

Aliando Ciência e Arte. Bioplásticos e Infância

Madalena Rodrigues Martins

Estudante do curso de Ciências e Tecnologias e participante do Clube Ciência Viva na Escola Secundária da Ramada, Odivelas.

16420@esramada.pt

Andreia Arrimar Duarte

Professora do grupo 520 (Biologia e Geologia) e Coordenadora do Clube Ciência Viva da Escola Secundária da Ramada, Odivelas.

andreia.duarte.depceb@esramada.pt

Resumo: E se um grupo de alunos de uma escola que ninguém consegue localizar no mapa se propusesse a resolver o problema dos plásticos, já desde a infância? Aliando a Ciência e a Arte, é possível criar bioplásticos que substituem os materiais sintéticos que compõem o plástico de que a nossa sociedade depende tão fortemente hoje em dia. Como tal, ao longo de um ano letivo, foram investigadas as propriedades e aplicações dos bioplásticos no Clube Ciência Viva na Escola, incentivando-se os alunos e, consequentemente, toda a comunidade escolar a apostar na economia circular e em materiais que melhoram o ambiente, ao invés de o prejudicarem. Será que conseguiram fazer a diferença?

Palavras-Chave: bioplásticos; infância; escola; Ciência Viva; soluções.

Abstract: What if a group of students from a school that no one can point to on the map aimed to solve the bioplastics problem, beginning in early childhood? Bringing Science and Art together, it is possible to create bioplastics that serve as a substitute for the synthetic materials that make up the plastic our society is so dependent on. Therefore, over the course of an academic year, the properties and applications of bioplastics were investigated at the Ciência Viva Club in the School. Students and, consequently, the entire school community were encouraged to bet on a more circular economy and on materials that improve our planet instead of hurting it. But have they been able to make a difference?

Key-Words: bioplastics; childhood; school; Ciência Viva; solutions.

1. Os Bioplásticos

Ao longo da história da Humanidade, milhares de materiais foram inventados e descartados por serem nocivos, por não serem passíveis de se degradar naturalmente, por dependerem de recursos finitos ou por representarem um perigo para o desenvolvimento sustentável das sociedades e dos ecossistemas. Alguns exemplos destes materiais são o DDT¹ (D'amato *et al.*, 2022) e o mercúrio² (Langford & Ferner, 1999). No entanto, o plástico, apesar de preencher todos os critérios acima referidos, não foi, ainda, descartado.

Como se não bastasse, é ainda acrescentada a esta existência amaldiçoada um novo problema: sendo leve, facilmente descartável e poucas vezes reutilizado, o plástico acaba a sua vida a flutuar em oceanos, rios e mares, ao sabor das correntes, de forma bastante literal (ainda que esta seja apenas uma parte do problema, não sendo possível contabilizar a enorme quantidade de plástico que afunda). Conseqüentemente, criam-se cinco grandes giros nos oceanos, nomeadamente, os Giros Subtropicais do Norte e do Pacífico Sul, os Giros Subtropicais do Norte e do Atlântico e o Giro Subtropical do Oceano Índico. Cada um destes «giros» constitui um grande sistema de correntes oceânicas rotativas que são influenciadas pelos ventos, marés, rotação da Terra, geometria costeira e densidade da água e que se vão alterando devido às diferenças de temperatura e salinidade, entre outros fatores. Atualmente, o lixo marinho navega pelo “oceano global” e acumula-se nos Giros Oceânicos. Por causa disto, estes são, também, conhecidos como *sopas de plástico* ou *ilhas de plástico* ou *ilhas de lixo* (Scoton *et al.*, 2021).

¹ O DDT (sigla para diclorodifeniltricloroetano) é conhecido por ser um pesticida usado para combater mosquitos portadores de doenças, como a malária e a dengue, usado desde a Segunda Guerra Mundial. No entanto, foi proibido por causar alterações nas cadeias alimentares existentes ao contaminar os seus intervenientes.

