

**MICROPLÁSTICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS:  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE ESTRATÉGIAS  
PEDAGÓGICAS, ABORDAGENS AMBIENTAIS E  
LACUNAS RELACIONADAS À SAÚDE HUMANA**

**MICROPLÁSTICOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS  
CIENCIAS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE  
ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS, ENFOQUES  
AMBIENTALES Y VACÍOS RELACIONADOS CON LA  
SALUD HUMANA**

**MICROPLASTICS IN SCIENCE EDUCATION: A  
LITERATURE REVIEW ON PEDAGOGICAL  
STRATEGIES, ENVIRONMENTAL APPROACHES,  
AND GAPS RELATED TO HUMAN HEALTH**

DOI: [doi.org/10.31692/2595-2498.v8i3.308](https://doi.org/10.31692/2595-2498.v8i3.308)

**Reynan Lucas de Lima Gomes**

Mestrando em Ensino das Ciências – Universidade Federal Rural de Pernambuco, reynan.lucas@ufrpe.br

**Eduardo Henrique da Silva Melo**

Mestrando em Educação – Universidade Federal de Pernambuco, eduardo.henrique@ufpe.br

**Eduardo José da Silva**

Mestrando em Ensino das Ciências – Universidade Federal Rural de Pernambuco, eduardo.jose2@ufrpe.br

**José Carlos Amaro da Silva**

Licenciando em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Pernambuco, carlos.amaro@ufpe.br

**Ricardo Ferreira das Neves**

Doutor em Ensino das Ciências e Matemática - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
ricardo.fneves2@ufpe.br



**RESUMO**

O consumo intensivo de plásticos e a consequente formação de microplásticos configuram-se como um dos principais problemas ambientais e de saúde pública da atualidade. Essas partículas, menores que 5 mm, estão amplamente dispersas em água, solo, ar e alimentos, sendo já identificadas em órgãos humanos como fígado, pulmões, placenta e leite materno. Apesar disso, a abordagem da temática no Ensino de Ciências permanece centrada em aspectos ambientais, com pouca ênfase em seus impactos à saúde humana. Este trabalho apresenta uma revisão de literatura qualitativa e documental, baseada em teses, dissertações e artigos publicados nos últimos cinco anos em bases como SciELO, Capes e Google Scholar. A análise de conteúdo de Bardin (2016) revelou 11 trabalhos que tratam de microplásticos no contexto educacional. Observou-se que a maioria das propostas privilegia a conscientização ambiental, por meio de sequências didáticas, recursos didáticos e métodos como os três momentos pedagógicos, mas articula raramente a problemática aos riscos sanitários. Conclui-se que há uma lacuna significativa na inserção da dimensão da saúde humana nos materiais e práticas pedagógicas, limitando a formação crítica dos estudantes. Defende-se, portanto, a necessidade de integrar ciência, saúde e meio ambiente para ampliar a compreensão social sobre os microplásticos e seus impactos.

**Palavras-chave:** Educação Ambiental; Sustentabilidade; Polímeros sintéticos; Educação científica.

**RESUMEN**

El uso intensivo de plásticos y la consecuente formación de microplásticos se han convertido en uno de los principales problemas ambientales y de salud pública en la actualidad. Estas partículas, menores de 5 mm, están ampliamente dispersas en agua, suelo, aire y alimentos, y ya se han detectado en órganos humanos como el hígado, los pulmones, la placenta y la leche materna. A pesar de ello, el enfoque de esta temática en la Educación en Ciencias sigue centrado principalmente en aspectos ambientales, con poca atención a sus impactos sobre la salud humana. Este trabajo presenta una revisión cualitativa y documental de la literatura, basada en tesis, disertaciones y artículos publicados en los últimos cinco años en bases de datos como SciELO, Capes y Google Scholar. El análisis de contenido (Bardin, 2016) reveló 11 trabajos que abordan los microplásticos en el contexto educativo. La mayoría de las propuestas se enfocan en la concienciación ambiental mediante secuencias didácticas, recursos educativos y métodos como los Tres Momentos Pedagógicos, conectando raramente el tema con los riesgos sanitarios. Se concluye que existe una brecha significativa en la inclusión de la dimensión de salud humana en los materiales y prácticas pedagógicas, limitando la formación crítica de los estudiantes. Por lo tanto, es esencial integrar ciencia, salud y medio ambiente para ampliar la comprensión social sobre los microplásticos y sus impactos.

**Palabras clave:** Educación Ambiental; Sostenibilidad; Polímeros sintéticos; Educación científica.

**ABSTRACT**

The intensive use of plastics and the consequent formation of microplastics have become one of the main environmental and public health problems today. These particles, smaller than 5 mm, are widely dispersed in water, soil, air, and food, and have already been detected in human organs such as the liver, lungs, placenta, and breast milk. Despite this, the topic's approach in Science Education remains primarily environmental, with little emphasis on its impacts on human health. This study presents a qualitative and documentary literature review, based on theses, dissertations, and articles published in the last five years in databases such as SciELO, Capes, and Google Scholar. Content analysis (Bardin, 2016) revealed 11 works addressing microplastics in the educational context. Most proposals focus on environmental awareness through didactic sequences, teaching resources, and methods like the Three Pedagogical Moments, rarely connecting the issue to health risks. It is concluded that there is a significant gap in integrating human health into educational materials and practices, limiting students' critical formation. Therefore, integrating science, health, and the environment is essential to broaden social understanding of microplastics and their impacts.

**Keywords:** Environmental Education; Sustainability; Synthetic Polymers; Science Education.

## INTRODUÇÃO

A intensificação do consumo de plásticos consolidou este material como um dos símbolos mais evidentes no cotidiano da sociedade contemporânea. Segundo *Plastics Europe* (2022), nas últimas décadas a produção global de plásticos apresentou um crescimento expressivo, passando de 225 milhões de toneladas em 2004, para 390 milhões em 2021, sendo que somente 32 milhões de toneladas correspondem a plásticos reciclados. Isso é acarretado principalmente por seu baixo custo e versatilidade, sendo usados em vários setores como embalagens e produtos descartáveis até equipamentos hospitalares e componentes tecnológicos. De acordo com *Chang et al.* (2020), sua resistência e o aumento de sua produção configura um problema ecológico ambiental, marcado pelo acúmulo de lixo plástico no ambiente e a consequente contaminação.

