de literatura. **Revista Ciências Nutricionais Online**, 2019.

NEPOMUCENO, J. C., Using the *Drosophila melanogaster* to Assessment Carcinogenic Agents through the Test for Detection of Epithelial Tumor Clones (Warts). **Adv Tech Biol Med**, v. 3, n. 3, p. 1-8, 2015

NEVES, F. J. Mortalidade por câncer de cólon e reto e perfil de consumo alimentar em capitais brasileiras. Dissertação de Mestrado (Programa de Mestrado em Saúde Pública). Fundação Oswaldo Cruz, São Paulo, 2002.

NISHIYAMA, Y.; HIROTA, T.; MORISAKI, T.; HARA, T.; MARUMOTO, T.; IIDA, S.; MAKINO, K.; YAMAMOTO, H.; HIRAOKA, T.; KITAMURA, N.; SAYA, H. A human homolog of *Drosophila* warts tumor suppressor, h-warts, localized to mitotic apparatus and specifically phosphorylated during mitosis. **FEBS Letters**, v. 459, p. 159-165, 1999

- NUNES, T. da S.; MOTOKANE, M.T. Características das hipóteses em sequências didáticas investigativas. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Linguagens, discurso e educação de Ciências**, p. 1-8, São Paulo, 2015
- OLIVEIRA, A. L. de; MURATA, N. G. Situações investigativas em livros didáticos de biologia: limites e possibilidades. Rio de Janeiro: **Revista Ciências & Ideias**, v.7, n.3, p. 212-234, 2016
- OLIVEIRA, A.L.R.; MICHELINI, F.S.; SPADA, F.C.; PIRES, K.G.; COSTA, L.O.; FIGUEIREDO, S.B.C.; LEMOS, A.P. Fatores de risco e prevenção do câncer de mama. **Revista Cadernos de Medicina**. V. o2, N. 03, p. 135-145, 2019
- OLIVEIRA, D.H de S.; SILVA, M.I. de O. da.; FONSECA, R.G. da.; FERREIRA, J.C. de S. A importância da alimentação saudável como forma de aumentar a imunidade através de vitaminas e minerais. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 10, n. 12, p. 1-7, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i12.20305. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20305>. Acesso em: 5 jul. 2022.
- ONG, C.; YUNG, L.-Y. L.; CAI, Y.; BAY, B.-H.; BAEG, G.-H. *Drosophila melanogaster* as a model organism to study nanotoxicity. **Nanotoxicology**, v. 9, n. 3, p. 396–403, 2014.
- ORSOLIN, P. C; Avaliação do potencial mutagênico, recombinogênico e carcinogênico do Orlistat em células somáticas de *Drosophila melanogaster*. **Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)** -Universidade Federal de Uberlândia, 2011.
- PEDRANCINI, V. D. *et al.* Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.
- PERERA, F.P. Environment and cancer: Who are susceptible? **Science**, n. 278, p. 1068-1073, 1997
- PERUCH Jr.,W.J.; CORTE, V.B.; ARAÚJO, M.P.M. “Quem matou a senhora batata?: possibilitando a aprendizagem em genética por meio de uma sequência de ensino investigativa. **Revista Educar Mais**, v. 5, n. 5, p. 1330-1347, 2021
- PETRY P.C., PRETTO, S.M. Educação e motivação em saúde bucal. In: Kriger L. (Org.) Promoção de saúde bucal. São Paulo: **Artes Médicas**, p.371-385, 2003.
- PINHEIRO, J.D.C.; MARTINS, A.K.A. Avaliação da compreensão de estudantes sobre o câncer de mama e do colo do útero em um município do Maranhão. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação-REASE**, v.7, n.10, p. 1874-1899, out., 2021
- PIRES, R.G.; ARAÚJO, M.S.T.; AMARAL, C.L.C. Levantamento e análise da utilização de experimentos no ensino de Ciências em contextos investigativos. **Educere – Revista da Educação**, v. 19, n. 1, p. 7-28, jan/jun. 2019
- REECE, J.B et al. **Biologia de Campbell**; Tradução: VILLELA, A. D et al. 10 ed., p. 383-388. Porto Alegre; Artmed, 2015.

ROCHA *et al.* *Drosophila*: um importante modelo biológico para a pesquisa e o ensino de genética. **Scire Salutis, Aquidabã**, v.3, n.1, p. 37-48, 2013.

RODRIGUES, T.D. de F.F.; OLIVEIRA, G.S. de; SANTOS, J.A. As pesquisas qualitativas e quantitativas na Educação. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 154-174, 2021

ROSIM, R. E; OLIVEIRA, C. A. F; CORASSIN, C. H; Aflatoxina M1 e Aflatoxina B1-lisina como Biomarcadores de Avaliação da Eficiência de Adsorventes para Aflatoxinas: Artigo de Revisão. **Ensaio e Ciências: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 22, n. 3, 2018.

ROSSI, C.M.S.; BRITO, A.C.S.T. de; SILVA JR, U.B. da. O uso do aplicativo WhatsApp durante o ensino remoto na rede pública de ensino do Estado de Minas Gerais. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 21, 8 de junho de 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/21/o-uso-do-aplicativo-whatsapp-durante-o-ensino-remoto-na-rede-publica-de-ensino-do-estado-de-minas-gerais>

SALVATIERRA, L. Utilizando os conhecimentos prévios sobre célula de estudantes de um curso de enfermagem como ponto de partida do planejamento de ensino. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 43, e.28, p. 1-20, 2021

SALES, J. do N.; BARBOSA, M.C.; BEZERRA, I.N.; VERDE, S.M.M.L. Consumo de alimentos ultraprocessados por mulheres sobreviventes do câncer de mama. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 66, n. 3, p. 1-9, 2020

SANTOS, B.D.A.; LAHLOU, B.N.B.; ORSOLIN, P.C. Avaliação do potencial anticarcinogênico do extrato aquoso de romã (*Punica granatum*) por meio do teste para detecção de clones de tumores epiteliais (*warts*) em *Drosophila melanogaster*. **Rev. Saúde.com**; v.14, n.1, p. 1064-1072, 2018.

SANTOS, P. Teste rápido de aflatoxina em grãos chega ao Brasil. **Revista Cultivar**. <https://revistacultivar.com.br/noticias/teste-rapido-de-aflatoxina-em-graos-chega-ao-brasil>

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências na Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SATURNINO, R. S. Avaliação da atividade mutagênica e carcinogênica da anfotericina b em células somáticas de *Drosophila melanogaster*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós - Graduação em Genética e Bioquímica, 2012.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do Ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

SCHORNACK, P. A.; GILLIES, R. J. Contributions of Cell Metabolism and H⁺ Diffusion to the Acidic pH of Tumors. **Neoplasia**, v. 5, n. 2, p. 135–145, 2003

SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. Um século de *Drosophila* na genética. **Genética na Escola**. v. 5, n. 2, p.42-47, 2010.

SIDOROV, R. A., UGNIVENKO, E. G., KHOVANOVA, E. M., & BELITSKY, G. A. Induction of tumor clones in *D. melanogaster* wts/+ heterozygotes with chemical carcinogens. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 498, p.181-191, 2001.

SIQUEIRA, C.M.F.; REBECA, R. “Informados sobre o câncer” – o quis como ferramenta de auxílio ao professor de Ciências e Biologia. **Revista SUSTINERE**, v. 10, n. 1, p. 51-68, jan-jun, 2022

SILVA, M.B.; TRIVELATO, S.L.F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de Biologia. **IENCI- Investigações em Ensino de Ciências**. v. 22, n.2, p. 139-153, agosto, 2017.

SILVA, M.L.C.; KALHIL, J.D.B.; SOUZA, M.R.C. Metodologias ativas para uma aprendizagem significativa. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.5, p.51280-51291, may. 2021

SILVEIRA, L. **Recriação da “sala de moscas” de Morgan com alunos do Ensino Médio**. Curitiba: Trabalho de conclusão de curso Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio, na modalidade de Ensino a Distância- Universidade Federal do Paraná, p. 12-20, 2014.

SOARES, D. C. S. Avaliação do efeito do pentilenotetrazol e 4-aminopiridina sobre parâmetros de sobrevivência, locomotores e bioquímicos em *Drosophila melanogaster*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Do Pampa. Programa de Pós-Graduação em Bioquímica - Uruguaiana/RS, 2016.

SODRÉ, A. M. N; LOPES, M. S. B; LIMA, M. M. O; ALMEIDA, P. M; MARTINS, F. A; Sequências didáticas aplicadas ao ensino de biologia: metodologias ativas / Organizado por Emilia Ordones Lemos Saleh, Pedro Marcos Almeida e Francielle Alline Martins. – Teresina : FUESPI, v. 1, p. 20-32, 2020.

