



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA

PAULA DE MELO SOUZA

MICROPLÁSTICOS NO PLÂNCTON: uma poluição invisível

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

PAULA DE MELO SOUZA

MICROPLÁSTICOS NO PLÂNCTON: uma poluição invisível

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Dr^a. Silvia Helena Lima Schwamborn

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

Catálogo na Fonte
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Lígia F. dos Santos, CRB-4/2005

S729m Souza, Paula de Melo.
Microplásticos no plâncton: uma poluição invisível/ Paula de Melo Souza. - Vitória de Santo Antão, 2022.
88 p.

Orientadora: Silvia Helena Lima Schwamborn.
TCC (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Licenciatura em Ciências Biológicas, 2022.
Inclui referências e apêndices.

1. Plâncton. 2. Poluição Marinha. 3. Educação Ambiental. I. Schwamborn, Silvia Helena Lima (Orientadora). II. Título.

363.73 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE - 058/2022

PAULA DE MELO SOUZA

MICROPLÁSTICOS NO PLÂNCTON: uma poluição invisível

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 13/05/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr^a. Silvia Helena Lima Schwamborn (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Ernani Nunes Ribeiro (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Me. Raqueline Cristina Pereira Monteiro (Examinador Externo)
Universidade Federal do Pará

Aos meus pais, amigos, professores
e parentes próximos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por sempre cuidar de mim e de toda a minha família, a qual sempre foi minha base. Por nos confortar em meio a tempos tão difíceis.

Agradeço aos meus ex-professores e professores atuais, por me incentivarem a ir cada vez mais longe e sempre buscar mais conhecimento. Agradeço especialmente à minha orientadora, Prof. Dra. Silvia Schwamborn, por sempre cobrar-me quando necessário, por me ensinar a ter mais compromisso e organização, por sempre mostrar-me o caminho certo a ser seguido.

Serei eternamente grata aos meus pais, em especial, a minha mãe, por sempre cuidar de mim, me dar apoio nos momentos mais difíceis, por ser a minha inspiração para lecionar.

Agradeço aos meus amigos por aguentarem meus surtos, me darem apoio para correr atrás e alcançar meus objetivos, enfim, por sempre estarmos juntos nos altos e baixos da vida.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram para a realização de mais um sonho, direta ou indiretamente.

“O agora não é sempre.” (GREEN,
2017, p. 9).

RESUMO

O material plástico vem sendo utilizado em grande escala nos mais diversos setores socioeconômicos mundiais após tornar-se um grande marco para a sociedade contemporânea. Mesmo sendo um material com alta praticidade, leveza e durabilidade, o mesmo quando descartado de forma inadequada pode causar diversos danos, permanentes ou não, ao longo de toda a cadeia trófica após ser ingerido por espécies do zooplâncton. Ao chegar ao mar, o plástico passa por processos variados como intemperismo químico e físico, e degradação biológica até transformar-se em microplástico, sendo este categorizado como microplástico secundário. E o microplástico primário é o material plástico de pequeno tamanho que chega ao meio ambiente com tamanho e forma definidos como é o caso dos materiais plásticos encontrados nos esgotos domésticos. Os microplásticos e os seus impactos na cadeia trófica e na saúde humana, vêm sendo bastante estudados nas últimas décadas, entretanto apenas uma pequena parcela da população tem acesso a estudos e informações acerca da temática. Buscando alcançar o maior público possível, leigo ou culto, universidades e escolas desenvolveram parcerias para cumprir esse objetivo, trabalhando temáticas científicas por meio de metodologias alternativas, de forma a popularizar o conhecimento científico. Com isso, a utilização de materiais paradidáticos como as cartilhas passaram a ser uma alternativa para popularizar a ciência. Tendo em vista as dificuldades de acesso ao conhecimento científico e o enriquecimento que a implantação dessa metodologia pode proporcionar, objetivou-se desenvolver uma cartilha destinada aos estudantes do ensino médio, com foco na poluição por plásticos, o caminho até chegar aos mares e oceanos, os processos que o material sofre até o seu nível molecular, nos impactos do microplástico no ambiente marinho e como reduzir o seu uso. Para isso, utilizou-se como base para a elaboração da cartilha artigos científicos, livros, capítulos de livros que falam sobre a temática em questão neste trabalho. Sendo assim, é esperado que o material produzido possa atingir o seu objetivo principal, popularizando a ciência dentre os estudantes do ensino médio.

Palavras-chave: poluição plástica; popularização científica; plâncton; meio ambiente.

ABSTRACT

Plastic material has been used on a large scale in various socioeconomic sectors worldwide after becoming a major milestone for contemporary society. Even though it is a material with high practicality, lightness and durability, the same when disposed of improperly can cause several damages, permanent or not, throughout the trophic chain after being ingested by zooplankton species. When reaching the sea, plastic in the form of larger items, such as packaging, goes through varied processes such as chemical and physical weathering, and biological degradation until it becomes microplastic, which is categorized as secondary microplastic. In turn, the primary microplastic is a small plastic item that reaches the environment with size and shape defined as is the case of plastic items found in cosmetics. Microplastics and their impacts on the trophic chain and human health have been widely studied in recent decades, however only a small portion of the population has access to studies and information on the subject. Seeking to reach the largest possible audience, lay or worship, universities and schools have developed partnerships to meet this goal, working scientific themes through alternative methodologies, in order to popularize scientific knowledge. Thus, the use of paradidactic materials such as booklets became an alternative to popularize science. In view of the difficulties of access to scientific knowledge and the enrichment that the implementation of this methodology can provide, the objective of this work is to develop a booklet aimed at high school students, focusing on plastic pollution, the way to reach the seas and oceans, the processes that the material suffers up to its molecular level, impacts of microplastic on the marine environment and how to reduce its use. For this, scientific articles, books, book chapters that talk about the theme in question in this work were used as the basis for the preparation of the booklet. Thus, it is expected that the material produced can achieve its main objective, popularizing science among high school students.

Keywords: plastic pollution; scientific popularization; plankton; environment.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	111
2 REVISÃO DE LITERATURA	155
2.1 Poluição por microplástico no plâncton	156
2.2 Popularização do conhecimento científico	177
3 OBJETIVOS.....	19
3.1 Objetivo Geral	19
3.2 Objetivos Específicos	19
4 METODOLOGIA	20
4.1 Público-alvo.....	20
4.2 Conteúdo do livro.....	20
4.3 Produção do livro.....	21
4.4 Estrutura do livro.....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	222
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	244
REFERÊNCIAS.....	255
APÊNDICE A – SUMÁRIO DO LIVRO PARADIDÁTICO.....	250
APÊNDICE B – ESTRUTURA DO LIVRO PARADIDÁTICO.....	311

1 INTRODUÇÃO

O plástico é utilizado em todo o mundo nos mais variados setores, e ao longo da modernização da sociedade foi cada vez mais sendo empregado na produção de diversos itens, como embalagens, roupas, acessórios, aumentando a demanda para o mercado do plástico (PLASTICSEUROPE, 2018). O mesmo se difundiu na sociedade com tanta rapidez e facilidade devido ao seu baixo custo econômico, durabilidade e versatilidade, gerando uma enorme rede empregatícia por todos os continentes. Porém, ao apresentar-se como um grande marco na evolução da sociedade, o mesmo também promove diversos problemas ambientais (OLIVEIRA, 2012) e sociais devido a sua alta descartabilidade e abundância dos seus resíduos na zona urbana (ZANIN; MANCINI, 2015). Anualmente, toneladas de plástico entram no ambiente marinho, sendo provenientes de fontes terrestres (BOTTERELL *et al.*, 2019), devido ao descarte inadequado do material. O plástico persiste na natureza por muitos anos, contaminando o meio ambiente e prejudicando a saúde humana e animal.

Cerca de nove bilhões de toneladas de plásticos foram produzidas desde 1950, no mundo, sendo que quase cinco bilhões de toneladas estão em aterros sanitários e na natureza (KAZA *et al.*, 2018). Neste cenário, o Brasil é um dos maiores produtores de lixo plástico do mundo, gerando um total de 11,3 milhões de toneladas anualmente, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e Índia (CONCEIÇÃO *et al.*, 2019). Isso poderia ser visto como uma vantagem para o setor econômico brasileiro, porém apenas 1,2%, o equivalente a 145 mil toneladas, desse lixo é reciclado anualmente e o restante é descartado de forma irregular, o equivalente a 2,4 milhões de toneladas, e 7,7 milhões de toneladas acabam em aterros sanitários (FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL, 2020).

Os plásticos são polímeros sintéticos derivados do petróleo, sendo classificados como polipropileno (PP), polietileno (PE), policloreto de vinila (PVC), poliestireno (PS), tereftalato de polietileno (PET) (ALBUQUERQUE, 2019). Sendo ainda classificados em fibras, fragmentos e *pellets* (MADUREIRA *et al.*, 2019). Estima-se que no ano de 2010 foram gerados 270 milhões de toneladas desses polímeros por 192 países costeiros, sendo que cerca de 4,8 a 12,7 milhões de toneladas foram descartadas nos oceanos; dessa forma, encontramos resíduos

plásticos dos mais diversos tamanhos tanto em fontes terrestres quanto aquáticas (JAMBECK *et al.*, 2015).

Todo o resíduo sólido plástico produzido e descartado na cidade de forma inadequada passa por um longo caminho até chegar ao ambiente marinho, sofrendo processos de intemperização, o qual é induzido principalmente pela exposição à luz solar (fotodegradação), bem como pela ação das ondas e abrasão física (BOTTERELL *et al.*, 2019). Esses processos acabam fragilizando a estrutura molecular do material plástico, e em um processo lento, porém significativo, os plásticos começam a se fragmentar em pedaços cada vez menores até atingir o nível molecular (FREIRE, 2019).

A categorização do plástico ocorre em quatro categorias de acordo com o seu tamanho, sendo elas: megaplástico, que é todo o plástico > 1m; macropástico, que são itens plásticos com medidas que variam de 25mm a 1m, sendo essa categoria o maior foco dos estudos relacionados à poluição plástica; mesoplástico, que é todo material plástico com tamanho variando entre 5mm e 25mm; e micropástico que corresponde a partículas < 5mm (GESAMP, 2019).

Os micropásticos são derivados dos processos de intemperização e abrasão física e por conseguinte fragmentação, podendo ser classificado em primário ou secundário, sendo o primário correspondente a um material que é fabricado para uso direto, como esfoliantes, cosméticos, pasta de dente, entre outros, os quais chegam ao ambiente marinho por meio de derramamentos acidentais e provenientes de descargas de água residuais; enquanto que o secundário é aquele presente no ambiente por meio do resultado da degradação de um polímero maior até perder suas propriedades físicas e químicas por meio dos processos citados anteriormente (SCHNEIDER, 2018).

Entretanto, estudos sobre o micropástico têm ganhado espaço no meio acadêmico (PEREIRA *et al.*, 2021), os quais podem ser ingeridos por uma enorme variedade de organismos e serem transferidos ao longo da cadeia alimentar. Da mesma forma que a maior parte dos micropásticos flutuantes, o tamanho da maioria dos animais planctônicos varia de < 1 a 3 mm, e a forma desses animais pode englobar desde pequenas esferas corporais como, por exemplo, larvas de moluscos ou poliquetos, a corpos fusiformes que se assemelham a fios como nematóides, por exemplo. O incremento do micropástico em sistemas planctônicos pode gerar um impacto nas teias alimentares pelágicas, pois animais zooplânctônicos podem

confundir estas partículas com os mais diversos grupos de zooplâncton (MARIANI, 2017).

O zooplâncton é um importante bioindicador de qualidade da água evidenciando as variações que o ecossistema aquático pode sofrer (AVELINO *et al.*, 2022), além de ter uma vital importância para os ecossistemas aquáticos: sustentando as cadeias alimentares marinhas, desempenhando importante papel no ciclo biogeoquímico marinho, e abrangendo a fase inicial (larvar) de espécies de peixes que apresentam grande importância no setor comercial movimentando a economia por meio da pesca e comercialização dos mesmos, e espécies de invertebrados (COLE; GALLOWAY, 2015). De fato, um enfoque maior na área, ocorreu apenas a partir dos anos 2000 (FALCÃO, 2011). A escassez de pesquisas e desenvolvimento de trabalhos acerca do tema impacta na obtenção de informações por parte da população (PEREIRA *et al.*, 2021). E no Brasil, ainda são recentes os estudos a respeito da poluição por microplástico no plâncton e os impactos que isso causa ao meio ambiente (PONTES, 2019).