Nesse cenário, emergem os microplásticos, um dos principais poluentes ambientais, despertando grande atenção da comunidade científica e da sociedade. Eles apresentam tamanho que varia entre 0,001 mm e 5 mm, cujos fragmentos que se derivam dos plásticos ao longo do tempo ou são produzidos intencionalmente. Segundo *Lima e Perfatti* (2024), por serem microscópicos são dispersados facilmente no ambiente, além de serem de difícil identificação.

Inicialmente, os microplásticos foram estudados principalmente por seus impactos ecológicos, sobretudo em ambientes marinhos, como a contaminação de organismos aquáticos e os efeitos na biodiversidade. Nos últimos anos, contudo, tem-se evidenciado também o risco que representam à saúde humana, devido à sua presença em águas doces, alimentos, ar e até mesmo em água potável, conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019). Além da contaminação ambiental, já foram constatados impactos diretos na saúde humana, uma vez que essas partículas são detectadas na placenta e no leite materno (*Rassuga et al.*, 2021; 2022), bem como no fígado e no cérebro (*Cruz; Almeida*, 2023). A OMS (2022) reconhece, ainda, a necessidade de aprofundar os estudos acerca da absorção, distribuição e toxicidade dos microplásticos no corpo humano.

Apesar do avanço nas pesquisas na área da saúde, a abordagem dos microplásticos na educação, principalmente no Ensino de Ciências, não é muito evidenciada e majoritariamente restrita às perspectivas ambientais. A literatura relaciona a temática a preservação da biodiversidade, poluição oceânica e ações de reciclagem, sem explorar diretamente os impactos dessas partículas na saúde humana. Essa lacuna é significativa, pois os microplásticos representam uma problemática transversal e global, com forte articulação entre a ciência, saúde, meio ambiente e sociedade.

A ausência de uma abordagem que contemple a dimensão sanitária dos microplásticos, indica um descompasso entre o avanço das pesquisas científicas e as práticas pedagógicas. Temas que circundam as problemáticas acarretadas por essas partículas permanecem fora do repertório escolar, mesmo sendo altamente relevantes para a formação crítica e cidadã dos estudantes.

Nesse contexto, a pesquisa tem como objetivo realizar uma revisão da literatura, com ênfase em trabalhos que articulem atividades voltadas ao Ensino de Ciências, a temática microplástico e a saúde humana. Desse modo, entendemos que a pesquisa oportuniza que profissionais da educação conheçam as lacunas e aprofundem essa temática pouco difundida no âmbito educacional.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **NATUREZA DOS MICROPLÁSTICOS E SUA DISPERSÃO NO AMBIENTE**

Conforme explicado por Marques e Marques (2022), o descarte inadequado dos plásticos no ambiente favorece sua fragmentação em pequenas partículas denominadas microplásticos, quando possuem menos de 5mm e nano plásticos quando possuem menos de 1  $\mu$ m (Zhang; Wang; Chen, 2022). Os microplásticos primários são produzidos principalmente por processos industriais intencionais, em formatos como esferas plásticas, destinados ao derretimento e moldagem (Frigo *et al.*, 2024). Ainda destacam que a fragmentação desse componente acarreta outro estágio desses materiais: os microplásticos secundários. Esse processo é intensificado por fatores naturais, como a exposição à radiação UV, o vento e as ações das ondas (Welden; Lusher, 2020), que provocam a quebra mecânica desses materiais.

Além disso, Azevedo e Herbst (2022) abordam que essas partículas podem ter diversas origens, incluindo o uso de pellets industriais, o descarte inadequado de resíduos, a presença desses componentes em produtos de higiene pessoal “desodorantes, xampus, condicionadores, cremes antirrugas, hidratantes, *spray* para cabelos, máscaras faciais e produtos de cuidados de bebês” (Rocha, Santos e Taketani, 2021, p. 51), liberação de fibras sintéticas durante a lavagem de roupas e ainda o uso de tintas à base de látex ou acrílicas, que contribuem para a dispersão destas partículas no ambiente e por conseguinte, podem se inserir nas cadeias alimentares, afetando animais e plantas. De acordo com Frigo *et al.* (2024), essas partículas estão amplamente disseminadas no ambiente, encontrados em ecossistemas de água doce, na atmosfera e no solo.

Em contrapartida, os estudos voltados à detecção desses componentes nos ambientes enfrentam diversos desafios. Pompêo, Borges e Paiva (2022) discutem que esses obstáculos

decorrem, principalmente, da ausência de protocolos padronizados para coleta, processamento e análise. Ainda há necessidade de metodologias adequadas, consideração das especificidades ambientais e uso combinado de análises físicas e químicas. Além disso, a presença de microplásticos nos ecossistemas pode acarretar processos de bioacumulação. Devido à sua resistência aos processos metabólicos, essas partículas permanecem disponíveis em diferentes organismos e, dependendo de sua distribuição ao longo dos níveis tróficos, também podem ser biomagnificados (Montagner *et al.*, 2021).

Esses materiais também atuam como vetores de poluentes, absorvendo substâncias tóxicas como metais pesados e compostos orgânicos persistentes, potencializando seus impactos ecológicos e toxicológicos. Paula *et al.* (2024) ressaltam que os microplásticos não se restringem a polímeros puros, constituindo-se, na realidade, de uma matriz complexa que incorpora diversas moléculas orgânicas e metais. Além disso, os plásticos comerciais apresentam aditivos que, por não estarem covalentemente ligados à estrutura polimérica, podem desprender-se, conseqüentemente, liberando-se no ambiente ou até mesmo alcançando tecidos biológicos.