SOUSA, F. A. de. Avaliação da capacidade carcinogênica do antiparasita ivermectina, pelo teste de detecção de tumor epitelial em células somáticas de *Drosophila melanogaster* / Francielle Aparecida de Sousa. – Dissertação (mestrado), Uberaba, 2015

SOUZA, T.C.; LEMOS, R.G.; RAMOS, H.; ACRIS, D. Imagens de Câncer para o Ensino de Biologia: o que dizem professores e alunos do Ensino Médio. **Revista Educação em Saúde**. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação – XII ENPEC, p.1-8, 2019

TRIVELATO, S.L.F.; TONIDANDEL, S.M.R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 97 -144, 2015.

VARELLA, D. Não é possível afirmar que quem come alimentos orgânicos tem menos risco de desenvolver câncer. Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/cancer/nao-e-possivel-afirmar-que-quem-come-alimentos-organicos-tem-menos-risco-de-desenvolver-cancer/>
Acesso em: 23.06.2022

VIEIRA, G.C. Admirável Mundo Novo: A Epigenética. **Evolução Biológica: da pesquisa ao Ensino**. Cap. 07, p. 177-212, Editora Fi, Porto Alegre, 2017

XU, T.; WANG, W.; ZHANG, S.; STEWART, R. A.; YU, W. Identifying tumor suppressors in genetic mosaics: the *Drosophila* *lats* gene encodes a putative protein kinase. **Development**, v. 121; p. 1053-1063, 1995.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Belo Horizonte: **Revista Ensaio**, v.13, n.3, p. 67-80, set-dez 2011.

8. PRODUTO

O produto do TCM é uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) denominada: Desvendando o potencial carcinogênico dos alimentos: uma abordagem investigativa no ambiente escolar. O material está disponível em: https://www.canva.com/design/DAFJIO4vh3s/B1PcUU8DhxHWjuoeFLSZvw/view?utm_content=DAFJIO4vh3s&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

DESVENDANDO O POTENCIAL CARCINOGÊNICO DOS ALIMENTOS:

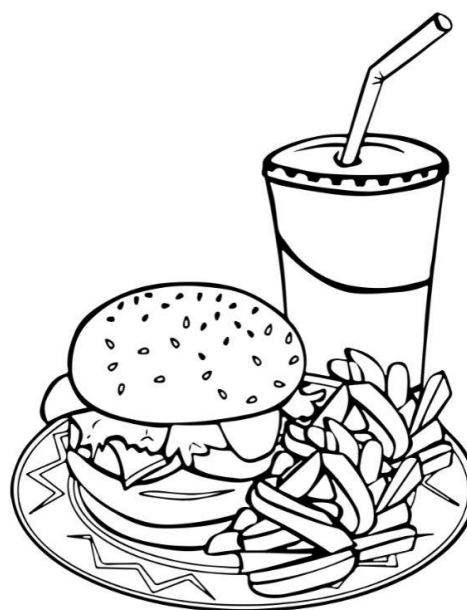
Por Sheyla Aguiar e colaboradores



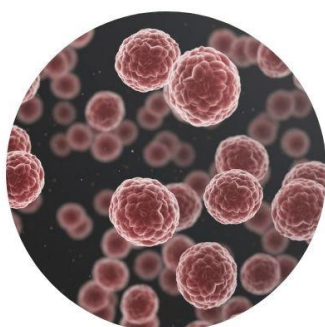
UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO AMBIENTE ESCOLAR

SUMÁRIO

- 03 INTRODUÇÃO
- 05 OBJETIVOS
- 06 MATERIAIS
- 07 DESENVOLVIMENTO
- 16 PROPOSTA DE AVALIAÇÃO
- 17 CONSIDERAÇÕES FINAIS
- 18 REFERÊNCIAS



INTRODUÇÃO



O câncer é o principal problema de saúde pública no mundo e sua incidência e mortalidade vem aumentando, devido ao envelhecimento, crescimento populacional e mudança dos fatores de risco, principalmente no que se refere ao desenvolvimento socioeconômico com a incorporação de e atitudes associados à urbanização (sedentarismo, alimentação inadequada, entre outros) (INCA, 2019).

A relação entre alimentos e câncer é muito estudada, sendo associada tanto de forma positiva, onde determinados alimentos agem como fator protetor para a doença; quanto de forma negativa, sendo fator promotor do processo de carcinogênese (LOPES; FORTES; REZENDE, 2021).

O estilo de vida nutricional tem grande relação com o aumento, diminuição ou até mesmo prevenção em alguns casos de cânceres (FREITAS et al., 2021).

Sabendo que a alimentação inadequada associada a outras condições representa um dos principais fatores de risco para a manifestação do câncer, um ponto preocupante observado nas escolas e que chamou a atenção para o desenvolvimento desta proposta de sequência de ensino foi o hábito alimentar da maioria dos jovens, baseado em alimentos industrializados, refrigerantes, carnes processadas e pouco ou nada de frutas, verduras e legumes.



Diante dessa realidade, faz-se necessária a abordagem do assunto por meio de estratégias que possam permitir aos alunos a obtenção de conhecimentos significativos. Assim, o professor precisa formular questões para que os estudantes participem de situações que demandam a interpretação de evidências, valorizando o pensamento científico (TRIVELATO e TONIDANDEL, 2015).



Nesse modelo de ensino, onde o aluno é um agente ativo, participante e protagonista no processo de aprendizagem, utilizam-se metodologias ativas, como a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

De acordo com Carvalho (2013), as SEIs devem proporcionar aos alunos que tenham ideias próprias e possam discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico.

Para isso, propusemos uma SEI com o objetivo de investigar o potencial carcinogênico de alimentos habitualmente consumidos pelos estudantes, por meio da aplicação do método científico.



OBJETIVOS

GERAL:

- Investigar o potencial carcinogênico de alimentos habitualmente consumidos pelos estudantes, por meio da aplicação do método científico.

ESPECÍFICOS:

- Abordar o assunto Câncer nas escolas a partir de ensaios biológicos com Drosophila melanogaster para avaliação de alimentos habitualmente consumidos pelos alunos;
- Promover um momento de integração escolar entre os alunos para socialização dos resultados alcançados a partir da investigação científica.

TEMA ABORDADO: Câncer e alimentação

PÚBLICO ALVO: Discentes do ensino médio

DURAÇÃO (em aulas): 6 aulas de 50 minutos

MATERIAIS

- Equipamento audiovisual (notebook e datashow);
- Google Formulários;
- Grupo de WhatsApp;
- Smartphone;
- Material para confecção das placas: cartolina/papel cartão verde e vermelho, cola, palito de picolé e pincel ou caneta;
- Quadro, pincel e apagador;
- Folhas de papel A4;
- Lápis, caneta, borracha, lápis de cor e régua.

PARA O EXPERIMENTO:

- Larvas de Drosophila melanogaster apropriadas para o teste de tumor epitelial (TTE), vide anexo 1;
- Purê instantâneo YOKI®;
- Alimentos e/ou bebidas para a serem testados;
- Microscópio digital LIBA Modelo USB X4 Ampliação 1600X ou estereomicroscópio;
- Frascos tipo saleiro para o experimento;
- Frascos tipo penicilina para armazenar as moscas após o experimento;
- Pincéis n° 0;
- Pipetas Pasteur;
- Álcool 70%;
- Glicerina;
- Tampão (gaze e algodão).

DESENVOLVIMENTO

As etapas desta sequência didática foram estruturadas de forma a proporcionar uma atividade investigativa aos alunos do 3º ano do Ensino Médio, para que estes possam averiguar o potencial carcinogênico de alguns alimentos habitualmente consumidos por eles. As etapas da SEI foram realizadas em 6 momentos com atividades síncronas (realizadas em sala de aula com duração de 50 minutos cada) e assíncronas (realizadas em ambiente virtual ou caseiro).

QUADRO SÍNTESE

Momento	Modalidade	Tema/ Conceito	Descrição da Atividade
1	Atividade assíncrona 1	Diagnóstico da população	Os alunos respondem a um questionário no Google forms para identificação do conhecimento prévio sobre o tema
2	Atividade assíncrona 2	Problematização: Como os hábitos alimentares influenciam no desenvolvimento do câncer?	Textos motivadores impressos e digitais que abordam o assunto são distribuídos aos discentes para análise prévia e embasamento nas discussões posteriores.
	Atividade síncrona 1		Discussão em grupo sobre o material previamente recebido. Apontamento das curiosidades.