² O mercúrio é um elemento químico que era largamente utilizado em diversos instrumentos, tais como termómetros e barómetros. Foi, no entanto, proibida a sua utilização, recentemente, por causa dos efeitos malignos que advêm da intoxicação por mercúrio.

O plástico torna-se, então, mais um problema do que uma solução. O propósito do plástico sintético, a baquelite, inventado em 1907 por Leo Baekeland (químico belga-americano), é apagado pelos problemas ambientais que o mesmo acarreta. A baquelite, ao contrário do celulóide, que é composto maioritariamente por celulose de origem vegetal, é obtida a partir de fenol e formaldeído. Estes são ingredientes sintéticos líquidos que, ao serem vertidos no interior de um molde, sofrem uma reação química e solidificam, formando uma massa firme. "Nascida do fogo e do mistério", na poética descrição que dela fez a revista *Time*, a baquelite foi um material extremamente bem-sucedido: a sua rigidez, resistência e fino acabamento de superfície permitiu que objetos anteriormente esculpidos em madeira ou noutros materiais rígidos passassem a ser moldados por compressão e, dessa forma, produzidos em massa.

Em virtude disso, o plástico sintético, apesar de ter surgido para fornecer alívio ao mundo natural³, tornou-se, rapidamente, um problema maior do que aquilo que se tinha previsto aquando da sua criação. Prevê-se que, no ano de 2050, a produção de plástico sofra um aumento de 600 milhões de toneladas, elevando o atual número de 400 para 1000.

Nessa perspetiva, tanto a síntese do plástico como a sua própria constituição são nocivas para o planeta Terra e para a vida que nele existe. Além disso, considerando a constituição do plástico, a vida deste pode durar mais de 400 anos. Com efeito, uma garrafa de plástico demora entre 450 e 500 anos a degradar-se "totalmente"⁴. Desta forma, conclui-se que todo o plástico alguma vez criado ainda existe, de uma forma ou de outra.

³ A enorme procura de materiais como o marfim ou a borracha natural, por exemplo, conduziu à sua escassez nos mercados. No final do século XIX, a industrialização e o aumento dos salários fizeram crescer a procura de plásticos naturais e estimularam o interesse por novos materiais que pudessem substituir os materiais provenientes da natureza. Esperava-se, pois, que os primeiros plásticos artificiais, como o *Parkesine* e a caseína, trouxessem algum alívio ao mundo natural.

⁴ Apesar de ainda não haver uma grande variedade de estudos sobre o que ocorre aos micro e nanoplásticos que resultam da desintegração de plásticos, estudos afirmam que já foram encontrados nanoplásticos nos tubos de animais marinhos, mais especificamente o *krill* do Antártico (Dawson, 2018).

Por último, novos estudos demonstram que bactérias que habitam em novos ecossistemas de plástico contaminados por resíduos hospitalares podem adquirir uma maior resistência aos antibióticos, representando um risco acrescentado para a Humanidade (Parthasarathy, 2019).

1.1 Atuar para Mudar

No ano letivo de 2022/2023, seis alunos do curso de Ciências e Tecnologias, do 11.º ano, pertencentes à Escola Secundária da Ramada (ESR), em Odivelas, propuseram-se a resolver o problema apresentado, criando bioplásticos, isto é, plásticos cuja composição permite a sua degradação natural por ação de seres vivos, tais como, bactérias ou fungos. Aliados a doze alunos da ESR do 12.º ano do Curso de Artes Visuais – de forma a desenvolver e estimular a criatividade – e cinco alunos do Projeto Escola Azul da Escola Secundária Josefa de Óbidos e ao *FabLab/BioLab em Lisboa*, criaram bioplásticos.