## **MICROPLÁSTICOS E SAÚDE HUMANA**

Nas últimas duas décadas, a presença onipresente de plásticos e conseqüentemente de microplásticos em diferentes compartimentos ambientais, deixou de ser somente uma questão ecológica para tornar-se uma preocupação emergente para a saúde humana. Inicialmente, as pesquisas concentraram-se na contaminação de ecossistemas marinhos e em seus efeitos sobre a fauna aquática. Vieira (2025) discute que, devido às suas dimensões extremamente reduzidas, os microplásticos acabam sendo ingeridos por uma ampla gama de organismos marinhos, abrangendo desde plânctons até grandes mamíferos.

Além disso, os plásticos estão presentes em alimentos de consumo cotidiano, Jadhav *et al.* (2021) apontam que podem ingressar na alimentação humana durante o processo de acondicionamento dos alimentos, sobretudo, por meio de embalagens plásticas como garrafas, caixas, copos e sacos. Entretanto, o maior risco da contaminação por materiais plásticos está relacionado com as principais partículas originadas por eles, os microplásticos (Cverenkárová *et al.*, 2021), essa constatação deslocou o foco científico para uma questão mais ampla: a inevitabilidade da exposição humana.

Nesse contexto, a população humana pode ser exposta a essas partículas por diversas vias. Segundo Frigo *et al.* (2024), esses contaminantes atingem a água doce, o ar e o solo, e já foram identificados em frutos-do-mar, saquinhos de chá, bebidas engarrafadas e diversos

outros alimentos. As principais vias de entrada dos microplásticos no corpo humano são a ingestão, a inalação e o contato dérmico.

Nessa perspectiva, Ragusa *et al.* (2022) apontam que, diante da estimativa de ingestão anual de 39 a 52 mil microplásticos por pessoa, a ingestão é considerada a principal via de exposição. Após a absorção intestinal, essas partículas podem entrar no sistema circulatório e se depositar em órgãos como intestino, fígado, rim, placenta, leite materno e cérebro (Cruz; Almeida, 2023; Frigo *et al.*, 2024; Rassuga *et al.*, 2021; 2022).

A inalação é considerada outra via relevante de exposição, uma vez que partículas em suspensão no ar podem ser aspiradas diariamente. Frigo *et al.* (2024) estimam que uma pessoa pode inalar cerca de 272 microplásticos por dia, demonstrando a importância dessa via. Uma vez depositadas nos pulmões, essas partículas podem desencadear processos inflamatórios, irritações nos tecidos respiratórios e, em alguns casos, serem internalizadas por macrófagos, permitindo sua passagem para a circulação sanguínea ou para os sistemas linfáticos, ampliando o potencial de distribuição sistêmica desses contaminantes no organismo. Embora as vias dérmicas não sejam uma grande preocupação, Gautam *et al.* (2022) ressaltam que, microplásticos com dimensões inferiores a 100 nm têm potencial para atravessar a barreira cutânea, uma vez que estão presentes em cosméticos e produtos de higiene (Campanale *et al.*, 2020).

Diante dessas questões, os microplásticos configuram-se como um problema emergente de saúde pública. As estratégias preventivas envolvem investimentos em pesquisas sobre seus possíveis impactos genéticos (UNEP, 2023), a regulamentação de aditivos tóxicos, como o BPA e os ftalatos (WHO, 2022), e sobretudo, a implementação de políticas voltadas para a redução do uso de plásticos descartáveis (OECD, 2022). Tais medidas incluem também o aprimoramento do tratamento de água e esgoto e o fortalecimento de regulamentações sobre aditivos tóxicos em plásticos. Ao mesmo tempo, recomenda-se o investimento em pesquisas longitudinais e multidisciplinares, capazes de estabelecer relações causais entre a exposição a microplásticos e potenciais impactos na saúde, oferecendo bases sólidas para políticas de mitigação e proteção da população.

## **METODOLOGIA**

Para esta pesquisa, desenvolvemos uma abordagem qualitativa, do tipo documental. Como destacam Lüdke e André (2018, p. 38), “[...] pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja completando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema”. Assim, buscamos

compreender como os microplásticos são abordados no Ensino de Ciências.

A análise dos dados foi realizada por meio da Análise de Conteúdo de Bardin (2016), estruturada em três etapas: I) pré-análise, II) exploração do material e III) tratamento e análise, para investigar a presença ou ausência do enfoque em saúde humana nas atividades educativas encontradas.

**Etapa I – pré-análise:** foi realizada a seleção e organização do estado da arte, composto por teses, dissertações e artigos científicos encontrados em periódicos como SciELO, Capes, Google Scholar e Base de Teses e Dissertações (BDTD), além de trabalhos apresentados em anais de eventos como CONEDU, COINTER e ENEBIO. A busca foi direcionada por palavras-chave como: microplásticos e saúde humana, microplástico no ensino de ciências e microplásticos e poluição ambiental, considerando os trabalhos publicados nos últimos cinco anos.

**Etapa II – exploração dos materiais:** foi realizada a leitura minuciosa dos documentos selecionados, classificando as informações em categorias, baseadas em Luke e André (2018, p. 50), os quais afirmam que “a construção de categorias não é tarefa fácil. Elas são construídas num primeiro momento do arcabouço teórico [...], vão se modificando num processo dinâmico [...], em que originam novas concepções e conseqüentemente, novos focos de interesse”.

Portanto, emergiram a *posteriori* as categorias de análise, nas quais foram classificadas, e posteriormente analisadas. Desse modo, conseguimos focar em pontos específicos de abordagens desses materiais. Analisando a classificação desses quanto aos: objetivos educacionais, metodologia utilizada, público-alvo, contexto de aplicação e abordagem do tema microplásticos e saúde humana.