3	Atividade síncrona 2	O câncer: causa e profilaxia	Apresentação de imagens com situações-problema sobre o câncer e realização da “Dinâmica MITO ou VERDADE”, dando início às discussões.
4	Atividade assíncrona 3	Câncer e alimentação	Questionamento por meio do WhatsApp e levantamento de hipóteses; sugestão de alimentos “potencialmente cancerígenos”, a serem avaliados.
	Atividade síncrona 3		Retomada das discussões realizadas no grupo WhatsApp.
5	Atividade síncrona 4	A investigação a partir de um modelo biológico	Apresentação do modelo de estudo <i>Drosophila melanogaster</i>
	Atividade síncrona 5		Preparação dos alimentos a serem testados e montagem do experimento com as drosófilas.
	Atividade assíncrona 4		Observação do experimento e coleta de dados por 10 dias.
6	Atividade síncrona 6	Apresentação e divulgação dos resultados	Elaboração de gráficos e tabelas para apresentar os resultados e conclusões do experimento.
	Atividade síncrona 7		Aplicação de questionário individual para autoavaliação e relato de novas descobertas.

*Atividades síncronas foram realizadas em sala de aula (presencial) com duração de 50 minutos cada e atividades assíncronas foram realizadas em ambiente virtual ou caseiro.

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

Momento 1: Questionário diagnóstico

Atividade síncrona 1: Inicialmente os alunos devem responder a um questionário diagnóstico, que pode ser enviado por meio do Google forms ou impresso, para identificar o conhecimento prévio sobre o tema (Apêndice A).

As perguntas realizadas devem ser direcionadas para que os discentes possam relatar o conceito de câncer, suas causas e possíveis formas de transmissão, além de nomear em que parte do corpo a doença pode se manifestar. Pergunta-se também se os alunos conhecem alguém que tem ou teve a doença, seja familiar ou não, sobre a herdabilidade da doença, chance de cura e formas de prevenção. Não existem respostas certas e erradas, o intuito é verificar o conhecimento geral dos alunos.



Momento 2: Análise e discussão de textos motivadores

Atividade assíncrona 2: Inicialmente, vídeos, infográficos e textos motivadores que abordam o problema “câncer” devem ser selecionados. Cada equipe recebe um conjunto de informações: os vídeos podem ser enviados pelo grupo de Whatsapp, enquanto textos e infográficos são entregues impressos, para discussão na semana seguinte.



Uma coleção de textos a serem disponibilizados aos alunos encontra-se no Padlet “Investigando o câncer” e pode ser acessado através do link: <https://padlet.com/wwanessa131/qtzq38g4xvbq2t0o>

Atividade síncrona 1: após análise do material, na semana seguinte os discentes são convidados a debater o assunto em sala de aula, organizados nos grupos, os alunos devem ser questionados pela professora sobre o que cada grupo achou de mais interessante no material recebido previamente para análise.



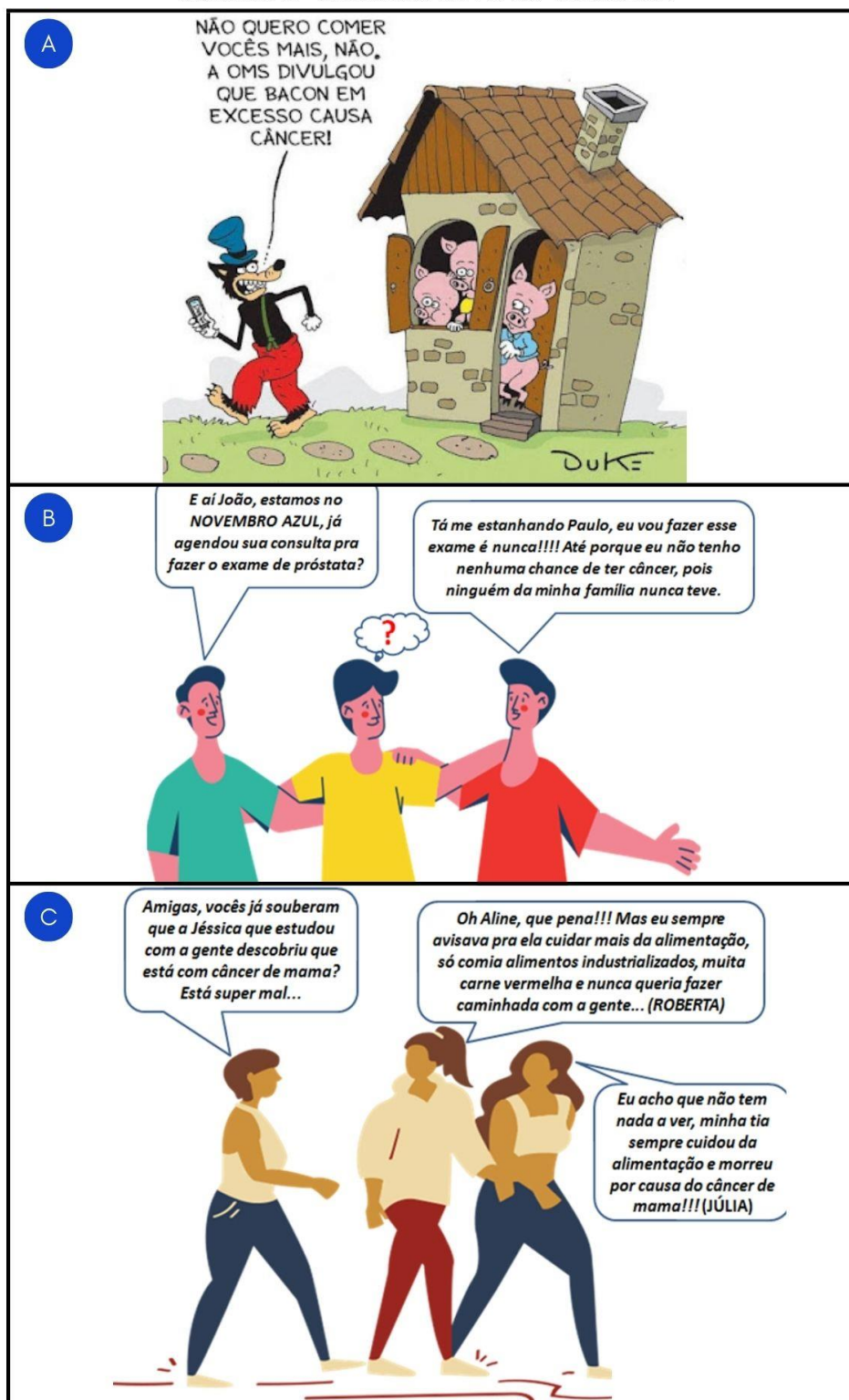
Momento 3: Dinâmica MITO ou VERDADE

Atividade síncrona 2: Para incentivar o debate, deve ser realizada a “Dinâmica MITO ou VERDADE”, na qual situações-problema podem ser apresentadas em arquivo com auxílio de um Datashow. Sugestões de situações problemas são apresentadas na página a seguir.



Em grupos, os discentes discutem e se posicionam diante de cada situação, para isso, cada grupo recebe duas placas, uma verde que deve ser erguida quando acreditam que a situação-problema se trata de uma VERDADE e outra vermelha, a ser erguida quando acreditam que a situação-problema se trata de um MITO. Após a manifestação, cada um dos grupos deve explicar por que escolheu aquela resposta de acordo com o que haviam analisado no material recebido anteriormente e seus próprios conhecimentos.

Sugestões de situações problemas apresentadas aos discentes durante a "Dinâmica MITO ou VERDADE"



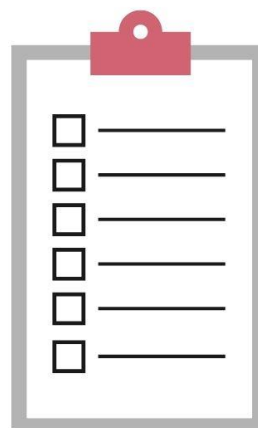
Fonte: a) Duke Chargista; b e c) Imagens disponíveis de forma gratuita no aplicativo Canva modificadas pela própria autora.

Momento 4: Alimentos X Câncer

Atividade assíncrona 3: Os alunos devem ser instigados da seguinte forma: “Diante das discussões já realizadas, como cada um de vocês avalia a sua alimentação?”, “Será que a nossa alimentação pode induzir a ocorrência de câncer?” e “Como os cientistas podem responder a essa pergunta?”. Toda essa discussão pode ser iniciada com o uso do aplicativo WhatsApp e se manter por uma semana.

Além disso, deve ser solicitado que os grupos elaborem uma lista de alimentos habitualmente consumidos por eles que acreditam ser “potencialmente cancerígenos”.

Ao final da interação no aplicativo, a professora pode organizar a lista e definir com os alunos, dentre as sugestões, um alimento para cada grupo levar na aula seguinte para o início da investigação do potencial cancerígeno através do teste de tumor epitelial (TTE) em *Drosophila melanogaster* (Anexo 1).