No Brasil, as universidades são as principais fontes de divulgação científica (OVIGLI *et al.*, 2019). A divulgação científica refere-se ao processo de veiculação de informações científicas associadas às inovações que tem como público-alvo os cidadãos. Nesse processo utiliza-se diversos meios de comunicação de massa, produtos editoriais (livros, cartilhas, fascículos, entre outros), cinema, vídeos de diversas plataformas, espetáculos teatrais, folhetos de cordel (BUENO, 2010).

Modelos didáticos, sendo considerado um material lúdico entre tantos, retratando a poluição plástica terrestre e principalmente marinha vindo sendo cada vez mais desenvolvidos e utilizados com a finalidade de informar os cidadãos leigos por meio de sua utilização em sala de aula e/ou feiras de conhecimento (MELO, 2019). Outros materiais lúdicos, como os livros paradidáticos, podem ser empregados para contextualizar e inserir os temas transversais presentes no PCN - Parâmetro Curricular Nacional como: Meio ambiente e Saúde (BRASIL, 1998). O livro paradidático, como instrumento didático, pode servir como facilitador das atividades do educador, atuando como uma ferramenta de mediação da discussão entre professor e aluno, promovendo a motivação e atuando como um elemento atenuante do processo de ensino aprendizagem (ALVES *et al.* 2019).

Alguns movimentos como a cultura oceânica, que teve início em 2002 nos Estados Unidos, tem como objetivo que as pessoas saibam a influência que os

oceanos exercem no modo de vida humana e como nós, seres humanos, influenciemos no oceano, bem como saber as generalidades sobre o oceano de modo a formar cidadãos conscientes e informados capazes de tomar decisões a respeito da conservação dos oceanos e dos seus recursos (PAZOTO *et al.*, 2021). E ao vivenciar a Década Oceânica (2021 – 2030), a cultura oceânica torna-se fundamental para a construção de um futuro sustentável, sendo um convite para atuarmos de forma proativa, revendo conceitos e ações, uma vez que a Década Oceânica destaca o oceano em suas dimensões ambientais, biológicas, sociais e interdisciplinares para a sociedade, de modo a destacar também o papel central da ciência na sociedade (CHRISTOFOLETTI *et al.*, 2021).

Tendo em vista esses fatores, esse trabalho traz a proposta da elaboração de um livro paradidático sobre a poluição por microplástico no plâncton. O objetivo é fornecer suporte ao ensino dessa temática no ensino médio, visto que é um tema com pouco conhecimento por parte dos estudantes e da população geral devido a escassez de trabalho desenvolvido nessa área, sendo boa parte deles desenvolvidos apenas nas duas últimas décadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção apresento breves considerações sobre a poluição por resíduos plásticos, especificamente por microplástico, como isso afeta o plâncton presente no ambiente marinho e como abordar isso no âmbito educacional.

2.1 Poluição por microplástico

A comunidade científica vem concentrando esforços na identificação, caracterização e quantificação do microplástico no ambiente marinho, apesar de os estudos que deram origem à descoberta dos plásticos que conhecemos hoje datam desde meados do século XIX (COUCEIRO, 2019). Impulsionadas pela crescente necessidade de uma sociedade consumista, as empresas passaram a produzi-lo em grande escala, porém o material passou a ser descartado de forma inadequada poluindo o ambiente marinho (SUL, 2014). Um dos fatores que impulsionam a poluição de ecossistemas costeiros por microplásticos e conseqüentemente agravam a qualidade de vida dos seres humanos e dos animais que ali vivem, é o intenso processo de urbanização e industrialização o qual, sem um planejamento ambiental, acaba contaminando o ambiente por meio de águas residuais provenientes de esgotos domésticos, industriais e urbanos, os quais apresentam material plástico e até mesmo tóxicos (SALDANHA, 2022).

Entretanto, nos últimos anos estratégias preventivas relacionadas à poluição por microplástico vêm sendo desenvolvidas e divulgadas por diversos meios de comunicação de modo a alcançar a população (LEONOR, 2021), mas mesmo assim a população continua a dispensar o seu lixo plástico em local qualquer, atitude a qual impacta na condução desse material até o ambiente marinho poluindo a sua biota causando diversos danos aos seres que ali habitam e não só os seres marinhos, mas também nos seres humanos devido a condução do microplástico ao longo de toda a cadeia alimentar causando uma séria preocupação no meio científico (CARUSO, 2019).

A baixa taxa de reciclagem deve-se a variados fatores tanto sociais quanto políticos e econômicos, como a iniciativa de coleta seletiva, a qual cerca de 30% dos municípios brasileiros não possuem e 75% dos brasileiros não separam os materiais recicláveis, sendo que destes, 77% sabem que o plástico é reciclável; bem como ao

baixo valor econômico do material plástico pois se cerca de 10,5 milhões de toneladas fossem recicladas, apenas 5,7 milhões de reais retornariam para a economia nacional; sendo que em 2010 foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) a qual determinou uma série de metas para gerenciamento de resíduos plásticos em todo o território nacional, porém as políticas públicas direcionadas para o meio ambiente ainda deixam muito a desejar (FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL, 2020). Fatores esses que impactam na poluição de rios, lagos, oceanos e outros ecossistemas (SOUZA *et al.*, 2019).

Os recentes estudos realizados sobre o tema relatam a presença de microplástico nos mais diversos ambientes aquáticos, e que essa categorização do plástico contém e serve como substrato para a colonização de microorganismos que causam efeitos adversos nos organismos marinhos que o ingere. A ingestão de microplástico, considerada um impacto físico, por aves, mamíferos e peixes, causa uma falsa sensação de satisfação alimentar uma vez que o microplástico em seus corpos não são digeridos de modo a se acumularem no organismo e leva-lo à morte. Já com relação aos impactos químicos há uma preocupação, uma vez que o microplástico causa efeito de toxicidade nos seres humanos e organismos vivos devido ao seu poder de absorção de componentes tóxicos e a sua facilidade de ser ingerido pelos organismos e assim transferido ao longo da cadeia alimentar (OLIVEIRA, 2020).

Diversos estudos evidenciam a morte de peixes e aves de médio porte, devido a ingestão de material plástico, por subnutrição a qual é causada pela alta capacidade desse material causar uma falsa sensação de saciedade. No ambiente marinho o microplástico possui efeitos danosos como afetar a realização de fotossíntese por serem facilmente absorvidos. Isso faz com que o material plástico em questão seja transportado ao longo da cadeia alimentar, pois o zooplâncton se alimenta de partículas/algas contaminadas, e por fim os peixes se alimentam do zooplâncton causando alterações no seu comportamento e metabolismo lipídico. (BELO *et al.*, 2021).

E devido a essa problemática, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos ao longo das duas últimas décadas tendo o seu principal foco nos ambientes costeiros e oceânicos, sendo neste último um enfoque maior na população de zooplâncton devido a sua relevância para o meio ambiente, por possuir um importante papel na dinâmica dos ecossistemas aquáticos principalmente na ciclagem de nutrientes e no

fluxo de energia, esse grupo é considerado um elemento-chave para o entendimento de modificações ocorridas nos ecossistemas aquáticos por apresentarem um curto ciclo de vida e sensibilidade/tolerância ao processo de eutrofização (DE-CARLI, 2019), e a cada dia novas evidências científicas revelam a onipresença de microplásticos (SUL, 2021).

2.2 Popularização do conhecimento científico

A sociedade precisa ser educada, informada sobre a temática, e umas das melhores formas de fazer isso é através da popularização do conhecimento científico, a qual se faz cada vez mais necessária para tornar o conhecimento científico acessível à sociedade em geral (MUELLER, 2002). Esse conhecimento é passado através de intermediários, pois a maior parte da população ainda não está preparada para ler textos científicos originais. Portanto, se faz necessário a criação de um recurso didático que auxilie na popularização do conhecimento tratado no presente trabalho, já que a utilização de materiais assim proporciona ao aluno um incentivo à pesquisa (SOUZA, 2007).

A popularização do conhecimento científico remonta muito antes mesmo do que podemos imaginar. Durante a mitologia grega havia museus que eram uma mistura de templo com instituição de pesquisa, mas serviam mais para adorar as musas filhas de Zeus. Entretanto, mais tarde o museu ressurgiu em Alexandria como um centro de pesquisa, funcionando como uma espécie de Universidade para a população (COELHO, 2009). Trazendo para os dias atuais, as universidades são as principais fontes de divulgação científica no Brasil (BUENO, 2014). A divulgação científica popularizada refere-se ao processo de veiculação de informações científicas associadas às inovações que tem como público-alvo os cidadãos leigos. Nesse processo utiliza-se diversos meios de comunicação de massa, produtos editoriais (livros, cartilhas, fascículos, entre outros), cinema, vídeos de diversas plataformas, espetáculos teatrais, folhetos de cordel, entre outros (BUENO, 2014).

Quando se fala na democratização do ensino das ciências no Brasil, tem-se que ter em vista que a maior parte dos meios de comunicação e da área acadêmica exploram pouco essa popularização, cientistas defendem a chamada "alfabetização científica" para ampliar mais a participação social (SCHALL, 2000). Nessa perspectiva de democratização científica, os livros paradidáticos assumiram o papel

de facilitar a identificação do público leitor com as situações retratadas e os personagens criados, e a compreensão das informações por parte do leitor (MENDONÇA, 2008). É um produto elaborado com base em revisões científicas, levando em consideração, na produção, o vocabulário sociocultural do público ao qual se destina (RIBEIRO, 2017). A produção de recursos didáticos se dá pela necessidade de preencher uma lacuna que o ensino tradicional deixa (CASTOLDI, 2009), partindo dessa ideia, a criação do livro paradidático facilita o processo de alfabetização científica, auxiliando o aluno no processo de ensino-aprendizagem. Essa alfabetização é um processo contínuo que deve estar sempre se adequando às vivências cotidianas (SASSERON, 2015).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Produzir um livro paradidático, que contribua para o processo de ensino e aprendizagem, como suporte para as aulas de Biologia no Ensino Médio.

3.2 Objetivos Específicos

- Facilitar o processo de ensino - aprendizagem nas aulas de Biologia;
- Popularizar o conhecimento científico por meio da leitura de temáticas científicas de forma mais lúdica;
- Sensibilizar os estudantes a respeito da poluição por microplástico e os impactos que causam ao meio ambiente.

4 METODOLOGIA

Nesta seção será descrito o processo de produção do livro paradidático, bem como a sua estruturação, os recursos físicos e tecnológicos utilizados para sua elaboração, e o cenário ao qual ela será direcionada.

4.1 Público-alvo

Este trabalho foi desenvolvido objetivamente para estudantes do Ensino Médio.

4.2 Conteúdo do livro paradidático

O livro é intitulado por: Microplásticos no plâncton: uma poluição invisível. Todo o conteúdo é baseado em artigos científicos publicados em revistas revisadas por pares, bem como, livros e capítulos de livros publicados sobre os assuntos abordados no livro: a história da utilização do plástico, a presente utilização e produção no mundo e no Brasil, a má gestão dos resíduos sólidos no mundo e no Brasil e suas consequências sobre o meio ambiente, o caminho do plástico até o ambiente marinho, a intemperização, os microplásticos primários e consequente fragmentação até a formação de microplástico secundário. Na sequência, o livro aborda o impacto e as consequências dos microplásticos para o meio ambiente marinho, sobretudo sobre plâncton, o qual é um elemento de extrema importância ecológica e econômica. E por último, apresenta soluções existentes para redução do consumo e descarte inadequado do plástico de modo a reduzir a poluição no ambiente marinho.