**Etapa III – tratamento e análise:** os dados foram organizados a partir das categorias previamente definidas, permitindo compreender de que maneira os trabalhos selecionados abordam a relação entre microplásticos e saúde humana, evidenciando tendências, lacunas e possibilidades de aplicação no Ensino de Ciências.

Dessa forma, a análise possibilitou a identificação de como o tema "microplásticos e saúde humana" é tratado nas propostas educativas, bem como os desafios e potencialidades para sua inserção no contexto do Ensino de Ciências.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste artigo foram obtidos com base nos filtros de pesquisa descritos na metodologia, considerando como principais critérios a data de publicação e as palavras-chave

utilizadas. Inicialmente, foram encontrados 32 trabalhos e, após a leitura detalhada dos títulos e resumos, somente 11 se enquadram nos objetivos desta revisão. Observou-se que, embora o tema microplásticos esteja sendo explorado em contextos educativos, a abordagem permanece predominantemente associada à dimensão ambiental. A maioria das propostas relaciona a temática aos impactos ecológicos e à educação ambiental, enquanto poucas estabelecem conexões diretas com a saúde humana.

A seguir, o Quadro 1 apresenta a lista de trabalhos analisados, destacando seus autores e ano de publicação.

**Quadro 1** - Lista de documentos selecionados.

<b>Documentos</b>	<b>Títulos dos documentos</b>	<b>Autor(es)/ano</b>
1	<i>Microplásticos: abordagem do tema no Ensino Médio</i>	Seribeli; Sousa, 2025
2	<i>Uso do álbum didático “Ecosistema de plástico” como um recurso voltado para educação ambiental dos estudantes do ensino básico</i>	Silva; Ferreira; Matos, 2025
3	<i>Os efeitos dos microplásticos</i>	Lima; Perfatti, 2024
4	<i>Ensino investigativo para os anos finais do Fundamental sobre as consequências dos microplásticos nos oceanos</i>	Schaurich, 2024
5	<i>Está chovendo microplásticos! E agora?</i>	Azevedo; Herbst, 2022
6	<i>Plásticos e microplásticos como tema gerador no ensino de polímeros sob o prisma da sustentabilidade</i>	Azevedo, 2022
7	<i>Microplásticos: uma abordagem prática para produção de plástico biodegradável como estratégia de educação ambiental no Ensino Básico</i>	Silveira, 2022
8	<i>A ciência cidadã na promoção da consciencialização químico ambiental dos alunos, no contexto da poluição marinha por (micro)plásticos</i>	Araújo; Marais; Paiva, 2022
9	<i>Contaminação invisível – uma proposta para divulgação e visibilidade aos microplásticos</i>	Carvalho, 2022
10	<i>Plásticos e microplásticos: proposta de atividades para o Ensino Médio baseada na abordagem CTS</i>	Melo, 2022
11	<i>Microplásticos e o Ensino de Química: análise</i>	Rosa, 2021



	<i>de uma sequência didática para identificar a alfabetização científica</i>	
--	------------------------------------------------------------------------------	--

**Fonte:** Própria (2025).

Com base nos 11 trabalhos selecionados, foi realizada uma categorização considerando a abordagem principal, o público-alvo e a metodologia adotada. O Quadro 2 apresenta a distribuição dessas produções, evidenciando como os microplásticos vêm sendo explorados no ensino de Ciências.

**Quadro 2** - Classificação dos documentos segundo a abordagem da temática microplásticos.

<b>Documentos</b>	<b>Objetivo Educacional</b>	<b>Metodologia Utilizada</b>	<b>Público-alvo</b>	<b>Abordagem do tema (Ambiental e de Saúde Humana)</b>
1	Introduzir o conceito de microplásticos em aulas de Ciências	Sequência Didática	Ensino Médio	Ambiental
2	Sensibilizar alunos sobre poluição por plásticos	Recurso Didático	Ensino Fundamental	Ambiental
3	Explorar impactos dos microplásticos	Revisão Teórica	Ensino Fundamental II	Ambiental e Saúde Humana, menções pontuais
4	Desenvolver pensamento crítico sobre poluição	Investigação	Ensino Fundamental II	Ambiental
5	Estimular debate sobre poluição atmosférica	Estudo de Caso	Ensino médio	Ambiental e Saúde Humana, pequena menção
6	Trabalhar química dos polímeros	Abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)	Ensino Médio	Ambiental
7	Incentivar práticas sustentáveis	Oficina	Ensino Médio	Ambiental
8	Envolver alunos em ciência cidadã	Projeto	Ensino Médio	Ambiental
9	Divulgar a problemática dos microplásticos	Campanha Educativa	Ensino Fundamental e Médio	Ambiental e Saúde Humana, pequena menção
10	Aplicar abordagem CTS sobre plásticos	Sequência Didática	Ensino Médio	Ambiental

11	Promover alfabetização científica	Sequência Didática	Ensino Médio	Ambiental
----	-----------------------------------	--------------------	--------------	-----------

Fonte: Própria (2025).

O conhecimento é composto também pelas experiências de vida do indivíduo, algo que é intrínseco ao ser humano. Dessa forma, ao criar intervenções ou estratégias didáticas para promover algum tipo de aprendizado é importante haver o resgate e a valorização dos saberes dos estudantes envolvidos (Gonçalves; Carmo, 2022). Nesse aspecto, é importante já mencionar os trabalhos de Schaurich (2024), Azevedo e Herbst (2022) e Silveira (2022), que antes das intervenções, iniciaram as pesquisas com a avaliação diagnóstica, direcionando assim os objetivos específicos das etapas seguintes da sua sequência didática ou estratégia de ensino. Como o tema sobre a decomposição do plástico e microplástico é amplo, os estudos trouxeram diferentes aspectos sobre o conteúdo, mas todos com objetivo central de conscientizar sobre a conservação do meio ambiente e as atitudes humanas frente a estas problemáticas. Assim, para melhor compreensão dos resultados deste trabalho, uma síntese das intervenções e seus resultados foram divididos em sequência didática, utilização e produção de recursos didáticos.