Atividade síncrona 3: a professora deve retomar a discussão iniciada no WhatsApp para que, junto com os alunos, possa debater e encontrar respostas as perguntas levantadas anteriormente.

A professora deve aproveitar esse momento e ressaltar a importância do método científico, o fazer ciência a partir de observações na natureza. Isso auxiliará bastante a próxima atividade.



Momento 5: Experimento com Drosophila melanogaster

Atividade síncrona 4: Os alunos deverão ser apresentados ao modelo de estudo Drosophila melanogaster, um vídeo no Laboratório de Genética da Universidade Estadual do Piauí (LABGENE-UESPI) - disponível no YouTube (<https://youtu.be/XBbNsGYMHml>) pode ser utilizado juntamente com uma explanação no Power Point, caso o professor ache necessário.

Atividade síncrona 5: no Laboratório de Ciências da escola, cada equipe deve receber um Kit contendo todo o material necessário para o experimento (microscópio digital, frascos, pincéis, pipetas, álcool, glicerina, dentre outros).

Sob a orientação da professora, cada grupo deve separar 200 larvas em estágio 2 do desenvolvimento, resultantes do cruzamento entre moscas fêmeas virgens wts e machos mwh. As larvas devem ser cuidadosamente colocadas em frascos plásticos contendo 2 g de purê instantâneo YOKI® preparado juntamente com o alimento (ou bebida) que será testado.

Montagem do experimento no laboratório de uma escola pública de Caxias-MA. A: Grupo testando o refrigerante uva; B: Aluno contando larvas; C: Grupo testando o refrigerante cola; D: Grupo testando o sachê de miojo.



Fonte: De autoria própria

Alimentos líquidos como refrigerantes podem ser adicionados diretamente ao purê na proporção (3:1), ou seja, 6mL de líquido para 2g de purê. Alimentos sólidos como salsicha e presunto, devem ser amassados com um garfo e misturados ao purê, será necessário hidratar com água.

Um dos frascos com purê deverá ser hidratado apenas com água, este será o controle negativo do experimento. É importante que a professora explique a necessidade do CN para fins de melhor comparação entre os tratamentos (os diferentes alimentos).

Após o preparo, cada grupo deve levar o frasco e o material para análise e observação em casa, onde devem ficar atentos ao nascimento das moscas e realizar o registro diariamente.

Atividade assíncrona 4: em casa, à medida que as moscas forem eclodindo, o que deve ocorrer em até 10 dias contados a partir do cruzamento, os alunos precisarão coletar e colocá-las em álcool 70% para a preservação.

Em seguida, com o auxílio de uma lupa/microscópio digital LIBA Modelo USB X4 ampliação 1600X e um pincel nº1, os alunos realizarão a separação das moscas que devem ser analisadas (apenas aquelas que apresentam pelos longos e finos no corpo, pois são essas moscas que apresentam o gene balanceador *wts*, responsável pelo surgimento das verrugas) quanto a ocorrência de tumores epiteliais em todo o corpo.

Todas as observações devem ser registradas numa tabela. Fotos podem ser tiradas em celular próprio e enviadas a professora pelo WhatsApp para que a mesma possa orientá-los em todas as etapas da investigação.

Microscópio digital LIBA
Modelo USB X4



Momento 6: Análise e divulgação dos resultados do experimento

Atividade síncrona 6: finalizados os experimentos, os grupos devem ser reunidos em sala de aula para a divulgação de seus resultados e juntos com a professora elaborar tabelas e gráficos que possam expressar suas descobertas em relação ao “potencial alimento cancerígeno” avaliado, de forma a concluírem suas hipóteses acerca da relação entre câncer e alimentação.

Cada equipe deve ser convidada a ir ao quadro e completar a tabela com dados observados em seu experimento em relação ao número de moscas sobreviventes, quantidade de indivíduos analisados, total de tumores encontrados e frequência.

Após os grupos completarem a tabela com seus dados, podem ser questionados sobre como poderiam explicar o ocorrido em seu experimento de acordo com o alimento/bebida testado e identificar qual deles teria o maior potencial cancerígeno.

Atividade síncrona 7: após ampla discussão dos resultados encontrados pelos diferentes grupos, os discentes devem ser convidados a responder um questionário individual (QI), com o intuito de realizar uma autoavaliação quanto a sua participação no projeto, nas discussões e no experimento (Apêndice B). Os alunos devem responder também à pergunta inicial, a que se propôs esse estudo: “Qual a relação entre a nossa alimentação e o câncer?”, outras questões são sugeridas a fim de avaliar a compreensão do modelo de estudo, interpretação de gráfico e por fim sobre quais foram suas descobertas realizadas com o projeto.

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

Todas as etapas de desenvolvimento da SEI devem ser gravadas com um smartphone e transcritas para análise mais completa da situação desenvolvida, da postura tomada pelo professor e dos estudantes. Esta gravação deve ser utilizada para análise do contexto verbal e não verbal construído em sala de aula e no auxílio da compreensão da eficiência da SEI.



A avaliação deve ocorrer de forma continuada mediante interesse e participação dos alunos nas atividades síncronas e assíncronas, além disso, os questionários sugeridos podem auxiliar o professor nesta avaliação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em contraposição aos fundamentos das metodologias expositivas, aqui se propõe uma metodologia ativa pautada na maior interação do aluno como protagonista no processo de aprendizagem, tornando a educação uma porta de formação do cidadão como um todo, atingindo bem mais os potenciais de cada educando.

A aplicação desta SEI deve contribuir para a melhoria do Ensino de Biologia, possibilitando o uso de estratégias dinâmicas, onde os estudantes podem participar da construção do conhecimento de forma ativa, sendo protagonistas da sua aprendizagem, facilitando a compreensão do assunto, permitindo e estimulando que os mesmos se tornem disseminadores dessas informações que serão transmitidas e compartilhadas.

É essencial que, ao final da atividade os discentes possam reconhecer alguns alimentos consumidos por eles que sejam potencialmente carcinogênicos e assim, além de evitá-los, entender a influência dos maus hábitos alimentares na saúde e compartilhar o conhecimento adquirido na escola sobre os primeiros cuidados preventivos dentro da sua comunidade, no que se refere a importância da alimentação como um dos fatores de risco para a manifestação do câncer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)**, v. 18, n. 3, p. 765-794, dez. 2018

FREITAS, C.A.; VIEIRA, C.B.; RODRIGUES, I.O.; GRELLET, L.; BRAGA, M.L.; MACCAGNAN, P.; DINIZ, R.E.A.S.; COIMBRA, C.N.; QUIÑONES, E.M. Nutrição e prevenção de câncer: um artigo de revisão. **Revista Higei@**. Unimes. v.2, n.5., set-2021.

INCA, 2019. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Estimativa 2020: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Rio de Janeiro, p.120. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa>. Acesso em: 29 de junho de 2020.

LOPES, M.N.; FORTES, R.C.; REZENDE, A.J. Consumo alimentar e sua relação com o câncer: uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.9, p. 92554-92568. Set-2021.

TRIVELATO, S.L.F.; TONIDANDEL, S.M.R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 97 -144, 2015.

AGRADECIMENTOS

- Ao PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional.
- A Universidade Estadual do Piauí.
- Programa de Agradecimento ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Apêndice A - Questionário diagnóstico

- 01- O que é câncer? _____
- 02- O que pode causar o câncer? _____
- 03- Pode surgir em qualquer parte do corpo?
() SIM () NÃO
- 04- O câncer é contagioso, ou seja, você pode pegar no convívio e/ou contato com a pessoa que tenha a doença?
() SIM () NÃO
- 05- Alguém na sua família tem ou teve câncer?
() SIM () NÃO
- 06- Conhece alguém fora da sua família que tem/teve câncer?
() SIM () NÃO
- 07- Você acredita que só tem câncer se alguém da sua família já teve?
() SIM () NÃO
- 08- O câncer tem cura?
() SIM () NÃO
- 09- O câncer pode ser prevenido?
() SIM () NÃO
- 10- Você acredita que esses hábitos podem causar câncer?
 - 1- Tabagismo (fumar) () SIM () NÃO
 - 2- Maus hábitos alimentares () SIM () NÃO
 - 3- Álcool () SIM () NÃO
 - 4- Hábitos sexuais () SIM () NÃO
 - 5- Medicamentos () SIM () NÃO
 - 6- Obesidade () SIM () NÃO
 - 7- Estresse () SIM () NÃO
 - 8- Exposição ao sol () SIM () NÃO
 - 9- Sedentarismo () SIM () NÃO
 - 10- Falta de higiene () SIM () NÃO

Apêndice B - Questionário individual

1 - Durante a realização do projeto, como foi a sua participação?