Artigos científicos, livros e capítulos de livro foram obtidos através de levantamentos bibliográficos conduzidos através das plataformas Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>) e do Portal Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES; <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php?>), utilizando-se combinações de palavras chaves: Microplástico; Plâncton. No Portal Periódicos, os levantamentos foram realizados através de busca por assunto (palavras-chave), bem como, através

das bases de dados Scopus e Web of Science, entre os anos de 2000 e junho de 2021.

Com o intuito de facilitar a compreensão do conteúdo e tornar mais lúdica a aprendizagem, foram produzidas figuras diversas tais como: ilustrações, esquematizações e imagens. Todas de autoria da autora desse trabalho de conclusão de curso, bem como, de colaboradores como o mestrando Lynick Jones e estudante do ensino médio, Gean Bruno.

4.3 Produção do livro paradidático

O texto do livro foi elaborado através do programa Word do pacote Home Office. As figuras foram todas elaboradas, especialmente para a cartilha, em programas de edição gráfica e de imagens da CorelDRAW® Graphics Suite 2020, bem como através da plataforma CANVA (disponível online: <https://www.canva.com>) e do aplicativo de edição de ilustrações Ibis Paint e do programa Excel do pacote Home Office.

4.4 Estrutura do livro paradidático

O livro está dividido em prefácio, prólogo, cinco capítulos e epílogo, totalizando cinquenta e oito páginas, como apresentado no apêndice A, os quais apresentam figuras relacionadas ao conteúdo abordado. Todos os capítulos apresentam recursos verbais e não verbais, textos e figuras, respectivamente. A estrutura completa do material pode ser visualizada no apêndice B.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a disponibilização de recursos didáticos, como o livro apresentado no apêndice B, e outros materiais elaborados pelo professor, a aprendizagem do aluno torna-se mais significativa (SANTOS *et al.*, 2021). A utilização desses materiais visa fomentar e inovar a prática pedagógica, contudo cabe ao professor a forma de utilização do recurso didático em questão em sala de aula. O uso de materiais paradidáticos surge da dificuldade de incentivar os alunos interessarem-se pela ciência, esse desafio é maior ainda para professores de escolas públicas, visto que poucas escolas dessas oferecem meios ideais para uma maior aproximação dos estudantes com o conhecimento científico a fim de despertar a curiosidade científica (FREITAS, 2022). As barreiras que travam o processo de ensino-aprendizagem precisam ser quebradas para melhor oportunizar a aprendizagem dos estudantes (LIMA *et al.*, 2021), e sendo assim, o livro paradidático pode ser considerado como uma ferramenta auxiliar de suma importância para quebrar essas barreiras.

O livro intitulado por “Microplástico no plâncton: uma poluição invisível”, foi construído levando em consideração a necessidade de abordar o conteúdo de forma mais dinâmica em sala de aula, uma vez que, o tema em questão não é abordado com tanta frequência em livros didáticos e alguns professores não sabem como trabalhar o conteúdo de maneira lúdica com seus alunos. Ao longo dos estágios da graduação e de vivência escolar, foi notada essa necessidade. Portanto, com base em alguns livros didáticos de Biologia e livros paradidáticos foram levantadas algumas informações básicas para abordar no livro e o nível ao qual deveria ser adequado para os estudantes de ensino médio.

Ao levar em consideração o nível de complexidade do conteúdo para as turmas de ensino médio, foram selecionadas algumas informações principais com o intuito de tornar mais leve a aprendizagem do básico a respeito de educação ambiental. Cada capítulo da cartilha aborda uma temática específica, entretanto, os conteúdos se completam de modo a fazer com que o aluno crie uma linha de raciocínio partindo do material plástico que utilizamos no dia a dia até os impactos que esse material pode causar a longo tempo na cadeia alimentar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe o ensino de educação ambiental na educação básica quando diz que:

É fundamental discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (BRASIL, 2018, p. 549).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Nº 9 394/96, seção III, diz que “I – o desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo.” (BRASIL, 1996), entretanto, o alunado só irá demonstrar um maior interesse e aprendizado caso o conteúdo abordado seja próximo da sua realidade ou do seu gosto literário, e nesta ótica, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) consideram que material paradidático é todo aquele material que traz temas transversais, ou seja, que não são aprofundados nos livros didáticos, por apresentar uma linguagem mais acessível aos alunos (BRASIL, 2002).

Nessa perspectiva, uma das formas de aplicar o material paradidático em questão, o livro, é realizar a aplicação em turmas que já tenham estudado a temática de educação ambiental na disciplina de Biologia. Colocar o estudante em contato direto com o material, fazendo uma leitura coletiva com o intuito de ser mais prazerosa para um primeiro momento. Em um segundo momento, o professor pode elaborar um pequeno quiz a respeito do conteúdo abordado no livro, e dividir a turma em duas equipes. O quiz pode ser reproduzido em um projetor sobre uma lousa branca, de modo a dar as mesmas chances para ambas as equipes. Sendo que, antes de apresentar o quiz, o professor pode abrir um espaço para discussão do conteúdo do livro pelas duas equipes. E ao final, a equipe que acertar mais questões será a equipe vencedora e receberá a premiação ofertada pelo professor (SERRA, 2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O livro paradidático como recurso didático rompe com o ensino tradicional de modo a contribuir para uma aprendizagem mais significativa, trazendo o conteúdo científico por meio de uma abordagem mais lúdica, divertida e imaginária desenvolvendo a capacidade cognitiva do alunado e motivando a aprendizagem, facilitando o desempenho do aluno e estimulando o professor a seguir com práticas pedagógicas inovadoras, uma vez que quando o aluno apresenta um bom desempenho, o professor sente-se no papel de lapidar cada vez mais a mente do aluno de modo a torna-lo um ser mais crítico e apto a viver em sociedade de modo a proporcionar mudanças de pequena ou grande magnitude.

Ao usar a ferramenta proposta, o professor assume o papel de mediador do conhecimento, o construindo juntamente com o aluno. A elaboração desse recurso apresenta as possibilidades de abordar conteúdos complexos e urgentes relacionados à “saúde” do nosso planeta. Além de sensibilizar os jovens acerca da educação ambiental, ainda torna possível o interesse pela leitura, escrita e interpretação de diversos gêneros literários brasileiros ou estrangeiros, bem como por leituras científicas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P. S. **Avaliação da incidência de plástico em conteúdo estomacal de tainhas (*Mugil liza*, Valenciennes, 1836) capturadas na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 26 jun. 2019.
- ALVES, R. J. M.; GUTJAHR, A. L. N.; PONTES, A. N. Processo metodológico de elaboração de uma cartilha educativa socioambiental e suas possíveis aplicações na sociedade. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 69–85, 18 jun. 2019.
- AVELINO, P. G.; SILVA, T. A.; RODRIGUES, T. B. Composição espaço-sazonal de rotífera em uma tilapicultura no município de Glória (Bahia). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Recife, v. 10, n. 3, p. 02-16, abr. 2022. Disponível em: <https://www.revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/1097>. Acesso em: 17 maio 2022.
- BELO, I. C. B.; ANDRADE, B. N. P.; MIRANDA, J. P. A.; DRUMOND, P. C. Microplásticos, seus impactos no ambiente e maneiras biodegradáveis de substituição. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 214-228, 31 ago. 2021.
- BRASIL. **Decreto - Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso: 16 abr. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>. Acesso: 16 abr. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio**: orientações curriculares complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação, (1998). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental**. Brasília, MEC/SEF. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pnaes/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12657-parametros-curriculares-nacionais-5o-a-8o-series>. Acesso em: 19 set. 2021.
- BOTTERELL, Z. L.R.; BEAUMONT, N.; DORRINGTON, T.; STEINKE, M.; THOMPSON, R. C.; LINDEQUE, P. K. Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: a review. **Environmental Pollution**, Barking, v. 245, p. 98-110, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.065>.
- BUENO, W. C. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 1, 15 dez. 2010.
- BUENO, W. C. A Divulgação da Produção Científica no Brasil: a visibilidade da

pesquisa nos portais das universidades brasileiras. **Ação Midiática – Estudos em Comunicação, Sociedade e Cultura**, Curitiba, n. 7, p. 1-15, 23 jul. 2014.

CARUSO, G. Microplastics as vectors of contaminants. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 146, p. 921-924, set. 2019.

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A Utilização de Recursos Didático-Pedagógicos na Motivação da Aprendizagem. **Atividade para Educação Especial**, Ponta Grossa, 2009.

LIMA, K. E. C.; MATIAS, K. T. G.; RIBEIRO, E. N. A utilização de um livro paradidático como recurso pedagógico no componente curricular Educação Física para pensar a Inclusão escolar e esportiva. **Olhares & Trilhas**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 1156–1175. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/olhasesetrilhas/article/view/58811>. Acesso em: 17 maio. 2022.

CHRISTOFOLETTI, R. A. *et al.* A década da ciência oceânica para o desenvolvimento sustentável. E eu com isso? **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 73, n. 2, p. 28–35, abr. 2021.

COELHO, E. A. **A relação entre Museu e Escola**. 2009. 60 f. Relatório Final. (Graduação em História) - Centro Universitário Salesiano de São Paulo – UNISAL, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.sisemsp.org.br/blog/wp-content/uploads/2016/04/A-relação-entre-Museu-e-Escola.pdf>. Acesso em: 19 set. 2021.

COLE, M.; GALLOWAY, T. S. Ingestion of Nanoplastics and Microplastics by Pacific Oyster Larvae. **Environmental Science & Technology**, Washington DC, v. 49, n. 24, p. 14625-14632, 24 nov. 2015.

CONCEIÇÃO, M. M.; CONCEIÇÃO, J. T. P.; DALMAS, F. B.; ROSINI, A. M. O plástico como vilão do meio ambiente. **Revista Geociências - Ung-Ser**, Guarulhos, v. 18, n. 1, p. 50, 4 dez. 2019.

COUCEIRO, D. C. DA S. **Definição de uma metodologia para extração e quantificação de microplásticos em areia de praia**. 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) Escola Superior Agrária de Coimbra, Coimbra, 2019.

DE-CARLI, B. P. **Zooplâncton como indicador da qualidade ambiental em reservatórios do estado de São Paulo**. 2019. 88 f. Dissertação (Doutorado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciência e Tecnologia – Sorocaba, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, 2019.

FALCÃO, P. M.; SOUZA, C. R. G. Avaliação do conhecimento sobre a presença de grânulos plásticos (pellets) em áreas litorâneas do mundo: 1970-2011. In: XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA. **Anais [...]** Salvador: IFBA, 2011. Disponível em: <https://www.abequa.org.br/trabalhos/PlinioMartins.2011.abequa.pdf>. Acesso em: 19 set. 2021

FONTES, B. *et al.* Biorremediação de microplásticos com a colaboração do fungo *Zalerion maritimum*. **UNILUS Ensino e Pesquisa**, Santos, v. 15, n. 41, p. 132–145, 31 mar. 2019.

FREIRE; E. A. **Identificação de microplásticos em águas residuárias do Distrito Federal**: uma nova classe de contaminantes de interesse emergente. 2019. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)—Universidade de Brasília, Instituto de Química, 2019.

FREITAS, A. C.; MASCARENHAS, S. Uma análise de conteúdos científicos em livros paradidáticos utilizados em escolas públicas de Manaus (Ensino Fundamental 1). **Educamazônia - Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, Humaitá, v. 15, n. 1, jan/jun, p. 118–136, 2022. Disponível em: periodicos.ufam.edu.br/index.php/educamazonia/article/view/10162. Acesso em: 16 abr. 2022.

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL (Rio de Janeiro). **Atlas do Plástico**: Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos. Rio de Janeiro: Marcelo Montenegro, Manoela Vianna e Daisy Bispo Teles, 2020. 1 atlas. Escala 1:2.000. Disponível em: <https://br.boell.org/pt-br/2020/11/29/atlas-do-plastico>. Acesso em: 13 set. 2021.

GREEN, J. N. In: GREEN, John. **Tartarugas até lá embaixo**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2017. cap. 9, p. 92.