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática é definida como uma sequência de etapas que objetiva a construção de conhecimento ou desenvolvimento de habilidade de modo progressivo e ordenado por meio do ensino e aprendizagem. A forma que ela acontece depende do tema, objetivo e pode envolver diversos tipos de estratégias didáticas (Faria; Ramos; Coltri, 2021).

Seribeli e Sousa (2025), por exemplo, trouxeram o relato de experiência, a partir de vivências experienciadas com três atividades práticas, cujo objetivo e etapas foram a identificação de microplásticos em produtos comerciais, coleta de amostras de areia de rios e identificação de fibras sintéticas de roupas com estudantes do ensino básico. As atividades estimularam a educação científica, reconhecimento e análise de microplásticos em diferentes contextos ambientais e domésticos.

O relato trouxe uma grande contribuição para o ensino básico, uma vez que expôs a realidade dos microplásticos e a rotina cotidiana, como a presença deles em itens básicos, como os de uso pessoal, as roupas e nos sedimentos dos rios. Dentre as discussões envolvidas no trabalho com a saúde humana, demonstra preocupação com a proximidade dos microplásticos com os humanos, como a presença deles nos cosméticos, aumentando assim a exposição aos humanos. Embora o objetivo do trabalho seja uma visão mais ampla, eles

trazem pontos que discutem a presença desses poluentes na cadeia alimentar dos animais, inclusive dos seres humanos.

No âmbito das discussões acerca das sequências didáticas, Schaurich (2024) apresenta uma proposta de sequência didática que incorpora múltiplas estratégias pedagógicas, evidenciando a eficácia da diversidade metodológica adotada. Ele traz em todo o trabalho uma reflexão sobre a responsabilidade das atitudes humanas junto ao meio ambiente e a saúde como resultado destas atitudes. Dentre as estratégias da sequência, houve inicialmente a aplicação de um questionário com uma pergunta objetiva e quatro dissertativas para diagnosticar o conhecimento dos estudantes do ensino fundamental sobre a temática; seguida da construção de uma nuvem de palavras mediante um recurso tecnológico on-line, a fim de compreender os principais tópicos sobre o tema aos quais os alunos relacionam com os microplásticos. Após isso, foi realizada uma aula expositiva-dialogada, construída a partir da percepção do autor nas etapas anteriores, a fim de sanar e preencher lacunas sobre esse tema.

Seguida da apresentação de um documentário, e a realização de discussões sobre como os microplásticos afetam o ecossistema marinho e os seres humanos. Após isso, foram apresentadas imagens para estimular a reflexão sobre a condição dos oceanos em decorrência do lixo, seguido da apresentação de vídeos também sobre a temática, sendo proposto aos alunos a construção de um painel contendo embalagens e o tempo de cada tipo de material.

O estudo também descreve que os alunos realizaram o cálculo individual da pegada ecológica em um site e, posteriormente, participaram de uma demonstração prática utilizando um sabonete, a fim de evidenciar a presença de microplásticos nesse produto. A atividade foi conduzida a partir da questão norteadora: *'Há microplásticos em nosso sabonete?'*. Schaurich (2024) aponta um baixo nível de conhecimento dos alunos sobre o tema, embora reconhecessem o microplástico como 'vilão', sendo considerado um agente poluidor.

A sequência apresentou efeitos positivos, aumentando o conhecimento dos alunos sobre as consequências ecológicas. Schaurich (2024) relata ainda, a importância das atividades para estes estudantes, uma vez que contribuiu para a construção social dos estudantes como cidadãos reflexivos e atuantes, enfatizando a necessidade de solucionar o problema do excesso de plástico, que afeta a natureza e inclusive os seres humanos.

Uma estratégia interessante que resultou na produção de notícias pelos estudantes, foi o estudo de Melo (2022), que propôs aos estudantes a aplicação de um questionário sobre os plásticos e microplásticos à comunidade. Assim, os estudantes do ensino médio aplicaram um questionário a comunidade e em seguida fizeram a apresentação destes resultados em uma roda de conversa. Em um momento seguinte, os alunos foram orientados a produzir uma

apresentação em formato de notícia. E nas duas últimas atividades os estudantes tiveram que apresentar seus trabalhos e trazer opções sustentáveis para substituição dos plásticos. Destaca-se a importância do trabalho para a conscientização dos estudantes, em relação ao cuidado ao meio ambiente, mas não relata direcionamento ou foco das suas estratégias para reflexões sobre os impactos para a saúde humana.

Araújo, Morais e Paiva (2022) desenvolveram uma sequência de seis atividades assíncronas para intervir sobre a conscientização da poluição do oceano por plásticos e microplásticos. As etapas envolveram pesquisas guiadas, exploração de vídeos, elaboração de pôsteres e infográficos, coleta de amostras de águas costeiras, monitoramento de parâmetros físico-químicos e detecção de microplásticos, coleta e identificação de plásticos nas praias e por fim a divulgação dos resultados no projeto. Os resultados do estudo demonstram que houve uma grande compreensão da relação entre a natureza do plástico e a proteção ambiental, reconhecendo a importância dos conhecimentos químicos para a proteção ambiental e saúde humana. Além disso, os estudantes passaram a demonstrar comportamentos mais conscientes em relação ao uso de plásticos e proteção ambiental. Na avaliação final dos autores, foi demonstrado que os alunos compreenderam que os microplásticos comprometem a qualidade da água, o consumo de frutos-do-mar contaminados e consequentemente a saúde das pessoas. Embora não houvesse na metodologia do trabalho com pontos específicos sobre a saúde humana, nos vídeos apresentados havia informações que induzem os estudantes a refletirem sobre as consequências para a sociedade.