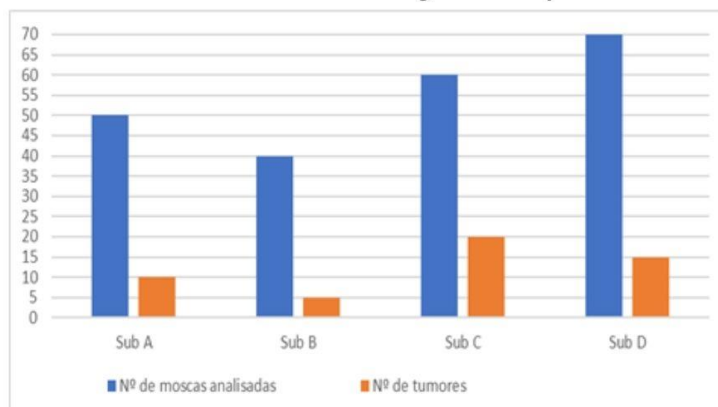
Marque apenas uma.

- apenas das discussões em sala de aula.
- das discussões em sala de aula e parte do experimento.
- das discussões em sala de aula e de todo o experimento.

2 - Hoje analisamos os resultados do experimento do projeto sobre o câncer, realizado por vocês. Qual é a pergunta que a pesquisa realizada se propôs a responder?

3 - Por que o organismo de estudo escolhido foi a Drosophila?

4 - Um experimento similar foi realizado numa escola de Teresina. Observe os resultados a seguir e responda:



a) Qual substância foi mais cancerígena? Por quê?

b) Sabendo que dentre as substâncias analisadas uma delas é a água. Indique qual seria e por quê?

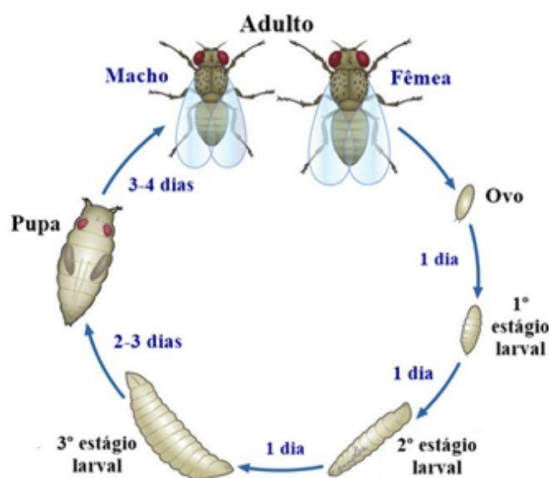
5 - Ao fim do projeto, o que você descobriu sobre o câncer, que ainda não sabia?

Anexo 1 - TESTE DE TUMORES EPITELIAIS (TTE) EM Drosophila melanogaster

Wanessa Alves Lima
Aluna do PIBIC/CNPq (2021/2022)

A Drosophila melanogaster foi o primeiro organismo complexo a ter o seu genoma sequenciado (ADAMS et al., 2000), e a mosca adulta codifica um pouco mais de 14.000 genes em quatro cromossomos, sendo três os que carregam a maior parte do genoma (SOARES, 2016). Ela oferece uma abundância de vantagens, como ciclo de vida curto (Figura 1), custo de manutenção acessível em comparação com outros modelos de invertebrados e vertebrados, ferramentas avançadas de análise genética, considerável homologia de genes com outros organismos, incluindo humanos e inúmeras opções para detectar fenótipos induzidos ou anormais (CHIFIRIUC, 2016).

Figura 1: Ciclo de vida da D. melanogaster à 25°C.



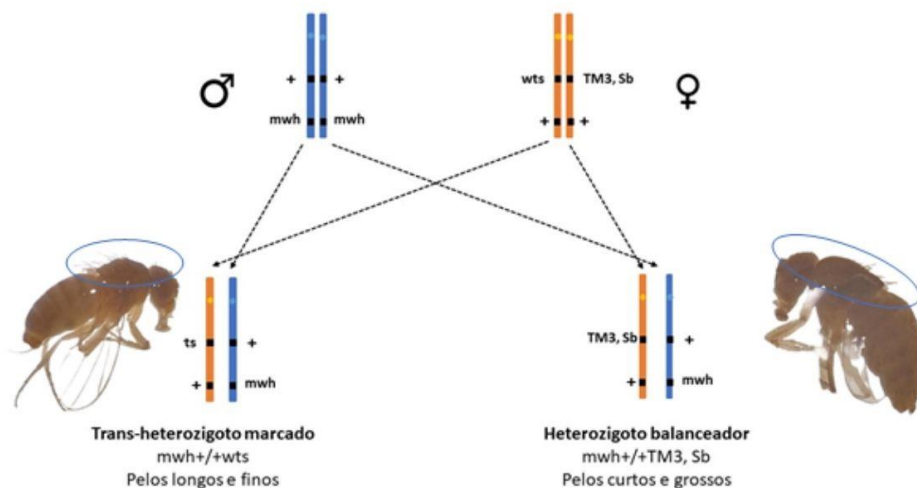
Fonte: Adaptado de Ong, et. al., 2014

O teste para detecção de clones de tumor epitelial (wts) em D. melanogaster contribui diretamente para o entendimento de cânceres em seres humanos (POTTER; TURENCHALK; XU, 2000). O gene wts foi identificado por sua capacidade como um supressor de tumor em Drosophila (NISHIYAMA et al., 1999). A deleção desse gene leva a formação de clones de células que são circulares e consideravelmente invasivas, que são chamadas literalmente de verrugas (warts), que se desenvolvem por todo corpo da mosca (JUSTICE et al., 1995).

Durante a metamorfose da *Drosophila* é formado o disco imaginal, que corresponde a um grupo de células na larva que vão originar as estruturas presentes na epiderme da mosca adulta. As células do disco imaginal da *Drosophila* se assemelham muito as células somáticas dos humanos (JUSTICE et al., 1995; XU et al., 1995). Se ocorrerem mutações durante a formação das células desse disco imaginal estas se manifestarão como tumores na mosca adulta, que podem aparecer praticamente em todo corpo (SIDOROV et al., 2001).

O teste para detecção de tumor epitelial (warts) é realizado por meio do cruzamento de machos da linhagem multiple wing hairs (*mwh/mwh*) (3-0,3) cruzados com fêmeas virgens da linhagem warts (*wts/TM3, sb1*) (Figura 2).

Figura 2: Representação esquemática do cruzamento entre as linhagens *mwh* e *wts*, e seus descendentes



Fonte: próprio autor (2022)

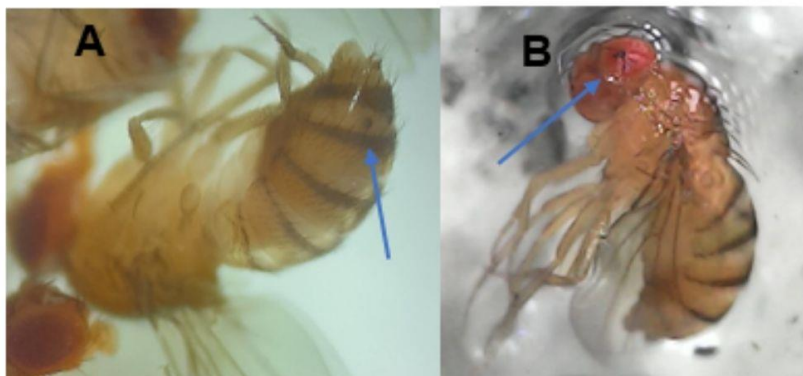
Cerca de 200 larvas de 2º estágio, obtidas ± 72 horas após o cruzamento, são colocadas em recipientes de vidro contendo 1,5 g de meio de purê de batatas instantâneo hidratado com 5 mL da substância teste. Para o ensaio carcinogênico, um dos frascos recebe o controle negativo (solvente) e os demais frascos recebem a substância a ser testada em diferentes concentrações. Já para o ensaio anticarcinogênico, um dos frascos é utilizado para controle positivo (por exemplo o Cloridrato de Doxorubicina (DXR-0,125mg/mL) e os demais frascos recebem a substância a ser testada em diferentes concentrações em associação com o controle positivo.

Ademais, é importante que o experimento seja feito em triplicata, para aumentar a precisão do teste.

Após completarem a metamorfose, as moscas são transferidas para recipientes contendo etanol 70%. Deste cruzamento são obtidos dois tipos de descendentes: descendentes trans-heterozigotos marcados (MH) ($wts + / + mwh$) e descendentes heterozigotos balanceados (BH) ($TM3, sb1 + / + mwh$). A distinção das progênes é feita de acordo com os pelos localizados na cabeça e na parte superior do tórax. Os indivíduos MH apresentam pelos longos e finos e os indivíduos BH apresentam pelos curtos e grossos.