Os bioplásticos, obtidos a partir de materiais renováveis, surgem em oposição ao plástico convencional, por serem passíveis de se degradarem naturalmente. Alguns exemplos dessas matérias começaram a ser investigados no âmbito dos bioplásticos no século passado, quando se iniciou a exploração de plantas ricas em hidratos de carbono, tais como o amido⁵. De seguida, foi possível começar a incorporar algas e celulose na produção de bioplásticos. Hoje em dia, a pesquisa foca-se em materiais não-alimentares (materiais que não fazem parte das rotinas alimentares dos seres humanos), de forma a não interferir com as cadeias alimentares existentes. Surgem, assim, os bioplásticos à base de casca de ovo, das borras do café e de casca de fruta, entre outros, promovendo o aproveitamento de matérias normalmente descartadas (Li *et al.*, 2022; Boccalon & Gorrasi, 2022; Cecchini, 2017).

⁵ O uso desta matéria remonta ao Antigo Egipto, onde papiros, datados de 4000 a.c., eram elaborados a partir do amido de trigo.

1.2. Mãos na Massa

Várias receitas foram testadas, diferentes materiais foram estudados e experimentados.

O primeiro procedimento resulta da combinação de amido de milho (neste caso encontrado na farinha *Maizena*), glicerina, água e vinagre. Em primeiro lugar, os quatro reagentes são misturados nas proporções estudadas de forma a obter um líquido de cor branca que é, em seguida, aquecido numa frigideira durante cerca de quinze minutos. O resultado é uma “gosma” branca que deve ser posta a secar sobre uma superfície anti-aderente durante vários dias. O segundo procedimento experimentado combinou água, glicerina e agar-agar, seguindo um método similar ao descrito anteriormente. Terminados os processos, obtêm-se filmes de bioplástico com espessuras muito reduzidas como é possível observar nas figuras 1 e 2.



Figura 1. Filme de bioplástico à base de amido de milho com corante alimentar vermelho.



Figura 2. Filme de bioplástico à base de agar-agar com corante alimentar vermelho.

No entanto, vários obstáculos tiveram de ser ultrapassados até se chegar a um resultado viável, ou seja, um filme maleável e pouco quebradiço. O primeiro foi as proporções de cada reagente. Foram, de facto, necessárias várias tentativas até se equilibrar os quatro reagentes. O segundo obstáculo a ultrapassar foram as condições atmosféricas. As condições de secagem do bioplástico são bastante restritas, necessitando de um ambiente frio e seco. De tal maneira, aquando da criação dos primeiros bioplásticos, no final do Outono, várias tentativas falharam devido à presença de humidade.

No entanto, ultrapassadas estas dificuldades, os resultados foram muito melhores do que o esperado, representando alternativas viáveis para o problema do plástico de utilização única. Este tipo de bioplástico pode vir a ser utilizado, eventualmente, para substituir sacos de compras ou de fruta, que são, maioritariamente, sacos de uso único, descartados logo em seguida.

O segundo procedimento experimental inclui cascas de alimentos que fazem parte da dieta humana, tais como ovos, laranjas e café. Juntando à casca de laranja (Figura 3) ou de ovo ou borras de café, reagentes como água, gelatina e glicerina (Figura 4), obtém-se uma pasta que se verte num molde (Figura 5) e é deixada a secar

por alguns dias. Os bioplásticos resultantes deste processo demonstraram ter maleabilidade e resistência suficientes para serem manufacturados e transformados em produtos essenciais (Figura 6).



Figura 3. Casca de laranja desidratada e triturada.



Figura 4. Solução obtida pela mistura dos seguintes reagentes:
água, glicerina, casca de ovo e corante alimentar.



Figura 5. Molde usado para obter copos de bioplástico à base de casca de ovo.



Figura 6. Diferentes bioplásticos à base de casca de ovo produzidos pelos alunos do Clube de Ciência Viva da Ramada.

De facto, alguns destes bioplásticos podem ser utilizados para produção de sementeiras, solas de sapatos e acessórios, tais como malas e bijuteria, e na indústria têxtil.

2. Relação com a Infância

Uma criança. Um quadro branco e uma coleção de marcadores à disposição. Liberdade para a formar, para a criar, para a educar. Para a ensinar nos caminhos que deve seguir, para a educar naquilo que deve ou não fazer. Uma criança é um pilar da sociedade, um vislumbre para um futuro próximo. A forma como é educada, os ensinamentos que lhe são dados, dirigem o barco em que toda a Humanidade se encontra.