O estudo de Rosa (2021) Objetivou promover a alfabetização científica a partir de uma sequência didática na área de química. O autor relata uma melhor compreensão dos conceitos, definições, características químicas e ambientais acerca dos microplásticos a partir da aplicação de suas estratégias. A sequência ocorreu ao longo de 5 aulas, onde foram abordados inicialmente a apresentação da proposta, levantamento de conhecimentos prévios, aula teórica sobre microplásticos e pergunta norteadora, exercício de memorização, apresentação de documentário, escrita de texto dissertativo argumentativo sobre a temática, e por fim um debate atitudinal. Nas perguntas aplicadas na primeira aula, foram abordados temas sobre a natureza dos microplásticos: o que são, composição deles, processo de decomposição, mas também a relação deles com os humanos e como impactam a sociedade, como a presença deles na água que utilizamos no dia a dia e na água que bebemos; a presença nos alimentos, bem como nos produtos cosméticos que consumimos.

## **MÉTODO TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS Método (TMP)**

Essa estratégia é construída com base em ideias freirianas que seguem três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (Klein; Pereira; Muenchen, 2021). Dois estudos foram identificados que abordaram esta estratégia, em que ocorre a partir de temas geradores, seguido de estratégias para guiar os conhecimentos acerca do problema direcionado inicialmente, e o último momento no qual foi analisada a compreensão do assunto pelos alunos.

O estudo de Azevedo e Herbst (2022), os autores realizaram a aplicação de uma enquete inicial como forma de realizar uma avaliação diagnóstica, a fim de averiguar o conhecimento prévio dos estudantes, seguido de uma aula expositiva e a aplicação de uma nova enquete e uma roda de conversa, para averiguar os conhecimentos adquiridos ao longo do processo. Na primeira etapa do estudo, em torno de 75% dos alunos não tinham conhecimentos básicos sobre o plástico e microplástico.

Fato contornado na segunda aplicação, com 92% dos alunos com conhecimentos satisfatórios, além das análises dos pesquisadores que discutem a mudança da postura crítica em torno dos e 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar). Contudo, embora tragam o embasamento da BNCC, onde há indicação nas habilidades e competências para se trabalhar também a saúde humana dentro desta temática, toda a etapa da pesquisa teve maior direcionamento para o processo de decomposição do plástico e os impactos para o meio ambiente.

Ainda nesta linha de raciocínio, Azevedo (2022) iniciou sua pesquisa com uma enquete virtual, onde se constatou um baixo nível de conhecimento sobre os plásticos e microplásticos. Após isso, foi elaborada uma aula expositiva, sanando as lacunas identificadas no primeiro momento, seguido da última etapa, uma enquete e um podcast sobre a temática foi enviada aos alunos, para complementar os conhecimentos e análise do processo realizado. Além disso, no último momento foi realizado um bate-papo expositivo, a fim de concluir com a pesquisa e sanar possíveis dúvidas, complementando a formação destes estudantes.

O pesquisador trouxe como fundamento a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os objetivos do desenvolvimento sustentável, propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Nas perguntas realizadas nas enquetes, todas eram direcionadas para conhecimentos básicos sobre os plásticos e microplásticos, nenhuma direcionada para as consequências para o corpo humano ou saúde humana, e mesmo as perguntas que davam brechas para os alunos responderem algo relacionado com a saúde humana, não houve discussões neste âmbito no primeiro questionário aplicado. Algumas respostas dos alunos evidenciam o conhecimento sobre a responsabilidade humana, apontando os plásticos como

danosos ao meio ambiente, colocando essa responsabilidade para os seres humanos de reduzir este consumo.

No último momento, na enquete apresentada, os alunos trouxeram indagações e respostas voltadas para a responsabilidade humana e a compreensão de que os seres humanos também fazem parte da natureza, sendo desta forma também afetados.

## **UTILIZAÇÃO E PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS**

Os recursos didáticos são Materiais, instrumentos, suportes que podem colaborar na compreensão e aprendizagem sobre determinado assunto. Esses recursos podem ser aplicados de diversas formas no ensino de ciências, seja mediante demonstração, atividade prática, produção de materiais, entre outros (Weber, 2022). Neste trabalho foram identificados a produção de três recursos didáticos pelos professores ou alunos, para facilitar a compreensão de determinado assunto, colaborando no alcance do objetivo.

Neste caso, Silva, Ferreira e Matos (2025) objetivaram em seu trabalho estimular a consciência sobre os efeitos dos plásticos e microplásticos através da reflexão sobre o consumo de produtos de plástico, toda a cadeia que o envolve, o processo desses materiais e como ele impacta a natureza. Para isso, Bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), desenvolveram um álbum didático contendo informações importantes com dados científicos, imagens e gráficos, conscientizando sobre o consumo destes microplásticos pelos animais e como impactam a saúde humana. Embora mencionem a saúde humana na elaboração da sua estratégia, nos resultados limitam-se a importância da atividade para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes e formação cidadã responsável, com foco na conservação e cuidado com os recursos naturais. Não houve coleta de informações, mas relataram a sua compreensão e contribuição do recurso para a formação destes estudantes.

Já o estudo de Carvalho (2022) teve o objetivo de colaborar para a compreensão dos estudantes sobre como a poluição do microplástico afeta as colunas de água doce, salobra e salgada em turmas do ensino fundamental, anos finais. A pesquisa contou com a participação de duas turmas: a primeira recebeu apenas uma aula teórica, seguida da aplicação de um questionário; já a segunda, além da aula teórica, participou da apresentação de uma maquete, sendo posteriormente submetida ao mesmo questionário. O foco foi maior em ciências ambientais, em suma na natureza do microplástico e como ele se comporta em diferentes ambientes. O questionário aplicado foi referente somente aos conteúdos já mencionados e a maquete, no caso da turma, que foi aplicado este recurso. Neste trabalho houve somente

direcionamento para o impacto ambiental e ecológico, de modo que os alunos somente assinalaram as questões, não havendo nenhum direcionamento ou reflexão sobre como os plásticos ou microplásticos afetam a sociedade e a saúde humana.