A análise é feita através de uma lupa estereoscópica, com o auxílio de pinças entomológicas e pincéis. Apenas os indivíduos trans-heterozigotos marcados são analisados, já que os indivíduos heterozigotos balanceados não possuem o gene em estudo. Logo, os indivíduos MH são analisados individualmente, sem distinção de sexo, buscando-se em cada região do corpo destas moscas a presença de tumores, que se caracterizam como verrugas (Figura 3).

Figura 3: Tumores em tecido epitelial de *D. melanogaster* (setas) observados em microscópio estereoscópico: A. Tumor no abdômen; B. Tumor no olho.



Fonte: próprio autor (2022)

Comparações estatísticas das taxas de sobrevivência de descendência e o número de tumores no TTE são realizadas entre os grupos experimentais e controles, usando o teste do qui-quadrado.

REFERÊNCIAS

ADAMS M. D. et al. The genome sequence of Drosophila melanogaster. **Science**, v. 287, n. 5461, p. 2185-2195, 2000.

CHIFIRIUC, M. C; RATIU, A. C; POPA, M; ECOVOIU, A. A; Drosophotoxicology: An Emerging Research Area for Assessing Nanoparticles Interaction with Living Organisms. **International Journal of Molecular Sciences** 17:36-45, 2016.

JUSTICE, R. W; ZILIAN, O; WOODS, D. F; NOLL, M; BRYANT, P. J; The Drosophila tumor suppressor gene warts encodes a homolog of human myotonic dystrophy kinase and is required for the control of cell shape and proliferation; **Genes Dev.** 9:534-546, 1995.

NISHIYAMA, Y.; HIROTA, T.; MORISAKI, T.; HARA, T.; MARUMOTO, T.; IIDA, S.; MAKINO, K.; YAMAMOTO, H.; HIRAOKA, T.; KITAMURA, N.; SAYA, H. A human homolog of Drosophila warts tumor suppressor, h-warts, localized to mitotic apparatus and specifically phosphorylated during mitosis. **FEBS Letters**, 459, 159-165, 1999.

ONG, C., YUNG, L.-Y. L., CAI, Y., BAY, B.-H., & BAEG, G.-H. Drosophila melanogaster a model organism to study nanotoxicity. **Nanotoxicology**, 9(3), 396-403, 2014.

POTTER, C. J; TURENCHALK, G. S; XU, T; 2000. Drosophilain cancer research, an expanding role. **Trends Genet.** 16:33-39

SIDOROV, R. A; UGNIVENKO, E. G; KHOVANOVA, E. M; BELITSKY, G. A; Induction of tumor clones in Drosophila melanogaster wts/+ heterozygotes with chemical carcinogenes. **Mutation Res.** 498:181-191, 2001.

SOARES, D. C. S. Avaliação do efeito do pentilenotetrazol e 4-aminopiridina sobre parâmetros de sobrevivência, locomotores e bioquímicos em Drosophila melanogaster. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Do Pampa. Programa de Pós-Graduação em Bioquímica - Uruguaiana/RS, 2016.

XU, T.; WANG, W.; ZHANG, S.; STEWART, R. A.; YU, W. Identifying tumor suppressors in genetic mosaics: the Drosophila lats gene encodes a putative protein kinase. **Development**, 121, 1053-1063, 1995.

AUTORES

Sheyla Aguiar Lopes de Sousa: Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Piauí (1999). Especialista em Genética e Evolução pela FACINTER (2005). Mestre em Ensino de Biologia em rede Nacional pelo PROFBIO/UESPI (2022). Professora da Secretaria Estadual de Educação do Piauí (2000) e do Maranhão (2004) onde leciona a disciplina de Biologia nas três séries do Ensino Médio. CV: <http://lattes.cnpq.br/4964101395514398>

Wanessa Alves Lima: Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Piauí (2022). Mestranda em Genética e Melhoramento (Universidade Federal de Viçosa). Desenvolve pesquisas na área da Citogenética. CV: <http://lattes.cnpq.br/3627959340177359>

Pedro Marcos de Almeida: Licenciado e Graduado em Ciências Biológicas (Universidade Federal de Viçosa, 2001); Mestre em Genética e Melhoramento (Universidade Federal de Viçosa, 2003); Doutor em Genética (Universidade Federal de Pernambuco). Professor Adjunto III da Universidade Estadual do Piauí (UESPI)/FACIME, onde leciona Genética, Biologia Celular e Molecular e desenvolve pesquisas na área de Mutagênese e Antimutagênese em camundongos e no bioensaio Allium cepa. Faz parte do Programa de Mestrado Profissional em Biologia (PROFBIO/UESPI), desenvolvendo projetos no Ensino Médio na linha de pesquisa em Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia. CV: <http://lattes.cnpq.br/4917070654832103>

Francielle Aline Martins: Bacharela e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Viçosa (2004/2005). Mestre em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (2006). Doutora em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (2011). Professora Associada II da Universidade Estadual do Piauí, onde leciona nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, nos cursos de Pós-Graduação em Química (Mestrado Acadêmico) e no Mestrado Profissionalizante em Rede de Biologia (PROFBIO-UESPI). Desenvolve pesquisas na área de mutagênese com os bioensaios Allium cepa e Drosophila melanogaster e na área de ensino, atuando na linha de pesquisa em Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia. CV: <http://lattes.cnpq.br/1573962190438125>

Apêndice A*

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

01- O que é câncer? _____

02- O que pode causar o câncer? _____

03- Pode surgir em qualquer parte do corpo?

() SIM () NÃO

04- O câncer é contagioso, ou seja, você pode pegar no convívio e/ou contato com a pessoa que tenha a doença?

() SIM () NÃO

05- Alguém na sua família tem ou teve câncer?

() SIM () NÃO

06- Conhece alguém fora da sua família que tem/teve câncer?

() SIM () NÃO

07- Você acredita que só tem câncer se alguém da sua família já teve?

() SIM () NÃO

08- O câncer tem cura?

() SIM () NÃO

09- O câncer pode ser prevenido?

() SIM () NÃO

10- Você acredita que esses hábitos podem causar câncer?

01-Tabagismo (fumar) () SIM () NÃO

02-Maus hábitos alimentares () SIM () NÃO

03-Álcool () SIM () NÃO

04-Hábitos sexuais () SIM () NÃO

05-Medicamentos () SIM () NÃO

06-Obesidade () SIM () NÃO

07-Estresse () SIM () NÃO

08-Exposição ao sol () SIM () NÃO

09-Sedentarismo () SIM () NÃO

10-Falta de higiene () SIM () NÃO

Apêndice B*

QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL

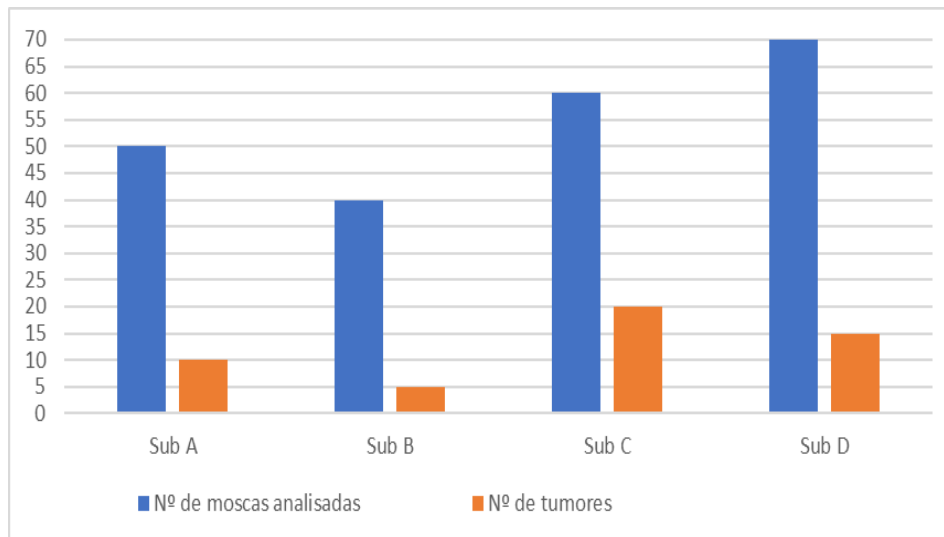
1 – Durante a realização do projeto, como foi a sua participação? Marque apenas uma.

- () apenas das discussões em sala de aula.
() das discussões em sala de aula e parte do experimento.
() das discussões em sala de aula e de todo o experimento.