Desta forma, o Clube Ciência Viva da ESR apostou na formação de alunos capazes e instruídos, apoiando projetos interdisciplinares tal como a investigação dos bioplásticos. Além desta, apoiou outras iniciativas que visaram formar cidadãos ativos na sociedade em que se inserem, entre elas, a participação no 35.º Congresso da Associação de Professores de Expressão e Comunicação Visual “Gota a Gota: Estórias das Artes na Educação”, integrando a primeira Bienal Cultura e Educação, bem como a escrita e concretização de uma peça de teatro sobre a “amizade” entre a Ciência e a Arte, intitulado “Ciência e Arte: Uma Amizade Improvável”.

No entanto, estes projetos não foram somente atividades que ensinaram os alunos novos modos de conhecimento sobre matérias pertencentes à Escola, tais como a Biologia, a Física ou a Química, mas, ainda, desenvolveram a capacidade dos alunos de encontrar soluções criativas e ecológicas, encorajando-os a expressar as suas ideias nos mais diversos contextos. Segue-se um pequeno testemunho do aluno Guilherme Sales do 11.ºA, participante do Clube Ciência Viva na Escola há dois anos:

“No ano letivo de 2021/22, no dia da Escola Aberta, dinamizámos uma sessão de teatro para crianças de um infantário próximo da nossa escola. No ano letivo seguinte, eu e os meus colegas focámo-nos na pesquisa e desenvolvimento de bioplásticos. Em outubro, fizemos o primeiro protótipo de um bioplástico, que consistia num filme fino feito à base de água, amido de milho, vinagre e glicerina. Até dezembro, experimentámos diversas receitas, até que obtivemos resultados espantosos e muito além das nossas expectativas,

considerando todos os obstáculos que enfrentámos. Depois, surgiu-nos um novo desafio: criar bioplásticos à base da casca do ovo, material que encontramos no nosso quotidiano. Em março, visitámos o *Biolab/Fablab*, em Lisboa, o que aguçou a nossa vontade de explorar a produção dos bioplásticos. Na verdade, ficámos tão animados, que, no espaço de dois meses, recolhemos cerca de 10 quilogramas de casca de ovo no nosso concelho!"

O aluno Rafael Lopes, do 11.ºA, deixou, também, um pequeno testemunho:

“Para mim, o Clube Ciência Viva foi uma aventura desde o início. Desde o momento em que fui convidado pela professora Andreia Duarte a participar, eu soube que me aguardavam muitas experiências divertidas e interessantes e, principalmente, muitos momentos de aprendizagem únicos. O que mais me marcou, nestes dois anos em que participei nesta aventura, foi, sem dúvida, a possibilidade de aprender tanto, ao lado dos meus colegas e amigos, sabendo que todos aqueles que lá se encontravam também se estavam a divertir tanto quanto eu. Para isto, foi fundamental a professora que tivemos, que nos ajudou a compreender melhor todos os passos necessários, mas que, mesmo assim, nos deu a liberdade criativa para conseguirmos descobrir o nosso próprio caminho e chegar às melhores conclusões. É verdade que enfrentámos dificuldades, que o laboratório não teve sempre as condições ideais e que tivemos que empenhar muito do nosso tempo livre? Sim, é verdade. Mas também é verdade que o fizemos de bom grado, e que todas as dificuldades foram ultrapassadas, com trabalho árduo e a dedicação de todos. E, no fim, aquilo que eu mais guardo é a certeza de que o Clube Ciência Viva me tornou não só num cientista melhor, mas também numa pessoa melhor. Mal posso esperar pelo próximo ano e pelos projetos únicos que me esperam!”