Lima e Perfatti (2024) demonstram a preocupação da abundância de microplástico presente no meio ambiente e na vida das pessoas, trazendo estudos e falas de especialistas, como a discussão sobre a presença deles no tecido pulmonar e a dificuldade para reestruturação deste tecido (Botelho, 2022). Embora apresente preocupação com a saúde em sua fundamentação teórica, os pesquisadores realizaram uma entrevista com duas especialistas, mas as questões que guiaram a execução estavam relacionadas à degradação do microplástico, como afeta as plantas, animais e o ambiente marinho. Apesar disso, a entrevistada menciona a aproximação dos seres humanos com estes microplásticos e os impactos intestinais, inflamação e doenças respiratórias e cardíacas em decorrência do seu consumo direto ou indireto.

O trabalho de Silveira (2022) fez a demonstração da produção de um bioplástico à base de leite e *Solanum tuberosum L.* que foi transmitida ao vivo para os alunos. Inicialmente foi aplicado um questionário com 9 perguntas online, onde somente uma delas referia-se a saúde humana e as consequências do microplástico para os humanos. Em torno de 70% dos estudantes afirmaram que os microplásticos afetam a saúde humana. A intervenção foi realizada na etapa seguinte, no intuito de sensibilizá-los sobre o uso de tecnologias de produção de plásticos ecologicamente corretos e promover a reflexão crítica sobre os seus impactos no meio ambiente. Apesar de não apresentarem conhecimento rebuscado sobre como os microplásticos podem afetar a saúde humana, os estudantes demonstraram haver conhecimento que eles podem afetar. Assim, os autores reforçam a importância de intervenções didáticas que contribuam para a conscientização sobre o uso e produção dos plásticos e consequentemente promoção da compreensão sobre os potenciais impactos para a saúde humana.

## CONCLUSÕES

O elevado consumo de plástico e a geração de microplásticos pela sociedade tem sido um grande problema ambiental. De forma que estão presentes em todos os ambientes e âmbitos que o ser humano consegue alcançar. Não somente isso, é discutido em uma perspectiva da saúde humana, de modo que não somente os animais não racionais, os bens da natureza e as plantas afetadas, mas também os seres humanos, por serem parte da natureza. Uma vez que, para manter a sobrevivência necessitam de recursos advindos da natureza,

como os alimentos, água e até o próprio ar para respirar.

Assim, a educação pode ser um percurso para a solução ou pelo menos redução dos impactos para o meio ambiente e para a saúde. De modo que, quando abordada planejadamente, com objetivos claros e estratégias didáticas, consegue estimular o pensamento crítico dos estudantes, podendo proporcionar uma educação significativa. Tal fato é importante, pois a geração desta consciência tende a repercutir na sociedade ao longo do tempo, colaborando para o avanço social e científico.

Apesar disso, os resultados analisados evidenciam que a abordagem do tema ainda é majoritariamente voltada aos aspectos ambientais e sociais, havendo uma lacuna significativa quanto às discussões direcionadas aos impactos biológicos e à saúde humana. Portanto, reforça-se a necessidade de ampliar essa perspectiva, de modo que as intervenções pedagógicas não somente esclareçam os efeitos dos microplásticos sobre o meio ambiente, mas também despertem a compreensão crítica acerca das consequências diretas e indiretas para a saúde da população.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. L.; MORAIS, C.; PAIVA, J. C. A ciência cidadã na promoção da consciencialização químico-ambiental dos alunos, no contexto da poluição marinha por (micro)plásticos. **Revista Electrónica Educare**, v. 1, pág. 1–21 de 2022.

AZEVEDO, A. S. F. D. Plásticos e microplásticos como tema gerador no ensino de polímeros sob o prisma da sustentabilidade. Paracambi, 2022. 108 f. Dissertação (Mestrado) - UFRJ, Instituto de Química, Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (ProfQui), 2022. Orientador: Marcelo Hawrylak Herbst. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/6750>. Acesso em: 23 ago. 2025.

AZEVEDO, A. S. F.; HERBST, M. H. Está chovendo microplásticos! E agora? **Quím. nova esc.** São Paulo, v. 44, n.2, p. 239-247, 2022.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edição revista e ampliada. São Paulo: Edições 70, 2016 [1977].

**BRASIL**. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2017.

BOTELHO, V. Microplásticos da poluição podem contaminar o sangue por meio da alimentação e respiração. **Jornal da USP**, 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/microplasticos-da-poluicao-podem-contami-nar-o-sangue-por-meio-da-alimentacao-e-respiracao/>. Acesso em: 23 ago. 2025.



CAMPANALE, C. *et al.* Um estudo de revisão detalhado sobre os potenciais efeitos de microplásticos e aditivos preocupantes na saúde humana. **Revista internacional de pesquisa ambiental e saúde pública**, v. 17, n. 4, p. 1212, 2020.

CARVALHO, R. A. Contaminação invisível - uma proposta para divulgação e visibilidade e visibilidade aos microplásticos. Orientador: José Eduardo Martinelli Filho. 2022. 79 f. Dissertação (Mestrado em Rede Nacional Para o Ensino das Ciências Ambientais) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/15078>. Acesso em: 23 ago.2025

CHANG, X. *et al.* Potential health impact of environmental micro- and nanoplastics pollution. **J Appl Toxicol**, v. 40, n. 1, p. 4-15, Jan. 2020. DOI: 10.1002/jat.3915. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jat.3915>. Acesso em: 2 set.2023

CRUZ, E. M. T. D.; ALMEIDA, F. R. D. Exposição a nano e microplásticos e seus impactos na saúde humana: uma revisão da literatura. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 9, n. 6, p. 2355–2375, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i6.8663. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/8663>. Acesso em: 23 ago. 2025.

CVERENKÁROVÁ, K. *et al.* Microplásticos na cadeia alimentar. *Vida* (Basel, Suíça), v. 12, pág. 1349, 2021b.

