



## EVIDÊNCIAS DO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPLEXO POR MEIO DA ANÁLISE DE PRODUÇÕES TEXTUAIS EM AULAS DE QUÍMICA: UMA JORNADA TEMÁTICA REFLETINDO SOBRE O PROBLEMA DOS PLÁSTICOS NOS OCEANOS

Ângelo Francklin Pitanga<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-1617-1678>

### RESUMO:

A poluição plástica é um problema hodierno. Situação preocupante, pois estima-se que até 2050 teremos mais plásticos que peixes nos oceanos. Diante desse cenário, realizamos uma atividade sobre o tema. Fundamentados nas ideias do Pensamento Complexo e Pedagogia 5Cs, elaborou-se uma jornada temática em 6 momentos, com alunos do Ensino Médio do Instituto Federal de Sergipe, Campus de Lagarto. Nas questões metodológicas, optou-se por uma pesquisa qualitativa, tendo a pesquisa-ação como método. Produções textuais utilizadas como instrumento de coleta de dados e as análises que foram realizadas referenciadas na análise textual discursiva, visavam investigar evidências do desenvolvimento do pensamento complexo. Os dados levantaram a existência de 148 menções nas dimensões selecionadas como categorias analíticas: ambiental, científica-tecnológica, social, econômica e governamental. Diante dos dados podemos inferir que as produções textuais representam uma ferramenta eficaz, pois nos permitiu levantar evidências do desenvolvimento do pensamento complexo pelos participantes, uma vez que seus textos trouxeram discursos mais refinados, articulando conhecimentos de diversas dimensões e áreas do conhecimento. Assim, a problemática da jornada temática pode ser tratada e, para além disso, encaminhamentos de soluções foram apresentados a partir de uma análise multidimensional do problema.

### Palavras-chave:

Pensamento Complexo;  
Plásticos;  
Jornada Temática.

### *EVIDENCIAS DEL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPLEJO A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE PRODUCCIONES TEXTUALES EN CLASES DE QUÍMICA: UN RECORRIDO TEMÁTICO REFLEXIONANDO SOBRE LA PROBLEMÁTICA DE LOS PLÁSTICOS EN LOS OCEANOS*

### RESUMEN:

La contaminación plástica es un problema moderno. Se trata de una situación preocupante, ya que se estima que en 2050 tendremos más plástico que peces en los océanos. Ante este escenario, realizamos una actividad sobre el tema. A partir de las ideas del Pensamiento Complejo y la Pedagogía de las 5Cs, se creó un recorrido temático en 6 momentos, con estudiantes de secundaria del Instituto Federal de Sergipe, Campus Lagarto. En cuanto a las cuestiones metodológicas, se optó por la investigación cualitativa, utilizando como método la investigación acción. Las producciones textuales utilizadas como instrumento

### Palabras clave:

Pensamiento Complejo;  
Plástica;  
Recorrido Temático.

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, Lagarto, SE, Brasil.

de recolección de datos y los análisis realizados, referenciados en el análisis textual discursivo, tuvieron como objetivo investigar evidencias del desarrollo del pensamiento complejo. Los datos revelaron la existencia de 148 menciones en las dimensiones seleccionadas como categorías analíticas: ambiental, científico-tecnológica, social, económica y gubernamental. Teniendo en cuenta los datos, podemos inferir que las producciones textuales representan una herramienta eficaz, ya que permitió recopilar evidencias del desarrollo del pensamiento complejo por parte de los participantes, ya que sus textos trajeron discursos más refinados, articulando saberes de diferentes dimensiones y áreas del conocimiento. Así, se puede abordar la problemática del recorrido temático y, además, se presentaron soluciones a partir de un análisis multidimensional del problema.

### **EVIDENCES OF THE DEVELOPMENT OF COMPLEX THINKING THROUGH THE ANALYSIS OF TEXTUAL PRODUCTIONS IN CHEMISTRY CLASSES: A THEMATIC JOURNEY REFLECTING ON THE PROBLEM OF PLASTICS IN THE OCEANS**

#### **ABSTRACT:**

Plastic pollution is a modern problem. This is a worrying situation, as it is estimated that by 2050 we will have more plastic than fish in the oceans. Given this scenario, we carried out an activity on the topic. Based on the ideas of Complex Thinking and 5Cs Pedagogy, a thematic journey was created in 6 moments, with high school students from the Federal Institute of Sergipe, Campus Lagarto. Regarding methodological issues, we opted for qualitative research, using action research as a method. Textual productions used as a data collection instrument and the analyzes that were carried out, referenced in discursive textual analysis, aimed to investigate evidence of the development of complex thinking. The data revealed the existence of 148 mentions in the dimensions selected as analytical categories: environmental, scientific-technological, social, economic and governmental. Given the data, we can infer that textual productions represent an effective tool, as it allowed us to gather evidence of the development of complex thinking by the participants, since their texts brought more refined discourses, articulating knowledge from different dimensions and areas of knowledge. Thus, the problem of the thematic journey can be addressed and, in addition, solutions were presented based on a multidimensional analysis of the problem.