2.1. Bioplásticos na Infância

Já pararam para olhar para os brinquedos das crianças? Qual é o principal componente? Não é preciso resposta, pois toda a gente sabe qual é: plástico. Uns podem agora inserir aqui contra-argumentos, tais como: “Mas há brinquedos de madeira ou de papel!”. Pois, talvez tenham razão. No entanto, nenhum dos materiais aqui referidos é sustentável, pois tornam a destruição do planeta necessária, apenas um meio para atingir um fim.

Por exemplo, pense-se numa *Barbie*, um brinquedo bastante popular, tanto com raparigas, como com rapazes. De facto, pense-se no plástico que se gasta nas embalagens, nos combustíveis fósseis que são queimados para as produzir, no transporte e nos recibos de papel quando são vendidas. Isto, claro, além dos próprios químicos usados na constituição dos brinquedos, altamente nocivos para as crianças (Becker *et al.*, 2010). Realmente, se pararmos para pensar a fundo sobre a origem de tudo aquilo que usamos, perceberemos que nada é aquilo a que a sociedade gosta de chamar de “eco-friendly”.

Mas, e se fosse possível fazer deste processo (a criação de brinquedos), um processo sustentável, na sua totalidade (admitindo que continuará a haver consequências para o meio ambiente)? Se fosse possível criar brinquedos cuja existência é, no geral, vantajosa, não só para a criança, mas também para a proteção do ambiente? Não só para a criança naquele momento, mas para o seu futuro como cidadã da Terra?

Imaginem as formas de caranguejo, de concha, de coral que as crianças usam quando vão brincar para a praia e construir castelos na areia. Agora pensem em como elas estão sempre a perdê-las, enterradas na areia que o vento transportou, para algum animal as encontrar. Conclui-se que, daqui a meio milénio, quando os nossos nomes já não tiverem grande significado, ainda vão estar aqui na Terra aquelas formas que perdemos em crianças.

E se as formas fossem feitas de bioplásticos? Se fosse possível que, em vez de poluir o planeta, elas servissem para preservar a biodiversidade que nele existe? De facto, os principais componentes da casca do ovo são o carbonato de cálcio, elemento que constitui as carapaças de alguns crustáceos, por vezes degradadas devido à acidificação das águas do mar. Exemplificando: e se a decomposição das formas feitas à base da casca de ovo providenciasse os minerais necessários para a

renovação das carapaças destes crustáceos, alimentando a biodiversidade em vez de a estrangular?

Anualmente, na União Europeia, a demanda por fraldas descartáveis excede os 20 mil milhões de unidades (Mendonza *et al.*, 2019). Além disso, as fraldas representam um grande perigo para a saúde pública, por contribuírem para o aumento de excreções humanas na totalidade de desperdício sólido. Efetivamente, os bebês são os maiores responsáveis pelo transporte de vírus (Peterson, 1974). Mas, e se, hipoteticamente, as fraldas fossem feitas de bioplásticos? Ou seja, materiais que, além de serem benéficos para o ambiente por resultarem da reutilização de desperdício, são benéficos para o bebê, por não dependerem de químicos que lhe são nocivos.

Imagine-se, no entanto, fraldas que são produzidas através do cultivo de milho e batata, por exemplo, que retiram gases que são responsáveis pelo efeito estufa da atmosfera e servem de habitat e alimento para vários seres vivos. Fraldas cujas tintas são feitas à base de água ou de pigmentos, como se fazia antigamente, antes da industrialização de tudo. Ou fraldas que, quando descartadas, se degradam naturalmente, desaparecendo da face da Terra antes de sequer chegarmos à idade adulta.

3. Conclusão

A sociedade em que estamos inseridos depende, grandemente, de materiais que põem em risco a saúde do planeta em que vivemos. Quer seja plástico, papel, vidro, quase todos os materiais que usamos danificam o planeta em que as futuras gerações vão habitar.