FARIA, D. R. D; RAMOS, M. C; COLTRI, P. P. Sequência Didática como estratégia para ensino sobre desafios socioambientais relacionados às Mudanças Climáticas. **Terra Didática**, v. 17, p. e021052-e021052, 2021.

FRIGO, G. *et al.* Microplásticos na placenta: um estudo sobre a exposição materno-fetal e seus efeitos. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 22, n. 11, p. e7754, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n11-118. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/7754>. Acesso em: 7 ago. 2025.

KLEIN, S. G.; PEREIRA, D. N.; MUENCHEN, C. Avaliação da Aprendizagem na Abordagem Temática: Um Olhar Para Os Três Momentos Pedagógicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 375–387, 2021. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p375. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2366>. Acesso em: 24 ago. 2025.

GAUTAM, R. *et al.* Avaliação da potencial toxicidade de microplásticos de polietileno em linhagens celulares humanas. **The Science of the Total Environment**, v. 838, n. Pt 2, p. 156089, 2022.

GONÇALVES, C. C.; CARMO, E. M. A relação entre os saberes experienciais do professor de ciências e os conhecimentos prévios dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. **Biografia**, 2022.

JADHAV, E. B. *et al.* Microplastics from food packaging: An overview of human consumption, health threats, and alternative solutions. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*, v. 16, p. 100608, 2021.

LIMA, R. D. B; PERFATTI, Y. C. Os Efeitos dos Microplásticos. **Revista Científica FESA**, [S. l.], v. 3, n. 15, p. 17–28, 2024. DOI: 10.56069/2676-0428.2024.392. Disponível em: <https://revistafesa.com/index.php/fesa/article/view/392>. Acesso em: 7 ago. 2025.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MARQUES, L. D. N.; MARQUES, W. D. D. S. Abordagem sobre educação ambiental no ensino fundamental: reflexões sobre o consumo de plástico através do ensino remoto. In : **Pesquisa em Ciência Aberta VI** . [SI] : Editora Científica Digital, 2022. p. 983–996.

MELO, F. C. D. Plásticos e microplásticos: proposta de atividades para o ensino médio baseada na abordagem CTS. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/73521>. Acesso em: 10 ago. 2025.

MONTAGNER, C. C. *et al.* Microplásticos: Ocorrência Ambiental e Desafios Analíticos. **Química Nova**, v. 44, p. 1328-1352, 2021.

Organização Mundial Da Saúde (OMS). Constituição. Genebra: OMS, 1948.

OECD. Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options. 2022. Disponível em: <https://www.oecd.org>. Acesso em: 10 ago. 2025.

PAULA, M. *et al.* Exposição a microplásticos e suas consequências na fertilidade masculina: uma revisão. Zenodo, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.14050807>

POMPÊO, M.; BORGES, R. B.; PAIVA, T. C. B. Microplásticos nos ecossistemas: impactos e soluções. . São Paulo: Instituto de Biociências da USP. . Acesso em: 31 ago. 2025. , 2022.

PLASTICS, E. Plastics - The Facts 2022. **Plastics Europe**. Disponível em: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

RAGUSA, A. *et al.* Detecção e caracterização de microplásticos no leite materno humano por microespectroscopia Raman. **Polímeros**, v. 14, p. 2700, 2022. DOI: 10.3390/POLIM14132700.

RAGUSA, A. *et al.* Plasticenta: primeira evidência de microplásticos na placenta humana. **Environmental International**, v. 146, p. 106274, 2021.

ROSA, R. M. Microplásticos e o ensino de química: análise de uma sequência didática para identificar a alfabetização científica. 2021. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Araguaína, 2021.

ROCHA, D. R.; SANTOS, I. M.; TAKETANI, N. F. Alternativas ao uso de microplásticos nas indústrias cosméticas. **Revista Ensaios Pioneiros**, v. 4, n. 2, p. 50-57, 2021.

SERIBELI, F. L.; SOUSA, A. K. D. S. Microplásticos: abordagem do tema no ensino médio. **Educación química**, v. 36, n. 1, p. 124–138, 2025.

SILVA, A. S. S.; FERREIRA, P. S.; MATOS, F. A. Uso do álbum didático “ecossistema de plástico” como um recurso voltado para educação ambiental dos estudantes do ensino básico. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. e79120, 2025. DOI: 10.34188/bjaerv8n2-021. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/79120>. Acesso em: 23 ago. 2025.

SILVEIRA, D. D. C. Microplásticos: uma abordagem prática para produção de plástico biodegradável como estratégia de educação ambiental no ensino básico. **Revista Brasileira de Ciência**, v. 2, pág. 82–89, 2022.

SCHAURICH, M. D. N. Ensino Investigativo Para Os Anos Finais Do Fundamental Sobre As Consequências Dos Microplásticos Nos Oceanos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, pág. 144–164, 2024.

UNEP. From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org>. Acesso em: 10 ago. 2025.

VIEIRA, R. Os impactos do microplásticos nos oceanos: Microplásticos na vida marinha e no corpo humano. **Researchgate**. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/390627410>. Acesso em: 23 ago. 2025.

WEBER, D. J. Parâmetros para a produção de recursos didáticos para a educação mediada pelas tecnologias digitais. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 6, n. 5, p. 406-422, 2022.

ZHANG, P. *et al.* Surface-enhanced raman scattering labeled nanoplastic models for reliable bio-nano interaction investigations. **Journal of Hazardous Materials**, v. 425, p. 127959, 2022.

WELDEN, N. A.; LUSHER, A. Microplastics: from origin to impacts. In: TREVOR, L. M. (Ed.). *Plastic waste and recycling: Environmental Impact, Societal Issues, Prevention, and Solutions*. 1. ed. Cambridge: Academic Press, 2020. p. 223–249.

WHO (2022). Dietary and inhalation exposure to nano- and microplastic particles. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240054608>. Acesso em: 10 ago. 2025.

Submetido em: 16/10/2025

Aceito em: 20/10/2025

Publicado em: 30/12/2025

Avaliado pelo sistema *double blind review*