GESAMP. **Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean**. Disponível em: <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>. Acesso em: 14 set. 2021.

JAMBECK, J. R.; GEYER, R.; WILCOX C.; SIEGLER, T. R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; LAVENDER, K. Plastic waste inputs from land in to the ocean, **Science**, Washington DC, v. 347 issue 6223. 2015.

KAZA, S. *et al.* **What a Waste 2.0**: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington: DC: World Bank, 2018.

LEONOR, D. A. S. **Microplásticos em águas e sedimentos da costa algarvia**. 2020. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2020.

MADUREIRA, E. A. L. *et al.* Poluição por micro resíduos sólidos no litoral de Limón, Caribe Sul da Costa Rica *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 18., 2019. Fortaleza. **Anais** [...] Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2019.

MARIANI, R. F. **Distribuição interdecadal e relações entre o zooplâncton e os microplásticos de um sistema estuarino tropical (canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal Rural De Pernambuco, Recife, 2017.

MENDONÇA, M. R. D. S. **Ciência em quadrinhos**: recurso didático em cartilhas educativas. 2008. 295 f. Dissertação (Doutorado em Linguística) – Departamento de Letras, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

MELO, A. L. F. D. de. **Unidade de ensino potencialmente significativa para o**

estudo da interação animal com a poluição hídrica. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

MUELLER, S. P. M. Popularização do conhecimento científico. **Repositório Institucional da UNB**, Brasília, v. 3, n. 2, abr. 2002.

OLIVEIRA, B. L. M. C. **Quantificação e distribuição vertical de microplásticos na coluna d'água em represa urbana.** 2020. 49 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) - Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2020.

OLIVEIRA, M. C. B. R. **Gestão de resíduos plásticos pós-consumo: perspectivas para a reciclagem no brasil.** 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

OVIGLI, D. F. B.; COLOMBO JUNIOR, P. D.; GALANTE, L. A. R. Parceria escola-universidade | **Ciências em Foco**, Campinas, SP, Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9910>. Acesso em: 19 set. 2021.

PAZOTO, C. E. P.; DUARTE, M. R. D.; SILVA, E. P. DA S. A Cultura Oceânica nas Escolas. **Revista de Ciência Elementar**, Porto, Portugal, v. 9, n. 2, 30 jun. 2021.

PEREIRA, M. L. O. V. C. *et al.* A percepção pública como instrumento de educação ambiental: Um estudo sobre microplásticos. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, SP, v. 10, n. 7, p. e45210715411, 28 jun. 2021.

PLASTICS EUROPE (2019). **Plastics Europe** - association of plastics manufactures [Acesso em 17 de maio de 2022 às 16h:11 min]. <https://www.plasticseurope.org/en>

PONTES, N. DE A. **Efeito dos microplásticos no desenvolvimento do caranguejo de água doce *Dilocarcinus pagei* capturados em Itacoatiara (AM), Brasil.** 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2019.

RIBEIRO, D. N. C.; ALMEIDA, A. C. P. C. DE. A Água para o Consumo Humano: proposta de produto didático com abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XI ENPEC. **Anais** [...] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, jul. 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0222-1.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021

SALDANHA, T. R. **Microplásticos na costa do Ceará (NORDESTE DO BRASIL): uma revisão.** 2022. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação – Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, G. S. de; SAAD, N. dos S. A teoria humanista de carl rogers: contribuições para o desenvolvimento da prática pedagógica em matemática.

Revista Valore, Volta Redonda, RJ, v. 6, n. 0, pág. 81–98, 2021. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/1038>. Acesso em: 16 abr. 2022.

SASSERON, L. H. A alfabetização científica, Ensino por investigação e Argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SCHALL, V. Science education and popularization of science in the biomedical area: its role for the future of science and of society. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 95, p. 71–77, 2000.

SCHNEIDER, I. **Análise Quali-Quantitativa de Microplásticos no Sedimento Arenoso de Praias no Litoral Norte do Rio Grande do Sul**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)—Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, 2018.

SERRA, V. S.; ARAUJO, G. C. de. Elaboração e ensino de um livro paradidático para e aprendizagem de aspectos históricos associados à descoberta dos compostos de coordenação. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 7, n. 6, pág. 63539–63558, 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/31943>. Acesso em: 16 abr. 2022.

SOUZA, E. W. de; VIEIRA, J. M.; SILVA, L. G. de A. e. Uso da radiação ionizante na reciclagem de poli (tetrafluoroetileno) (PTFE). *In*: INTERNATIONAL NUCLEAR ATLANTIC CONFERENCE, October 21-25, 2019, Santos, SP. **Anais [...]** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Energia Nuclear, 2019. p. 3167-3171. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/30672>. Acesso em: 20 set. 2021.

SOUZA, G. R. DE. **Avaliação da poluição por microplásticos nas águas do Igarapé do Mindu, no ambiente urbano de Manaus**. 2020. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. *In*: I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM: "INFÂNCIA E PRÁTICAS EDUCATIVAS". **Anais [...]** Maringá, PR, 2007.

SUL, J. A. I. **Contaminação ambiental por microplásticos em Fernando de Noronha, Abrolhos e Trindade**. 2014. 75 f. Dissertação (Doutorado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, 2014.

SUL, J. A. I. Why it is important to analyze the chemical composition of microplastics in environmental samples. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 165, p. 112086, abr. 2021.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia**. 2. ed. São Carlos/SP: EdUFSCar, 2015.

APÊNDICE A – SUMÁRIO DO LIVRO PARADIDÁTICO**SUMÁRIO**

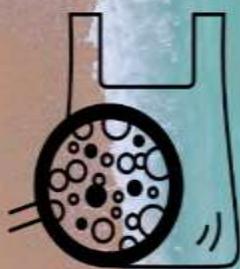
Prefácio.....	02
Prólogo.....	03
Capítulo 1.....	07
Capítulo 2	17
Capítulo 3	31
Capítulo 4	37
Capítulo 5	50
Epílogo.....	57

APÊNDICE B – ESTRUTURA DO LIVRO PARADIDÁTICO

O apêndice B tem início na página seguinte por se tratar do material paradidático.



MICROPLÁSTICO NO PLÂNCTON:



UMA
POLUIÇÃO
INVISÍVEL



PREFÁCIO

Prezados membros da banca,

Após a defesa e consequentes correções, convidaremos um pesquisador da área para escrever o prefácio. Temos em mente alguns pesquisadores locais, tais como Mônica Costa (UFPE), Anne Justino e Guilherme Ferreira (UFRPE).

PRÓLOGO

Algumas pessoas falam que uma boa noite de sono só ocorre quando temos bons sonhos. E hoje espero conseguir dormir bem, sem todos aqueles sonhos terríveis.

Lembro-me das histórias que minha mãe lia, para mim e Júlia, quando éramos crianças. E se aquilo fosse real? Quais seriam as consequências daqueles atos com a natureza? O que poderíamos fazer para isso não acontecer?

Essas histórias hoje me assustam. Me causam momentos de insônia em algumas noites ou até mesmo sonhos horríveis. Tudo isso porque as histórias eram fatos reais. Minha mãe, Luísa, era uma bióloga marinha com vários títulos obtidos com muito esforço ao longo de sua vida, logo possuía uma vasta carga de conhecimento, suas histórias antes de dormir se tratavam de acontecimentos presenciados em cada dia de trabalho com sua equipe.

Com o passar do tempo fui crescendo, sendo incentivado por minha família e amigos a estudar e

focar em alguma carreira profissional. E, à medida que ia avançando nas séries, o meu gosto por leitura, principalmente por artigos científicos os quais trazem os fatos por meio de pesquisas, e com isso fui percebendo que alguns detalhes daquelas histórias deixavam a desejar. E hoje pergunto-me constantemente como pode, alguém, destruir de forma tão boçal o próprio lar.

Em meio a um lar cheio de pessoas fascinadas pelo oceano, Júlia também se encantou e começou a se interessar cada vez mais pelo assunto e pela causa em que nossa mãe trabalhava. E também com a morte do nosso pai, ela decidiu focar e ser como ele para conseguir o que ele não conseguiu. Encaro a determinação dela como a continuidade de um sonho iniciado por meu pai.

Tudo que fazemos é movido a sonhos. E um dia ainda acredito que irei realizar o meu. Acredito estar no caminho certo. Minha mãe sempre me pede para tomar cuidado com minhas decisões e atos, acho que por causa do meu pai, mas eu acredito estar fazendo o certo, para todos.

Depois do jantar, fui logo para o meu quarto finalizar algumas atividades pendentes da escola. Em seguida, ao deitar e me virar, dei logo de cara com uma foto do meu pai com Júlia, eu e minha mãe, na praia - minha mãe sempre teve um rosto jovem, mesmo aos seus quarenta anos de idade, cabelo longo de tom castanho e cacheado, olhos castanhos se assemelhando ao tom da cor do mel; meu pai tinha cabelos pretos curto, tinha uma aparência jovem e hoje completaria trinta e nove anos, com olhos castanho escuro que se não olhasse bem confundiria facilmente com preto; e minha irmã tinha quinze anos, mas aparentava ser uma criança devido à sua aparência jovem, tinha cabelos e olhos castanho escuro - e ao ver a imagem o único sentimento que veio no momento foi a saudade. Mas, uma coisa no fundo da foto me chamou a atenção, a qual eu nunca havia parado para notar: a quantidade de lixo jogada na areia. E naquele momento comecei a pensar nas consequências que todo aquele lixo trouxe para a fauna marinha no decorrer de todos esses anos, e como o local deve

estar agora após todo esse tempo sofrendo ação intempérica.

Meu pai saberia o que fazer e por onde começar. Eu até que sei, no entanto, minha mãe apresenta uma certa repulsa quanto ao fato de fazer algo para melhorar a nossa qualidade de vida nesse planeta que chamamos de lar. Parecia fácil o que meus pais faziam. Toda a paixão que sentiam pelo mar foi transmitida para mim, e isso me fez querer ir além, tomar as decisões que tomei, chegar aonde cheguei. Vamos começar essa história agora?

CAPÍTULO 1

Essa parecia uma noite qualquer, mas não foi, a começar por tantas estrelas que estavam brilhando no céu, tantas que jamais havia visto. O céu estava límpido, Lua cheia e tão bela, aumentando ainda mais a beleza sem igual do céu e do mar. Uma brisa leve, que refletia a calmaria do ambiente. Pequenas ondas do mar atingindo a areia fria e úmida, na qual ando descalço porque assim sinto que estou conectado ao ambiente.

Sempre gostei de andar na praia à noite, pois nunca fui um garoto de multidões, sempre evito ao máximo estar em meio a dezenas de pessoas. Mas como fico na escola? Difícil dizer como consigo sobreviver a cada dia de aula em meio a tantas pessoas para um lado e outro. Estava tudo tão calmo, então decidi entrar na água. Quentinha, aconchegante, límpida, comecei a me sentir como se estivesse de volta ao útero da minha mãe.

Nunca fui um exímio nadador, mas sempre consigo me virar. Só que dessa vez, dessa vez não foi como imaginei. À medida que ia adentrando no mar,

comecei a encontrar alguns pedaços de algo sólido se agarrando ao meu corpo, como pedaços de sacolas plásticas e ali comecei a pensar na foto presente na minha mesa de cabeceira. Mesmo assim, continuei nadando, mas para o lado que eu ia encontrava mais resíduos sólidos, principalmente plástico como garrafas, sacolas, pedaços de rede de pesca. Comecei a ficar assustado, logo fui ficando afobado, fui perdendo o controle da respiração. Comecei a pedir ajuda, gritava por socorro, mas no meio de tanta calmaria quem me ouviria? É, ninguém. Tonto eu em acreditar que haveria mais alguém ali além de mim, alguns peixes e todo aquele lixo. Mas, não custava tentar... Afinal, tenta-se de tudo quando é para salvar a própria vida.

Comecei a esvaecer, ficando sem ar, me sentia sufocado como se alguém estivesse apertando a minha garganta de modo a impedir a entrada e saída de ar. Sentia meus pulmões se enchendo de água ao invés de oxigênio. Tentava me acalmar, mas todas as tentativas de tranquilizar a mim mesmo foram falhas.