2 – Hoje analisamos os resultados do experimento do projeto sobre o câncer, realizado por vocês. Qual é a pergunta que a pesquisa realizada se propôs a responder? _____

3 – Por que o organismo de estudo escolhido foi a *Drosophila*? _____

4 – Um experimento similar foi realizado numa escola de Teresina. Observe os resultados a seguir e responda:



a) Qual substância foi mais cancerígena? Por quê? _____

b) Sabendo que dentre as substâncias analisadas uma delas é a água. Indique qual seria e por quê? _____

5 – Ao fim do projeto, o que você descobriu sobre o câncer, que ainda não sabia? _____

Anexo 1*

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UFPI - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ - CAMPUS
SENADOR HELVÍDIO NUNES
DE BARROS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Câncer: Uma abordagem investigativa no Ensino Médio

Pesquisador: SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 41710620.4.0000.8057

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.547.252

Apresentação do Projeto:

serão avaliados os três volumes referentes ao Ensino Médio de duas coleções de livros didáticos adotadas nas escolas da rede pública estadual da cidade de Caxias - MA. Participarão da pesquisa cerca de 80 alunos matriculados no ensino médio que responderão a um questionário diagnóstico. Uma sequência de ensino investigativa será proposta para abordar o assunto e os alunos serão distribuídos em equipes que receberão uma coletânea de textos motivadores que abordam o "problema". Após a leitura em grupo, serão propostas perguntas norteadoras para as quais hipóteses serão levantadas e investigadas. Em momento oportuno os alunos serão instigados da seguinte forma: "Será que a nossa alimentação pode induzir a ocorrência de câncer?" e "Como os cientistas podem responder a essa pergunta?" Nesse momento, o professor apresentará ao modelo biológico de estudo *Drosophila melanogaster*. A partir da lista de alimentos "possivelmente cancerígenos", a professora irá propor a realização de Ensaio de Tumor Epitelial (ETT) para o teste das diferentes hipóteses. Cada equipe será responsável por conduzir e avaliar um alimento diferente e ao final apresentará os dados durante a socialização do projeto os quais serão usados para construir uma cartilha explicativa à comunidade escolar sobre as principais conclusões

Endereço: CICERO DUARTE 905

Bairro: JUNCO

CEP: 64.607-670

UF: PI

Município: PICOS

Telefone: (89)3422-3003

E-mail: cep-picos@ufpi.edu.br

UFPI - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ - CAMPUS
SENADOR HELVÍDIO NUNES
DE BARROS



Continuação do Parecer: 4.547.252

obtidas a partir da investigação.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar através de uma análise crítica o nível de abordagem do tema Câncer no Ensino Médio e propor uma sequência de ensino investigativa na qual os alunos utilizarão do método científico para verificar, dentre os alimentos habitualmente consumidos, o potencial carcinogênico dos mesmos.

Objetivo Secundário:

- Analisar duas coleções de livros didáticos adotados nas três séries do Ensino Médio no triênio 2021-2023 utilizadas em duas escolas da rede pública Estadual da cidade de Caxias-MA para investigar a forma de abordagem do tema Câncer;
- Avaliar a percepção dos alunos matriculados no 3º ano do Ensino Médio em uma escola da rede pública de Caxias-MA acerca do tema câncer por meio de um questionário diagnóstico: causas, consequências, frequências, letalidade, prevenção.
- Propor uma sequência de ensino investigativa (SEI) para abordar o assunto câncer nas escolas a partir de ensaios biológicos com *Drosophila melanogaster* para avaliação de alimentos habitualmente consumidos pelos alunos;
- Promover um momento de integração escolar entre os alunos para socialização dos resultados alcançados a partir da investigação científica;
- Desenvolver uma cartilha explicativa à comunidade escolar sobre os principais pontos abordados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS:

Desconforto ou constrangimento dos alunos em responder às perguntas ou ao fato de estar sendo filmado. Devido ao atual cenário de pandemia que o país se encontra, o risco de contágio pelo coronavírus é possível.

BENEFÍCIOS:

A participação dos alunos no projeto ampliará a compreensão e entendimento dos processos genéticos e ambientais relacionados ao câncer;

Endereço: CICERO DUARTE 905

Bairro: JUNCO

UF: PI

Telefone: (89)3422-3003

Município: PICOS

CEP: 64.607-670

E-mail: cep-picos@ufpi.edu.br

**UFPI - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ - CAMPUS
SENADOR HELVÍDIO NUNES
DE BARROS**



Continuação do Parecer: 4.547.252

Despertar a curiosidade e permitir o entendimento sobre fenômenos relacionados ao surgimento de tumores e a relação com o tipo de alimentação.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa visa avaliar se conteúdos que fazem parte da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estão adequadamente inseridos nos livros disponíveis no ensino médio, verificar o conhecimento prévio dos alunos de ensino médio sobre o assunto e testar técnicas de ensino.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos obrigatórios estão devidamente apresentados.

Recomendações:

A pesquisadora é professora dos alunos que participarão da pesquisa? Em caso positivo isto pode constranger o aluno a negar sua participação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pesquisa apta a ser realizada

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1671741.pdf	28/01/2021 11:49:20		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetcancer.docx	28/01/2021 11:49:04	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Cronograma	cronograma_projeto.docx	22/01/2021 09:52:20	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Orçamento	orcamento_projeto.docx	22/01/2021 09:51:53	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Outros	TALE_modificado.docx	22/01/2021 09:51:12	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.docx	22/01/2021 09:50:42	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Outros	confidencialidade.pdf	29/12/2020 18:55:30	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	decl_pesquisador.pdf	29/12/2020 18:40:03	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito

Endereço: CICERO DUARTE 905

Bairro: JUNCO

UF: PI

Telefone: (89)3422-3003

Município: PICOS

CEP: 64.607-670

E-mail: cep-picos@ufpi.edu.br

**UFPI - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ - CAMPUS
SENADOR HELVÍDIO NUNES
DE BARROS**



Continuação do Parecer: 4.547.252

Outros	lattes_Pedro.pdf	29/12/2020 18:38:59	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Outros	lattes_Francielle.pdf	29/12/2020 18:38:18	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Outros	lattesheylya.pdf	29/12/2020 18:24:05	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Outros	carta_encaminhamento.pdf	29/12/2020 18:06:42	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Outros	instrumento_coleta_de_dados.docx	29/12/2020 17:54:29	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaoinst.pdf	23/12/2020 13:12:17	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito
Folha de Rosto	folharosto_sheylya.pdf	23/12/2020 12:44:14	SHEYLA AGUIAR LOPES DE SOUSA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PICOS, 19 de Fevereiro de 2021

Assinado por:
LUIZA HELENA DE OLIVEIRA LIMA
(Coordenador(a))

Endereço: CICERO DUARTE 905

Bairro: JUNCO

UF: PI

Município: PICOS

CEP: 64.607-670

Telefone: (89)3422-3003

E-mail: cep-picos@ufpi.edu.br

Anexo 2*

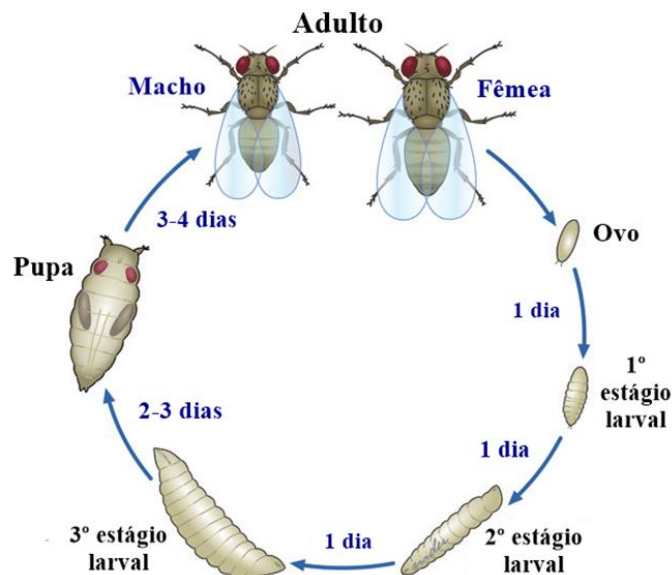
O TESTE DE TUMOR EPITELIAL EM *Drosophila melanogaster*

TESTE DE TUMORES EPITELIAIS (TTE) EM *Drosophila melanogaster*

Wanessa Alves Lima
Aluna de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq

A *Drosophila melanogaster* foi um dos primeiros organismos modelos a serem usados em genética, no laboratório do T. H. Morgan, pois oferece várias vantagens importantes, tais como estrutura de genoma relativamente simples, ciclo de vida curto (Figura 1), baixo custo de manutenção, simplicidade de manipulação experimental quando comparado aos modelos de vertebrados, tanto do ponto de vista ético como técnico, homologia de genes relevantes com organismos superiores, facilidade de obtenção de fenótipos mutantes, sistema enzimático semelhante ao dos mamíferos, rapidez e confiabilidade dos testes (LOMBARDOT et al., 2015; CHIFIRIUC et al., 2016).