No entanto, com o desenvolvimento de tecnologias, várias soluções têm surgido, entre elas algumas das que foram discutidas nesta exposição. Sejam ideias que soam demasiado complicadas para serem postas em prática, como os bioplásticos, ou ideias que não requerem assim tanto de nós, como as fraldas de milho e batata, a verdade é que todos podemos contribuir para a restauração da Terra. Mas não só. A educação que damos às crianças de hoje em dia ditam o rumo que a Humanidade um dia vai tomar.

O trabalho que foi desenvolvido sobre os bioplásticos pelo Clube Ciência Viva na Escola e as aplicações que este terá (nos brinquedos e nas fraldas)

farão com que seja possível que os desperdícios normalmente deixados em aterros ou no mar passem a ser reutilizados e integrados na Natureza. Foi este o contributo que este grupo de alunos quis deixar.

Então, aquilo que estes alunos fizeram este ano não foi em vão. Foi pequeno? Sem dúvida, quase circunscrito a uma pequena cidade nos arredores de Lisboa. Mas inútil não foi. Porque cada pedaço de plástico que é substituído por bioplástico traduz-se numa integração na Natureza e não na destruição da mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Becker, M., Edwards, S., & Massey, R. I. (2010). Toxic chemicals in toys and children's products: limitations of current responses and recommendations for government and industry. *Environmental science & technology*, 44(21), 7986-7991.

Boccalon, E., & Gorrasi, G. (2022). Functional bioplastics from food residual: Potentiality and safety issues. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(4): 3177-3204.

Cecchini, C. (2017). Bioplastics made from upcycled food waste. Prospects for their use in the field of design. *The Design Journal*, 20 (sup1), S1596-S1610.

D'amato, C., Torres, J. P., & Malm, O. (2002). DDT (*dicloro difenil tricloroetano*): *toxicidade e contaminação ambiental-uma revisão*. *Química Nova*, 25: 995-1002

Dawson, A. L., Kawaguchi, S., King, C. K., Townsend, K. A., King, R., Huston, W. M., & Bengtson Nash, S. M. (2018). Turning microplastics into nanoplastics through digestive fragmentation by Antarctic krill. *Nature communications*, 9(1), 1001.

Langford, N. J., & Ferner, R. E. (1999). Toxicity of mercury. *Journal of human hypertension*, 13(10): 651-656.

Li, H., Zhou, M., Mohammed, A. E. A. Y., Chen, L., & Zhou, C. (2022). From fruit and vegetable waste to degradable bioplastic films and advanced materials: a review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 30: 100859.

Mendoza, J. M. F., Popa, S. A., D'aponte, F., Gualtieri, D., & Azapagic, A. (2019). Improving resource efficiency and environmental impacts through novel design and manufacturing of disposable baby diapers. *Journal of Cleaner Production*, 210: 916-928.

Peterson, M. L. (1974). Soiled disposable diapers: a potential source of viruses. *American Journal of Public Health*, 64(9): 912-914.

Parthasarathy, A., Tyler, A. C., Hoffman, M. J., Savka, M. A., & Hudson, A. O. (2019). Is plastic pollution in aquatic and terrestrial environments a driver for the transmission of pathogens and the evolution of antibiotic resistance? *Environ. Sci. Technol*, 53, 4: 1744–1745

Scoton, S., de Castro Corrêa, G., & Pérez, D. V. (2021). A Poluição oceânica por plástico e as políticas públicas brasileiras relacionadas ao objetivo de desenvolvimento sustentável 14. *Revista da EGN*, 27(3): 537-574.

Agradecimentos

Um especial agradecimento aos meus colegas do Clube Ciência Viva da Escola Secundária da Ramada Guilherme Sales e Rafael Lopes, pela partilha dos seus testemunhos e pela ajuda prestada na revisão do artigo.

Ao Diretor do *FabLab/BioLab*, Dr. Rafael Calado, pela cedência das instalações e partilha de materiais e à Dra. Margarida Lopes da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa pela preciosa colaboração e partilha de conhecimento científico.

À professora Maria João Amaro, coordenadora do projeto Escola Azul da Escola Secundária Josefa de Óbidos, pela valiosa parceria e participação ativa neste projeto.