Dessa vez não consegui salvar a mim mesmo. Vim a óbito por asfixia e em seguida afogamento no dia dois de janeiro de dois mil e dezessete às uma hora e vinte e cinco minutos. Foi a madrugada mais triste para minha família. E a partir desse dia, seguiram-se os dias mais tristes das vidas da minha mãe e de Júlia.

No dia seguinte acordei com uma grande enxaqueca, sentia-me cansado como me sinto após minha corrida matinal. Meu corpo estava pedindo por algumas horas na cama, e minha mente só conseguia pensar no sonho que tive. Foi um sonho perturbador. Ver a minha própria morte foi muito estranho e horrorizante. Como falei antes, minhas noites de sono vêm sendo bastante agitadas e perturbadoras.



Mesmo querendo mais minutos do que eu poderia ter na cama hoje, decidi me levantar e pesquisar sobre poluição por resíduos sólidos. Parecia ser o termo de pesquisa mais adequado. No primeiro instante de pesquisa já fiquei absurdamente impressionado com o que vi, imagens de sofrimento para a nossa existência na Terra e para com o próprio meio ambiente. Como prefiro ler artigos, fui em busca de alguns que relatavam dados a respeito da poluição por resíduos sólidos, especificamente por resíduos plásticos, e foi impressionante e ao mesmo tempo assustador os dados que encontrei.

Tomei um banho frio para ajudar a me manter acordado, tomei café da manhã rapidamente e fui direto para a escola. Chegando lá encontrei os meus amigos - que não curtem muito meu lado *nerd*, porém, sempre me incentivam a estudar - sentados em um banco que está um pouco destruído. Como sempre estavam falando dos alunos novatos, observando a felicidade estampada nos rostos de cada um por iniciar essa nova jornada, a qual mal sabem eles o quanto ela é longa e dolorosa em alguns momentos.

— E aí, cara? Sobreviveu a mais uma noite de terror?

— Disse Deivid, cara a cara com Lucas.

E por um momento, Lucas começou a recordar de seu sonho e travou. Nada do que estava acontecendo e sendo dito por seus amigos ele estava atento.

— Lucas! Lucas! — Gritou Caio passando a mão em frente ao rosto de Lucas.

— Mano, o que você tem? Parece que a noite não foi tão boa como eu estava imaginando. Falou Deivid olhando seriamente e com um olhar expressando um pouco de preocupação.

Então, o sinal tocou e foram para a sala de aula.

No intervalo, Lucas decidiu falar com seus amigos sobre o que sonhara na noite anterior.

— Tive o pior sonho de todos os tempos, nunca imaginei que poderia sonhar com algo assim.

— O que rolou de tão ruim que te assusta tanto dessa forma? — Indagou Deivid.

— Bom, sonhei com minha própria morte.

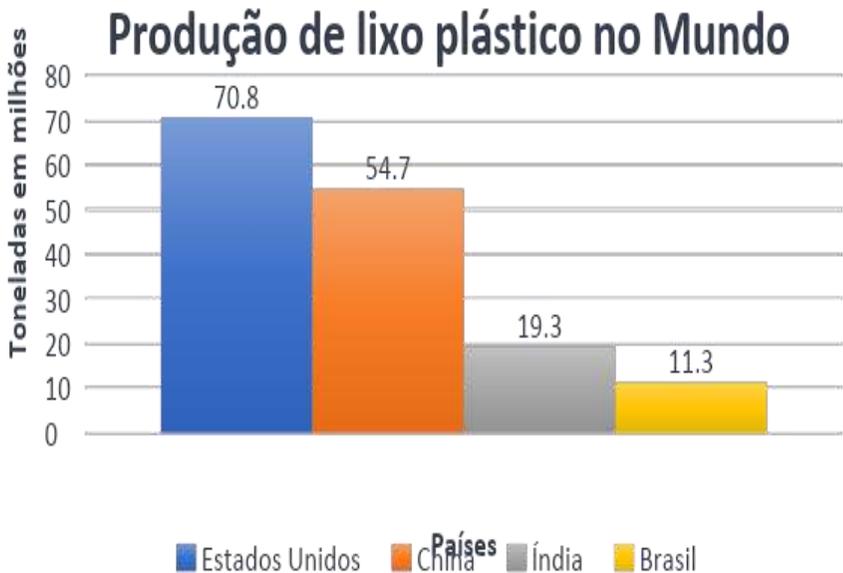
— Conte logo como foi isso! — Disse Caio.

Após Lucas contar sobre todo o sonho, decidiu com seus amigos que iriam se reunir naquela tarde para pesquisarem um pouco mais sobre poluição por resíduos sólidos. A ideia de pesquisar algo que o professor não mandou, era meio estranha para os seus amigos, mas por curiosidade decidiram ir.

E naquela tarde, seus amigos bateram na porta de sua casa por volta das dezessete horas, Júlia abriu a porta, os meninos cumprimentaram-na rapidamente e já foram direto para o quarto de seu irmão. Lá, conversaram um pouco sobre assuntos bem aleatórios e logo depois começaram a pesquisar sobre o objetivo principal daquele encontro. Os resultados de suas pesquisas surpreenderam-os. Lucas também mostrou para eles as imagens que havia encontrado mais cedo ao acordar.

— Uau! Cara, como podemos produzir tanto lixo em apenas um ano? — Caio indagou, logo ao ver que o

Brasil é um dos maiores produtores de lixo plástico do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e Índia, gerando cerca de 11,3 milhões de toneladas anualmente.



FONTE: CONCEIÇÃO, *et al.*, 2019

— Para completar, seria ótimo se todo esse lixo fosse reciclado, mas apenas 145 mil toneladas são recicladas anualmente, o equivalente a apenas 1,2 %, e todo o restante é descartado de forma incorreta. Retrucou Lucas.

Reciclagem no Brasil



FONTE: FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL, 2020

— Isso é assustador mesmo. E o pior: esse material pode levar até centenas de anos para se decompor no meio ambiente e ainda pode prejudicar a saúde humana e animal devido a sua entrada no ambiente marinho e sua longa persistência no ambiente terrestre. Ressaltou Deivid.

— Agora entendem porque me apavorei tanto com meu sonho? Se bem que, o maior pavor foi me ver morrendo. Só que acredito que isso seja algum sinal para algo ser feito. Precisamos fazer algo e logo! Será que a professora de Biologia nos ajudaria a organizar algo na escola? — Disse Lucas para os meninos, que a princípio acharam a ideia um pouco maluca, mas depois perceberam que fazer algo era essencial para tentar mudar, por pouco que fosse, a situação.

— Será que conseguimos elaborar algo? As pessoas nunca irão deixar de usar o plástico.

— Por que você diz isso, Deivid? — Respondeu Caio.

— Não parece ser um material de grande importância. Apenas consumimos muito. Completou ele.

— Cara, você não imagina o quão importante é! Ele é utilizado nos mais diversos setores em todo o mundo e com a modernização da sociedade foi cada vez mais sendo empregado na produção de diversos itens como embalagens, roupas, acessórios, e isso só faz aumentar a demanda para o mercado do plástico. Veja esse site.

— Uau! Além de durar muito tempo, é um material versátil e com baixo custo econômico. E ainda há vários tipos de materiais plásticos como polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), entre vários outros. Por isso é tão utilizado e descartado nessa enorme quantidade. Só que isso ainda não justifica o fato de descartar em local inadequado. O problema não é usar os produtos plásticos, mas sim a forma como descartam.



— Existem políticas públicas de sensibilização a respeito do descarte do lixo. Uma delas é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que foi criada em 2017, determinando uma série de metas para gerenciamento de resíduos sólidos em todo o território nacional. Infelizmente, como sabemos as políticas públicas direcionadas para o meio ambiente ainda deixam muito a desejar nesse país. Temos que intensificar a ação dessas políticas de alguma forma. Disse Caio ao ler algumas páginas de um artigo elaborado por uma fundação que trata de assuntos relacionados à poluição por resíduos sólidos.

CAPÍTULO 2

A pesquisa e a reunião da tarde anterior duraram horas. Apenas perceberam que já era tarde demais, quando pararam para comer e viram que já não tinha mais ninguém em outros cômodos da casa a não ser nos quartos. Então, seus amigos ligaram para os seus respectivos pais, os quais já estavam um pouco preocupados. Dormiram lá e no dia seguinte a correria foi grande para todos conseguirem se arrumar para ir à escola e não chegarem atrasados, uma vez que estavam determinados a falar com a professora de Biologia.

Ao chegarem na escola não viram a professora, procuraram em todos os lugares, mas não a encontraram. E no meio da segunda aula, Lucas decidiu pedir para ir ao banheiro, desculpa que todo aluno usa para dar uma escapada dos momentos monótonos das aulas, e resolveu procurar mais uma vez por ela. Até que ele a encontrou. Estava na sala cinco, porém não parecia estar muito bem. E quando percebeu que já havia passado mais tempo do que deveria fora da sala de aula, decidiu voltar. Entretanto,

antes de entrar na sala, enviou uma mensagem para seus amigos:



No intervalo, deixaram de lado o lanche, uma refeição importante para eles, que adoram comer e observar os alunos do primeiro ano, e foram em direção à sala dos professores, um pouco distante da sala deles. Saíram com pressa, ignorando qualquer um que quisesse conversar. Chegaram na sala dos professores cansados, uma vez que os seus amigos eram bastante sedentários e dessa vez andaram mais rápidos do que já andaram um dia nas suas vidas.

Pararam por alguns segundos, respiraram fundo e começaram a torcer para que a professora os ajudasse com aquela preocupação e vontade de fazer algo, pois não tinham um plano de ação em mente. Ficaram na indecisão sobre quem bateria na porta, até que Lucas tomou uma atitude e... Dois toques. Demoraram um pouco a abrir a porta. Um certo frio na barriga já estava atingindo-os. Até que uma mulher de cabelos pretos, olhos castanho-escuros, aparentava medir cerca de um metro e sessenta e cinco, abriu a porta. Era a professora Duda.



Seu nome é Maria Eduarda, mas todos a chamam de Duda. Graduada, mestre e doutoranda pela Universidade Federal de Pernambuco. Sua graduação em Ciências Biológicas a tornou uma pessoa muito mais madura e com senso crítico, mesmo tendo sido anos difíceis para ela e sua família, principalmente para seus pais. Ingressar no mundo da pós-graduação não foi tão fácil, embora pareça para alguns, mas só ela sabe o que passou para chegar onde está hoje. Foram anos complicados, mas tudo deu certo no final. Tudo saiu como seu pai sempre dizia:

“Sacrifícios devem ser feitos para a conquista do sucesso.”

Era apaixonada por Biologia Marinha e Ecologia, seu trabalho na pós-graduação era relacionado a poluição por microplásticos no ambiente marinho.

— Pois não, o que vocês desejam?

— Professora, será que nós podemos conversar em particular? — Perguntou Lucas. Por um momento isso pareceu um pouco estranho, porém mesmo assim ela aceitou conversar com eles.

Foram para uma sala vazia próximo à sala dos professores, todos se sentaram, mas ninguém sabia por onde começar a explicar o que queriam com ela, o que queriam fazer.

— Pessoal, se vocês não me falarem o que querem, não vou saber como ajudar. Não poderei fazer nada. Daqui a pouco o intervalo acaba e nada será resolvido.

— Professora Duda, tive um sonho muito estranho e meus pais são biólogos, com especialização em biologia marinha. Então, Lucas começou a contar sobre seu sonho, cada detalhe, principalmente todo o resíduo sólido que apareceu no mar, e expôs toda a pesquisa feita por ele e seus amigos.

— Nossa, Lucas! Foi um sonho aterrorizante! Fico muito feliz que se interessaram por esse assunto. Pensem em algo que queiram fazer e entrem em contato comigo, também irei pensar em alguma coisa. Talvez possamos fazer algo como uma intervenção. Acho que seus pais, Lucas, poderiam ajudar também.