Figura 1: Ciclo de vida da *D. melanogaster* à 25°C.



Fonte: Adaptado de Ong, et. al., 2014

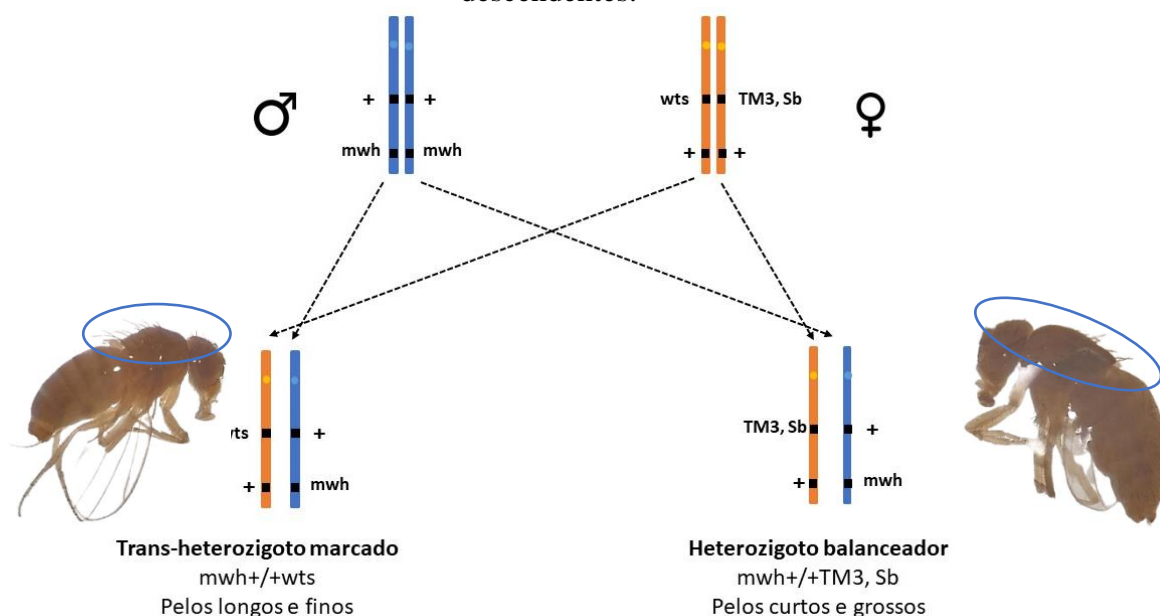
O teste para detecção de clones de tumor epitelial (*wts*) em *D. melanogaster* contribuiu diretamente para o entendimento de cânceres em seres humanos (POTTER; TURENCHALK; XU, 2000). O gene *wts* foi identificado por sua capacidade como um supressor de tumor em *Drosophila* (NISHIYAMA et al., 1999). A deleção desse gene leva a formação de clones de

células que são circulares e consideravelmente invasivas, que são chamadas literalmente de verrugas (*warts*), que se desenvolvem por todo corpo da mosca (JUSTICE et al., 1995).

Durante a metamorfose da *Drosophila* é formado o disco imaginal, que corresponde a um grupo de células na larva que vão originar as estruturas presentes na epiderme da mosca adulta. As células do disco imaginal da *Drosophila* se assemelham muito as células somáticas dos humanos (JUSTICE et al., 1995; XU et al., 1995). Se ocorrerem mutações durante a formação das células desse disco imaginal estas se manifestarão como tumores na mosca adulta, que podem aparecer praticamente em todo corpo (SIDOROV et al., 2001).

O teste para detecção de tumor epitelial (*warts*) é realizado por meio do cruzamento de machos da linhagem *multiple wing hairs* (*mwh/mwh*) (3-0,3) cruzados com fêmeas virgens da linhagem *warts* (*wts/TM3, sb1*) (Figura 2).

Figura 2: Representação esquemática do cruzamento entre as linhagens *mwh* e *wts*, e seus descendentes.



Fonte: autor.

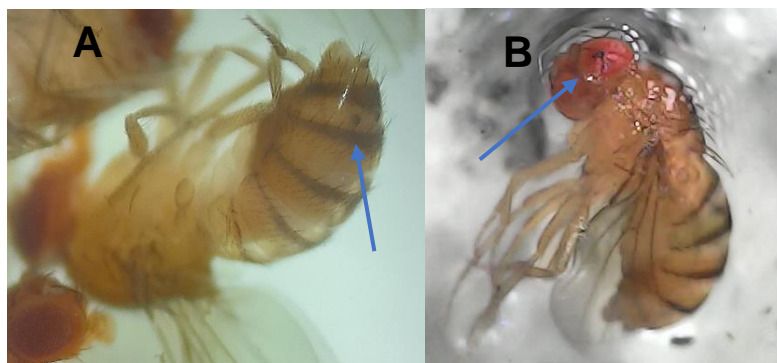
Cerca de 200 larvas de 2º estágio, obtidas ± 72 horas após o cruzamento, são colocadas em recipientes de vidro contendo 1,5 g de meio de purê de batatas instantâneo hidratado com 5 mL da substância teste. Para o ensaio carcinogênico, um dos frascos recebe o controle negativo (solvente) e os demais frascos recebem a substância a ser testada em diferentes concentrações. Já para o ensaio anticarcinogênico, um dos frascos é utilizado para controle positivo (por exemplo o Cloridrato de Doxorubicina (DXR-0,125mg/mL)) e os demais frascos recebem a substância a ser testada em diferentes concentrações em associação com o controle positivo. Ademais, é importante que o experimento seja feito em triplicata, para aumentar a precisão do teste.

Após completarem a metamorfose, as moscas são transferidas para recipientes contendo etanol 70%. Deste cruzamento são obtidos dois tipos de descendentes: descendentes trans-heterozigotos marcados (MH) (*wts + / + mwh*) e descendentes heterozigotos balanceados (BH) (*TM3, sb1 + / + mwh*). A distinção das progênies é feita de acordo com os pelos

localizados na cabeça e na parte superior do tórax. Os indivíduos MH apresentam pelos longos e finos e os indivíduos BH apresentam pelos curtos e grossos.

A análise é feita através de uma lupa estereoscópica, com o auxílio de pinças entomológicas e pincéis. Apenas os indivíduos trans-heterozigotos marcados são analisados, já que os indivíduos heterozigotos balanceados não possuem o gene em estudo. Logo, os indivíduos MH são analisados individualmente, sem distinção de sexo, buscando-se em cada região do corpo destas moscas a presença de tumores, que se caracterizam como verrugas (Figura 3).

Figura 3: Tumores em tecido epitelial de *D. melanogaster* (setas) observados em microscópio estereoscópico: A. Tumor no abdômen; B. Tumor no olho.



Fonte: autor.

Comparações estatísticas das taxas de sobrevivência de descendência e o número de tumores no TTE são realizadas entre os grupos experimentais e controles, usando o teste do qui-quadrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIFIRIUC, M. C; RATIU, A. C; POPA, M; ECOVOIU, A. A; *Drosophotoxicology: An Emerging Research Area for Assessing Nanoparticles Interaction with Living Organisms. International Journal of Molecular Sciences* 17:36-45, 2016.

JUSTICE, R. W; ZILIAN, O; WOODS, D. F; NOLL, M; BRYANT, P. J; The *Drosophila* tumor suppressor gene warts encodes a homolog of human myotonic dystrophy kinase and is required for the control of cell shape and proliferation; **Genes Dev.** 9:534-546, 1995.

NISHIYAMA, Y.; HIROTA, T.; MORISAKI, T.; HARA, T.; MARUMOTO, T.; IIDA, S.; MAKINO, K.; YAMAMOTO, H.; HIRAOKA, T.; KITAMURA, N.; SAYA, H. A human homolog of *Drosophila* warts tumor suppressor, h-warts, localized to mitotic apparatus and specifically phosphorylated during mitosis. **FEBS Letters**, 459, 159-165, 1999.

POTTER, C. J; TURENCHALK, G. S; XU, T; 2000. Drosophilain cancer research, an expanding role. **Trends Genet.** 16:33-39

SIDOROV, R. A; UGNIVENKO, E. G; KHOVANOVA, E. M; BELITSKY, G. A; Induction of tumor clones in *Drosophila melanogaster* wts/+ heterozygotes with chemical carcinogenes. **Mutation Res.** 498:181-191, 2001.

XU, T.; WANG, W.; ZHANG, S.; STEWART, R. A.; YU, W. Identifying tumor suppressors in genetic mosaics: the *Drosophila* lats gene encodes a putative protein kinase. **Development**, 121, 1053-1063, 1995.