De repente Lucas parecia estar com o pensamento longe, e realmente estava. Começou a recordar de seu pai.

— Bem, talvez a mãe dele possa ajudar, mas o pai será impossível. Disse Deivid com a mão no ombro direito de Lucas.

O sinal tocou marcando o fim do intervalo e que todos deveriam retornar para suas respectivas salas. Concordaram com a professora e seguiram para a sala de aula. E ao sentar-se, Lucas começou a pensar na morte de seu pai, qual havia sido a verdadeira causa. Sua mãe nunca contara para ele ou Júlia o que realmente aconteceu, sempre diz que foi um acidente no trabalho.

Fim das aulas e decidiram ir para a casa de Lucas por mais uma tarde, dessa vez combinaram um horário mais cedo para não deixarem os seus pais preocupados. Dessa vez a mãe de Lucas estranhou uma visita tão cedo.

— Lucas, por que você não avisou que viria visitas? Teria feito almoço para todos. E Júlia, veio com você?

— Não, mãe! Gritou Lucas já subindo para seu quarto com Deivid. Caio havia decidido passar em casa antes

e resolver algumas coisas que estavam pendentes antes de ir para a casa de Lucas.

— Não se preocupe Dona Luísa, já lanchamos no caminho e estamos sem fome. Falou Deivid ao descer alguns degraus da escada de volta.

— Certo, meninos. Vou ligar para Júlia. Cuidado!

Ao entrar no quarto estava tudo organizado como sempre, mas Deivid não conseguia parar de tirar objetos e colocá-los no lugar de volta.

— Cara, o que você tem hoje? Está meio estranho depois que terminamos a conversa com a professora Duda.

Deivid não sabia o que dizer. Começaram a pesquisar, mas dessa vez procuravam saber o que havia acontecido com o pai de Lucas. Caio chegou e já falaram para ele o que estavam pesquisando, e sua sugestão foi começar a procurar algo físico, material no porão de casa.

Correram em direção ao porão, em com a expectativa de encontrarem algo. Chegando lá, encontraram apenas algumas caixas com alguns

pertences pessoais de Luísa e alguns objetos antigos da casa.

— Será que tem alguma coisa no fundo dessas caixas como tem nos filmes? — Disse Caio. Ele não parecia ser muito esperto, mas era viciado em suspense e ficção.

— Vamos ver, mas com cuidado e deixar as coisas no lugar depois para minha mãe não desconfiar do que estamos fazendo.

Reviraram todas as caixas e em uma delas encontraram vários papéis das pesquisas do pai de Lucas.

— Vamos levar isso para o meu quarto e lá começamos a ler toda essa papelada com calma e sem minha mãe desconfiar.

Levaram tudo para o quarto, deixando tudo organizado no porão.

Começaram a ler todos os papéis que encontraram, cada trabalho era mais surpreendente do que outro. Não encontraram nada que revelasse a verdadeira causa da morte do seu pai. Entretanto,

encontraram em meio a trabalhos magníficos, um arquivo que continha escritos relacionados ao caminho que o plástico percorre para chegar até o ambiente aquático, especificamente no marinho. Era o que eles precisavam para começar a organizar uma ideia e um plano para apresentarem à professora.

Após minutos pensando no que fazer, decidiram unir algumas ideias e anotaram tudo. Ao final cada um retornou para sua casa.

No dia seguinte, na escola, procuraram Duda para conversarem sobre o que decidiram fazer. Quando a encontraram, marcaram uma reunião no turno da tarde para exporem a ideia com mais calma e clareza.

Assistiram todas as aulas do dia, lancharam e cada um foi para suas respectivas casas. Se encontraram na casa de Lucas no horário marcado, às quatorze horas e trinta minutos, tudo para não chegarem atrasados para a reunião com a professora Duda.

Apresentaram para ela fatos vistos no documentário “Oceanos de Plástico” presente na Netflix, o qual retrata a poluição por plástico dos mais diversos tamanhos em vários pontos do oceano e o quanto é prejudicial aos animais marinhos. Levaram, também, as anotações do pai de Lucas - o que não deveria ter saído da casa, mas chegou até à escola - e mostraram para a professora o que ele vinha pesquisando nos últimos anos de sua vida. A princípio, Duda ficou um pouco espantada com o nível das pesquisas, não sabia que os pais de Lucas atuavam em campo, mas quando viu o nome do autor das pesquisas começou a achar familiar.

O trio de amigos havia decidido fazer um projeto de intervenção, inicialmente na escola. E se ocorresse tudo bem e houvesse uma boa repercussão levariam esse projeto para as ruas e outras escolas, com o intuito de sensibilizar cada vez mais pessoas sobre a situação em que se encontram os oceanos, lagos, rios, entre outras fontes de água e vida marinha existente na Terra.

Duda aceitou a ideia, e os ajudaria o máximo que pudesse para o projeto dar certo. Juntos, decidiram falar, inicialmente, sobre o caminho que o plástico percorre das casas até o ambiente aquático. Começaram a separar trechos das pesquisas que abordassem esse ponto. O que estava escrito em alguns pontos era como se estivesse escrito em grego para os meninos, então Duda decidiu simplificar explicando os fragmentos separados.

— Meninos, prestem atenção e qualquer dúvida é só perguntar. Tudo que compramos que vem em embalagem plástica e descartamos depois, se for de forma inadequada, passa por um longo caminho até chegar ao ambiente aquático. E ainda por cima, quando chega ao ambiente aquático sofre vários processos como o de intemperização (ações mecânicas, como movimentação da água; físico-químicas, como ação da temperatura, da luz, do pH da água; ações químicas, como reações entre o plástico, a água e o que tem nela; ações biológicas: atuação de microorganismos sobre os plásticos, por exemplo). Isso tudo pode fragilizar o material plástico e com o passar do tempo em um processo muito lento, porém

significativo, o material plástico começa a se fragmentar em pedaços cada vez menores até atingir o nível molecular. E esses pedaços, grandes e pequenos, ficam à deriva na superfície, na coluna da água ou até mesmo afundam e passam a fazer parte do fundo de ambientes aquáticos. Na água acabam sendo confundidos com alimento por vários animais, desde organismos, que fazem parte do plâncton, que é uma comunidade de vegetais e animais, em sua maioria microscópicos, que “vivem ao sabor das águas”, até os animais da macrofauna, como por exemplo: tartarugas, peixes, golfinhos, entre outros.

— Sim, essa parte conseguimos entender agora, mas como esse material chega até o oceano. Não consigo entender isso. Disse Caio.

— Caio, parte do material plástico que descartamos de forma incorreta, chega até o oceano por meio de derramamentos acidentais, são provenientes de descargas de água residuais, entre outras fontes. Enquanto que os descartados incorretamente mais próximo da costa, podem ser levados até o mar por meio do vento ou até mesmo humanos descartam de forma incorreta jogando em fontes de águas próximas a suas residências. E ao chegar no mar, ocorre todo

esse processo que expliquei antes. Acho que podemos começar a produzir cartazes e espalhar pela escola, e começar a trabalhar com a turma essa ideia. Talvez gostem e acabam nos ajudando. Quanto mais pessoas envolvidas nessa ação, mais eficaz será. Depois podemos produzir apresentações para serem realizadas no intervalo diante de todos da escola. O que acham, meninos?



Todos concordaram. Se despediram e cada um seguiu para sua casa. No caminho de casa, Duda começou a pensar no nome do pesquisador, do pai de Lucas. Ficou pensando de onde ela o conhecia. Até

que veio em sua mente uma vaga lembrança de um acidente que aconteceu com uma empresa produtora de plástico, uma das maiores do Estado e uma pequena fundação defensora dos oceanos limpos de plástico, a qual os pais de Lucas haviam fundado.

CAPÍTULO 3

Os meninos decidiram se reunir à noite para começarem a ler mais e elaborar os cartazes. Cada vez que liam as pesquisas, iam se surpreendendo. Nunca leram algo tão sério e tão real em toda as suas vidas. Ao pegar novos arquivos empoeirados, se depararam com um termo novo: Microplástico.

Ficaram se perguntando por um instante o que aquilo significava, nada era explicado e detalhado nas pesquisas e anotações de seu pai, até que decidiram pesquisar e associaram com o que Duda havia explicado à tarde na escola. Estavam exaustos de mais um dia. Decidiram ir para suas casas e continuar com as pesquisas e execução do projeto no dia seguinte após a aula. Caio saiu primeiro, pois estava um pouco apressado para finalizar algumas atividades da escola que havia deixado atrasar, e precisava estudar para o vestibular, uma vez que almejava muito entrar em uma universidade pública no curso de Astronomia. Não era tão nerd como Lucas, mas tinha seus momentos e cronogramas de estudos.

Após uma noite intensa, Deivid correu para casa para buscar suas coisas e ir à escola com seus amigos, como sempre fazia todos os dias. Chegando na escola a primeira aula da manhã era de Biologia. Apresentaram logo suas ideias, antes da aula começar, e novas descobertas para a professora. Mas a expressão de Duda era apenas de estar com o pensamento longe devido ao que descobriu ao voltar para casa.

— Professora, o que você acha das pesquisas que encontramos a mais?

— Oi? — Disse Duda para Caio, após não ter escutado uma palavra sequer do que haviam dito.

— Onde a senhora estava com a cabeça? Disse Lucas, demonstrando estar um pouco preocupado com Duda.

— Não é nada, meninos. Não se preocupem. Estou bem. Lucas, após a aula preciso falar com você.

— Bem, repetindo o que dissemos antes — Falou Lucas tentando voltar ao assunto e ao mesmo tempo um pouco ansioso querendo saber o que a professora queria conversar em particular. — Você nos explicou todo o caminho que o plástico percorre até chegar ao

ambiente aquático. Mas encontramos algumas pesquisas a mais que achamos muito interessantes. É sobre microplástico. Continuou Lucas.

— Ficamos surpresos com os dados que encontramos nas pesquisas do pai de Lucas e com o que vimos na internet. Até Lucas que é bem *nerd* assustou-se com os dados. Disse Caio.

— Contem-me o que encontraram.

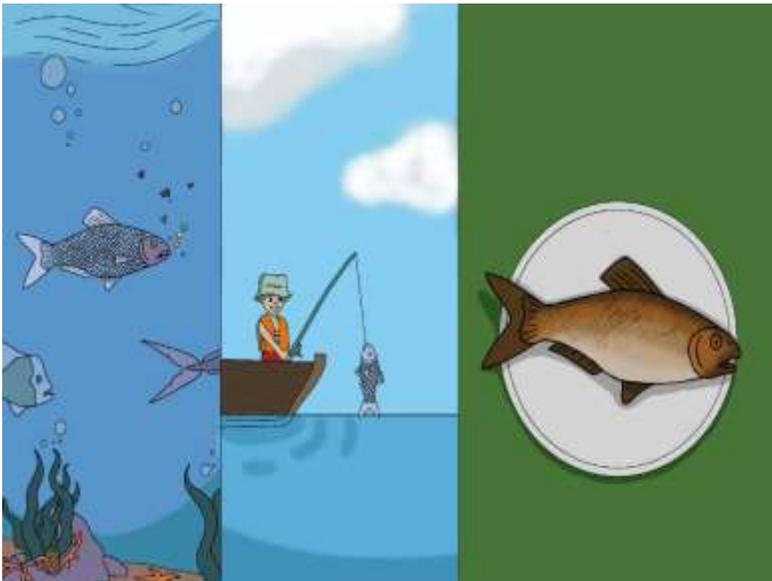
— O material plástico é dividido em quatro categorias: megaplástico, macropástico, mesoplástico e microplástico. O megaplástico corresponde a todo material plástico maior que um metro; já os macropásticos são os que variam de vinte e cinco milímetros a um metro; enquanto que o mesoplástico varia entre cinco e vinte e cinco milímetros; e o microplástico, que é o nosso foco, corresponde a todo resíduo plástico menor que cinco milímetros. Sendo que o microplástico pode ser dividido ainda em primário ou secundário. O primário é correspondente a materiais fabricados para uso direto, como esfoliantes, cosméticos, pasta de dente e vários outros produtos; enquanto que o secundário é aquele presente no ambiente e que vai se acumulando com o passar do tempo, ele é oriundo da degradação de um

plástico/polímero maior até perder as propriedades físicas e químicas por meio daqueles processos que você falou no encontro passado. Leu Deivid no seu bloquinho de notas, onde anotou tudo por achar algumas palavras difíceis de memorizar.



— E quais os dados que deixaram vocês assustados? Até agora vocês se aprofundaram na forma, composição e tipos de resíduo plástico.

— É que o microplástico pode absorver e se associar a poluentes que causam vários efeitos adversos nos organismos marinhos que o ingere e conseqüentemente nos afeta também, uma vez que consumimos alguns animais marinhos que sofrem com as conseqüências desse problema ambiental. Pensávamos que isso, por ser um material pequeno e com poucos estudos realizados sobre ele, não afetava tanto a população em geral, tanto animal quanto humana. Respondeu Caio, com um tom de voz de quem continuava surpreso pelas pesquisas feitas.



— Muito interessante a pesquisa e o que vocês separaram. No entanto, acho melhor escolhermos uma população que seja afetada pelo microplástico. Falar de todas dará muito trabalho, mesmo com muitas pessoas envolvidas no projeto. O que vocês acham de falarmos sobre o plâncton?

— Pode ser. Só precisamos saber mais sobre o plâncton. Disse Caio.

— Tenho certeza de que Lucas deve ter algum material do seu pai em casa sobre isso, e é só vocês pesquisarem um pouco mais que irão encontrar como o microplástico afeta o plâncton e como isso nos afeta.

Todos estavam na sala de aula quando Duda e os meninos chegaram. Dessa vez um pouco atrasados. Deivid e Lucas não saíam um perto do outro. Lucas estava com o pensamento longe, um pouco curioso para saber o que uma professora queria conversar apenas com ele. Caio estava um pouco distante da realidade, estava pensando também no que Duda tinha para conversar com Lucas; ele vinha fazendo algumas pesquisas sobre o pai de Lucas e havia descoberto algumas coisas, logo, ele queria saber se era sobre isso a conversa em particular.

CAPÍTULO 4

Após as aulas, Duda convidou Lucas para almoçar com ela. Caio estava de olho em todos os movimentos dos dois. Lucas avisou para os amigos que ia almoçar com a professora e que eles não esperassem por ele para irem para casa pesquisar sobre o que ela havia pedido mais cedo.

Foram para um restaurante próximo à escola. Caio estava determinado a segui-los, mas pensou rápido e deixou a sua curiosidade de lado por um momento. Decidiu que à noite ou no dia seguinte contaria o que descobriu para o seu amigo; ele precisava estar em casa à tarde para seguir à risca o seu cronograma de estudos.

No restaurante, Duda não sabia nem por onde começar a falar o que tinha em mente. Talvez aquilo soasse um pouco estranho, uma vez que eles não se conhecem a muito tempo.

— Lucas, não sei bem por onde começar a lhe contar o que venho pensando devido ao que descobri.

— Professora, desde de manhã que estou ansioso para saber do que se trata o que você tanto quer falar comigo.

— Bem... Quando vi os documentos que você me apresentou no nosso primeiro encontro achei o nome do seu pai um pouco familiar. E com algumas pesquisas para ajudar a relembrar algumas partes, encontrei o nome dele no meio das vítimas do acidente que aconteceu em uma fábrica de plásticos.



— Até hoje tento saber o que aconteceu e qual a causa da morte dele. Disse Lucas com os olhos cheios de lágrimas, sem conseguir expressar reação alguma a não ser a de tristeza; estava desolado e ao mesmo tempo em choque por receber uma informação tão dolorosa. Mas qual a ligação dele com essa fábrica? Porque não faz sentido ele trabalhar em um local que produz o que ele repugnava. Completou Lucas.

— Tem mais coisas do que você imagina, Lucas. Ele e sua mãe criaram uma fundação voltada para manter os oceanos livres de resíduos plásticos. E em um dia de protesto em frente à fábrica de plásticos, com a finalidade de transmitir para a população o mau que o plástico descartado de forma inadequada causa ao meio ambiente e humanos, acabou acontecendo um acidente. E seus pais estavam lá. Eram os líderes. Houve uma explosão na fábrica que causou a morte de centenas de pessoas, trabalhadores, moradores dos arredores e cidadãos que protestavam ali, um deles era seu pai. A sua mãe conseguiu escapar, mas o seu pai, infelizmente, não sobreviveu. Ele era um pesquisador incrível, com trabalhos impecáveis, sempre buscando a melhora do nosso planeta.

— Isso explica porque minha mãe é super protetora comigo e com Júlia. Ela não nos deixa perguntar sobre nada relacionado ao nosso pai e nem nos conta alguma coisa. Ela também não gosta muito quando falo sobre seguir a carreira que eles também seguiram, e quando Júlia toca nesse assunto, é como se uma guerra tivesse iniciado. A morte do meu pai explica tudo, todo o comportamento dela. Falou Lucas chorando, passando uma das mãos no cabelo e com a outra tentava enxugar suas lágrimas.

— Eu sei que é muita coisa para processar. Eu já passei por isso. Nesse acidente, também perdi alguém que eu tanto amo, meu pai. Ele trabalhava na fábrica, e nesse dia esperamos ele chegar em casa, mas ele não chegou. Foram anos difíceis demais para minha família. Depois disso decidi cursar Ciências Biológicas e trabalhar com os impactos do microplástico no ambiente marinho.

— Sinto muito, professora. Disse Lucas com um tom de voz de tristeza e pesar, sem saber o que dizer. Não sei como vou chegar em casa e seguir com o meu dia após saber de tudo isso. Completou ele.

— Muito obrigado por tudo isso. Foi uma enorme ajuda você ter me contado tudo que sabia.

Lucas saiu do restaurante sem saber o que fazer ou para onde ir. Estava em estado de choque com todas as informações que acabara de ouvir. Pegou o celular e mandou mensagem para Júlia:

Precisamos conversar. Está em casa? Me encontra na lanchonete da nossa rua.

Estou estudando. A mamãe está preocupada com você. O que digo para ela?

Apenas diga que estou bem. Quando eu chegar em casa converso com ela. Te encontro às quatorze horas.

Ok.

No encontro com sua irmã, Lucas contou tudo que Duda o havia contado. Júlia ficou sem saber o que

dizer, só conseguia apenas chorar e perguntar o motivo pelo qual a mãe nunca contou a verdade para eles. Juntos decidiram ir para casa e conversar com Luísa para esclarecer tudo.

Ao chegar em casa foram logo para a cozinha preparar algo para comerem enquanto esperavam por Luísa. Não demorou muito para que ela chegasse. E ao vê-la, os meninos não sabiam por onde começar a conversa, apenas começaram a chorar.

— O que aconteceu? Perguntou Luísa, abraçando os dois.

— Mãe, eu descobri o que aconteceu com o papai. E contei para a Júlia.

— Como você descobriu isso?

— A fonte agora não interessa. Queremos ouvir de você o que aconteceu naquele dia. Por que você não nos contou nada? Disse Júlia com um ar de revolta.

— Meninos, do que vocês estão falando? O pai de vocês morreu, e como foi a morte não interessa mais.

— Mãe, precisamos ouvir da senhora o que ocorreu. Sabemos que o papai morreu em um acidente que houve em uma empresa produtora de plástico, e que

vocês eram fundadores de uma fundação voltada para as causas ambientais. Quando a senhora iria nos contar alguma dessas coisas? – Disse Lucas com um tom de voz alterado, com os olhos cheios de lágrimas e as mesmas escorrendo por seu rosto.

O choque por descobrir o que aconteceu com seu pai estava sentindo agora. Lucas não sabia mais o que fazer, não sabia como agir, pois, não aguentava mais descobrir fatos relacionados a alguém que ele tanto amava.

— Crianças. Sentem. Vou contar tudo para vocês. Mas tentem entender que isso não foi e nem é fácil para mim, e por esse motivo acabei deixando tudo isso o mais quieto possível.

— Ok. Disse Júlia, tentando acreditar em sua mãe e ainda associar o que aconteceu. Foi um dia bombardeado de informações sobre algo que sempre despertou curiosidade, mas que nunca havia sido relatado nada em casa.

Então, Luísa começou a contar a sua versão do que ocorreu naquele dia. Ela relatava que estavam juntos e saíram cedo para o protesto, deixando as

crianças na casa de uma de suas tias. E chegando próximo à empresa começaram a movimentar a causa e marchar em direção à empresa, com o intuito de chamarem a atenção dos acionistas dela. O movimento chamou a atenção dos moradores próximos do local, tanto que alguns decidiram se juntar à marcha. Conquistar as pessoas não era fácil, principalmente com um movimento de defesa ao meio ambiente, mas aos poucos foram chamando a atenção da população e a incentivando a participar do movimento.

— Até hoje não sabemos o que aconteceu de fato dentro da fábrica, se foi falha técnica ou proposital. Só o que sabemos é que centenas de pessoas inocentes morreram, entre elas o seu pai. Mas ele só veio a óbito porque insistiu em salvar uma criança que iria ser atingida pela explosão. Contou Luísa, hesitando um pouco em falar todos os detalhes da história.

— Heroico, mas não adiantou de nada se crescemos sem um pai por perto. Quem era a criança que ele escolheu ir salvar? Perguntou Lucas, revoltado. Sei que isso não interessa, mas estou curioso para saber, já que meu pai deu a vida por ele. Continuou ele.

— Sim, mãe. Disse Júlia, sem conseguir expressar mais nenhuma reação a não ser demonstrar a raiva que sentia naquele momento.

— Esse detalhe eu não sei. Respondeu Luísa, omitindo e tentando proteger o segredo de seu marido

Mesmo inconformados com a explicação de Luísa, decidiram ir embora para seus quartos. Júlia estava nervosa, com raiva, triste, sobrecarregada com milhares de sentimentos ao mesmo tempo. Enquanto Lucas continuava curioso e com um jeito deprimido, mas agora decidiu investigar tudo com o intuito de saber quem era a criança salva naquele dia. Algumas horas se passaram e os meninos chegaram na casa de Lucas para pesquisarem sobre o plâncton e o que ele tem a ver com o microplástico.

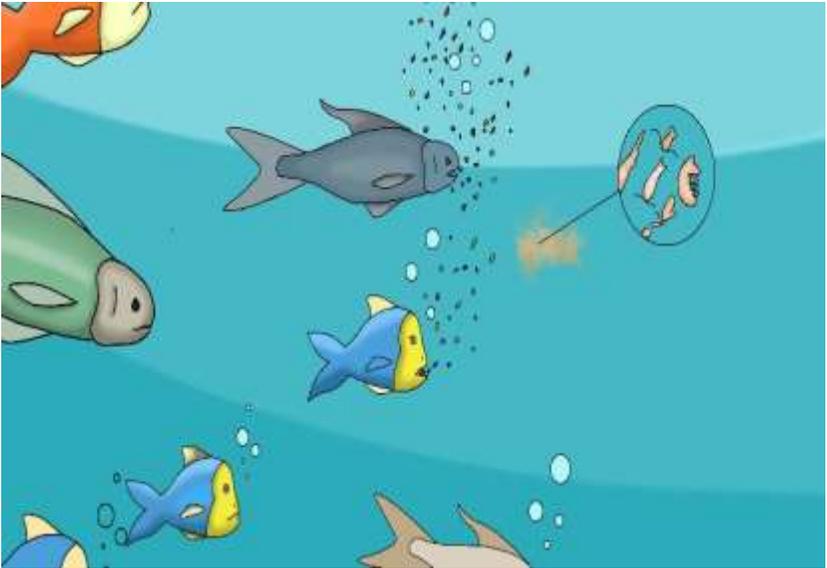
Ao chegarem, Deivid logo percebeu que Lucas não estava no seu melhor momento. Caio decidiu tentar distrair a mente de Lucas, falando sobre algumas coisas que havia estudado mais cedo e contando que havia sido aprovado em uma universidade no exterior para cursar Astronomia a partir do ano seguinte. Todos ficaram surpresos,

ninguém sabia que Caio planejava sair do país para estudar. Após a novidade, estava explicado porque ele vinha estudando tanto.

— Quando terminarmos as pesquisas, vamos sair para comemorar. Não é todos os dias que alguém que conhecemos ingressa em uma universidade nos Estados Unidos. Disse Lucas. Mesmo eu querendo muito cursar Biologia Marinha, ainda pretendo ficar só no Brasil por enquanto. Quem diria que justamente Caio estaria querendo ir tão longe. Não consegui dar uma olhada em nada ainda sobre o assunto.

— Vamos começar a pesquisar porque não vamos descobrir nada do que queremos se ficarmos aqui apenas falando disso. Falou Caio.

— Bom, ao pesquisar aqui por “Plâncton; Microplástico”, o que mais aparece é que os dois se parecem muito com relação ao tamanho e até mesmo ao formato, e por esse motivo, os animais confundem o plástico com o plâncton na hora de se alimentar. Falou Deivid.



— Outro artigo científico aqui, diz que o plâncton é o conjunto de vários organismos aquáticos que vivem em mares, lagos, oceanos e rios. É dividido em fitoplâncton e zooplâncton, esses dois grupos apresentam uma grande importância trófica na dieta de várias espécies aquáticas, principalmente nas marinhas. Vejam aí, estou mandando pra vocês agora. Disse Caio.

— O fitoplâncton é o produtor primário, enquanto que o zooplâncton é um grande elo entre os produtores primários e os níveis tróficos superiores. Completou Lucas com o que havia encontrado em outro artigo.



— Sempre achei que tudo isso nunca tivesse nada a ver com a poluição, mas de alguma forma está tudo conectado, só ainda não exatamente como. — Disse Deivid um pouco surpreso.

— A maioria dos animais planctônicos varia de menos de um a três milímetros de comprimento, ou seja, se enquadram no tamanho do microplástico e também flutuam como os pequenos fragmentos de plástico. Animais zooplanctônicos podem confundir facilmente o microplástico incrementado no sistema com o alimento,

uma vez que eles podem estar no tamanho e na forma de possíveis alimentos. Como consequência disso vai ser gerado um grande impacto, com o passar do tempo, nas teias alimentares pelágicas. — Disse Lucas para os meninos.

— Por falar em consequências, Lucas, precisamos conversar e tem que ser agora, não consigo mais guardar isso só pra mim. — Falou Caio.

— O que aconteceu?

— Deivid é seu irmão. Pronto, falei o que queria.

— O que? Caio, você tem certeza do que está falando? Se isso realmente for verdade, tudo vai mudar. — Disse Lucas, olhando diretamente para Deivid, com um olhar de preocupação e de quem estava completamente perdido com tudo que vinha acontecendo nos últimos tempos.

CAPÍTULO 5

Deivid estava confuso com a afirmação de Caio. Lucas estava tentando juntar as peças desse quebra-cabeça. Talvez fosse paranoia dele, coisas de sua cabeça, já que andava com a mente cheia nos últimos dias com tanta coisa acontecendo ao mesmo tempo, mas talvez fosse verdade, fosse a realidade. Difícil saber a verdade quando era apenas uma criança ingênua na época de todos esses acontecimentos. Lucas estava bastante preocupado com Júlia, por não saber como ela estava se sentindo com tudo isso, já que ela nunca foi de falar muito sobre seus sentimentos.

— Como foi que você descobriu isso, Caio? — Perguntou Lucas.

— Comecei a pesquisar sobre microplásticos e não sei como acabei chegando até o acidente que houve na fábrica plastífera. Nesse acidente, centenas de pessoas morreram, inclusive o seu pai e o pai da professora Duda. E uma vez fui até a casa de Deivid procurar por ele para selecionarmos alguns itens juntos para a exibição de História. Fomos até o porão da casa e em uma caixa com alguns objetos interessantes

encontrei algumas pastas no fundo. Fiquei curioso para saber o que havia ali, então comecei a ler e vi que se tratava do que eu já havia lido antes sobre o acidente, mas, para minha surpresa, vi algo diferente. Foi justamente essa foto com uma dedicatória amorosa do seu pai, Lucas. A princípio achei estranho, mas era uma mensagem tão íntima que a única conclusão que pude tirar foi de que eles eram amantes na época. E o único filho que a sua mãe tem, Deivid, é você. Então, para mim isso faz todo sentido.

— Foram tantas coisas acontecendo nos últimos dias que nem sei quem eu sou ou o que quero mais para mim. Nem sei o que pensar, apenas sei que tudo agora faz sentido.

Mesmo com toda a problemática deixando o clima tenso, os meninos ainda tentaram continuar com o trabalho, dessa vez pesquisando um pouco mais sobre a importância do plâncton. Estavam tentando coletar o máximo de informações possível, a nível de ensino médio, para apresentarem tudo para Duda e estudarem para iniciarem a preparação para a apresentação do projeto para a turma e toda a escola.

No dia seguinte, apresentaram todas as suas ideias e pesquisas para a professora. Todo o material foi aprovado com sucesso e naquele momento tiveram certeza de que tudo valeu a pena. Iniciaram os preparativos para realizar a apresentação do projeto na sala e tentar convencer o máximo possível de pessoas para auxiliarem a levar o projeto além, para expandir os horizontes.

Posteriormente, apresentaram para a turma, na aula de Biologia, todas as suas pesquisas resumidas em um arquivo no formato *powerpoint*, apresentando as ideias principais com o intuito de atingir o seu objetivo: apresentar a realidade atual do meio ambiente, o *status* da saúde do nosso planeta e conseguir participantes voluntários para o projeto a fim de ampliar a repercussão do tema.

— Para finalizar, vamos abordar um pouco da importância do plâncton na população aquática e como isso influencia no nosso cotidiano também, uma vez que tudo que há no planeta Terra está conectado, vivemos em um ciclo. Com várias pesquisas feitas por oceanógrafos e biólogos marinhos, chegou-se à

conclusão de que o plâncton é um importante bioindicador da qualidade da água, ou seja, evidencia o nível de poluição ou contaminantes presentes no meio aquático, além de servir como alimento para diversas espécies de animais, como os peixes na sua fase larvar de modo a sustentar grandes cadeias alimentares. — Falou Lucas.

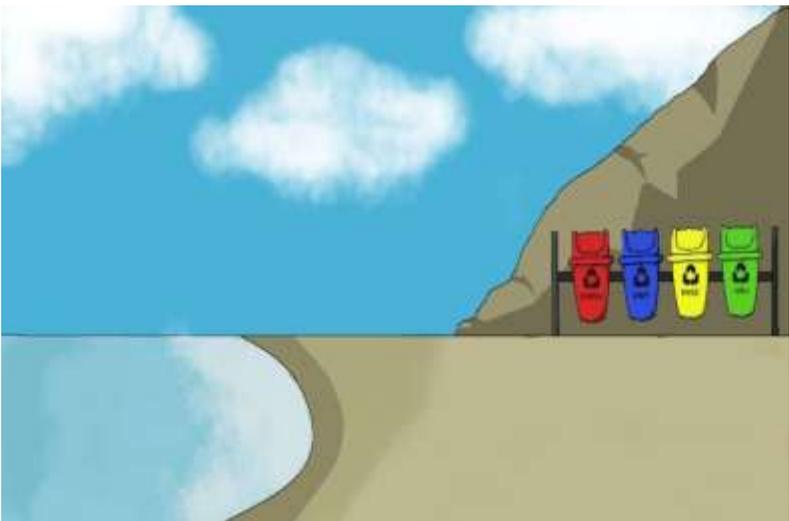
— Sem eles a população de peixes é reduzida e isso causaria um grande impacto no comércio, ou seja, nos afetaria tanto financeiramente quanto em relação a recursos alimentícios e a cultura dos pescados, uma vez que os pescadores precisam de peixes para conseguir comercializar e se alimentar e os demais precisam de peixe para se alimentar. É uma cadeia produtiva que vem sendo mantida há milhares de anos, mas que aos poucos estamos destruindo-a. — Disse Caio, um pouco nervoso, porém convicto do que falava.

— É evidente o quanto precisamos da fauna e flora em harmonia, de todos os ecossistemas em conexão constante, mas com o tempo estamos destruindo todas as conexões, degradando cada ecossistema, entre eles o aquático. Há quem diga que o oceano é só um monte de água sem função alguma. Mas sabemos que

tudo isso que falamos anteriormente é de suma importância para a nossa sobrevivência. A ignorância humana vem destruindo a própria espécie e levando consigo toda a biodiversidade do nosso planeta. É trágico como isso pode terminar. Mas podemos mudar todo o rumo dessa história tomando pequenas atitudes como reciclando o lixo, descartando-o, principalmente o plástico, de forma correta. Dessa forma impedimos que eles cheguem até os oceanos ou em qualquer outro local da natureza. Devemos sensibilizar as pessoas que lugar de lixo é no lixo e não no meio ambiente. Caso não seja alterado esse comportamento humano, a natureza irá nos devolver o que estamos lhe dando. — Falou Deivid, todo empolgado com o que estava saindo de sua boca, se arrepiando com cada

palavra dita.

Duda amou a apresentação, e a turma os aplaudiu de pé. Após os agradecimentos alguns alunos se inscreveram no projeto com o intuito de fazer diferente, de fazer a mudança acontecer. Deivid e Lucas continuavam sem ao menos se olharem direito, não sabiam o que fazer, qual decisão a ser tomada. Muitas coisas ainda precisam ser esclarecidas, pensadas com calma. Ao saírem da sala, Duda os parabenizou pela apresentação e já comentou sobre os detalhes dos próximos passos a serem dados com o projeto.



Ao tornar o projeto ativo e atrativo para o público, notaram que muito mais pessoas deveriam saber sobre essa temática tão importante. O projeto abriu portas para ambos os integrantes fundadores, e permitiu que ampliassem as suas visões sobre poluição por material plástico. Começaram, então, a por em prática tudo que haviam aprendido com as pesquisas que fizeram ao longo das últimas semanas. Trocaram escovas de dentes produzidas com material plástico por escovas de bambu, ao fazer compras levam as próprias sacolas ao invés de utilizarem as sacolas plásticas dos mercados, passaram a separar o lixo de suas residências com uma maior cautela para não serem descartados em locais inapropriados. Começaram a tomar iniciativas básicas, mas que se cada um fizer a sua parte fará uma grande diferença, a longo prazo, no meio ambiente.

EPÍLOGO

O projeto fluiu com muita tranquilidade e sucesso. Aos poucos foi conquistando um grande público, atraindo cada vez mais voluntários, atingindo diversas cidades sensibilizando centenas de pessoas. Todos estavam orgulhosos dos meninos.

Lucas e Deivid seguiram seus caminhos, mas ao final do ano se encontravam para discutir algumas pautas do projeto. Eles tiveram que continuar sem Caio, que decidiu ir para o exterior, para pôr em prática tudo que sonhou e planejou nos últimos anos. Lucas decidiu ir cursar Ciências Biológicas com o intuito de realizar o seu sonho, mas dessa vez não queria seguir os passos de seu pai. Com o tempo ele compreendeu os motivos de sua mãe não ter lhe contado o que houve em relação à morte do pai.

Júlia continua no ensino médio, agora preocupada com as avaliações externas e vestibulares no final do ano, típico de um ano letivo brasileiro. E Deivid decidiu cursar engenharia, um dos cursos em que foi aprovado. Luísa decidiu voltar à ativa e assumiu

a direção do projeto dos meninos juntamente com Duda e a mãe de Deivid.

O projeto começou a atrair a atenção de outros projetos voltados para o cuidado com os oceanos, para a redução do microplástico no ambiente marinho. Começaram a participar de vários eventos sobre a Cultura Oceânica e a Década Oceânica, de forma a adquirir cada vez mais conhecimento e implementando novas ações juntamente com a população.

A mente de Lucas foi bem criativa nessa noite. Ele acordou com uma continuidade para cada história que aconteceu dentro de seu sonho. Até parecia que era tudo real.