#### **Keywords:**

Complex Thinking;  
Plastics;  
Thematic Journey.

---

## **O CENÁRIO PROBLEMÁTICO DEVIDO À POLUIÇÃO PLÁSTICA**

O ano foi 2019, quando a ONU Meio Ambiente, diante do grave problema ambiental, instituiu o desafio *Clean Seas* (mares limpos), tendo como objetivo mobilizar escolas espalhadas por todo mundo em prol da realização de atividades para a redução do uso de plásticos descartáveis. Em documento institucional, a organização afirmava: “a poluição plástica é uma das ameaças ambientais mais prementes do nosso tempo e há uma forma de impedir que ela se alastre: reduzindo o consumo de plásticos descartáveis de nossa vida cotidiana” (ONU, 2019, s/n).

Outra iniciativa da ONU diz respeito aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) incluem e assegurarem padrões sustentáveis de produção e consumo, com ênfase na prevenção, redução, reciclagem, reutilização de plásticos e outros produtos (Schiffer, *et al.* 2020). Tamanho o problema, estima-se que os oceanos venham a ter 1 tonelada de plásticos para cada 3 toneladas de peixe em 2025 e, em 2050, teremos mais plásticos do que peixes nos oceanos (ONU, 2019; Lau *et al.*, 2020; Vermeer, 2023).

Os plásticos são polímeros sintéticos obtidos pela síntese de substâncias naturais renováveis (celulose, amido, leite e outros) ou não-renováveis (como petróleo e carvão). Segundo suas propriedades mecânicas, apresentam diferentes classes, como por exemplo: termoplásticos, elastômeros, termorrígidos e fibras (Morais, Ferreira e Araújo, 2021; França *et al.*, 2022). E desde 1907, quando Leo Baekeland sintetizou a baquelite,<sup>1</sup> temos visto anualmente um aumento crescente em sua produção, posto que estamos diante de produtos que têm ganhado destaque, principalmente devido a versatilidade.

Com o passar do tempo novos plásticos foram sendo desenvolvidos, processo que se deu em paralelo com o aumento da produção e refino de petróleo pelo mundo, muitos desses utensílios, como: PE, PVC, PS, PET, PP, PLA, teflon, acrílico, fórmica e alguns outros; foram sendo cada vez mais utilizados para diversos fins. Dada sua versatilidade, os plásticos apresentam aplicações diversas, tais como: embalagens, produtos hospitalares (seringas e preservativos), copos, canudos, equipamentos de proteção individual (óculos de segurança, capacetes e escudos policiais), roupas (nylon e poliamida), brinquedos, sacolas, isopor, espumas para travesseiros, etc.

Não obstante, à medida que novos produtos surgem no mercado e o consumo aumentou exponencialmente, observa-se um grande problema no que diz respeito ao descarte, visto que mais de 90% desses utensílios representam produtos de uso único e que acabam sendo amontoados em lixões ou ilhas de lixo nos oceanos. Simulações estimam que somente 9% de todos plásticos produzidos entre os anos de 1950 - 2015 foram reciclados ou utilizados em novos materiais, salientando o quão preocupante é esse cenário (França *et al.*, 2022; Vermeer, 2023).

Tamanho o problema do lixo plástico, que Lau *et al.* (2020), Diana *et al.* (2022) e Charlton-Howard *et al.* (2023) chegam a chamá-lo de produto onipresente, pois pode ser encontrado disperso em todos os cantos do planeta.

Nada define mais a vida atual do que o plástico: o material está em todo lugar. Protege nossa comida, nos protege nos hospitais, envolvem os produtos que usamos e mais. Muitas soluções foram e continuam sendo desenhadas a partir do uso de plásticos. Dito isto, eu não sou contra o material, sou contra o uso único e o desperdício. E, quando olhamos para as estatísticas de para onde os plásticos vão, cerca de 30% são de uso no longo prazo, em carros e prédios, por exemplo, mas a maioria são de uso único; e disto, apenas 9% são reciclados (Vermeer, 2023, s/n).

Mais recentemente, tem ganhado espaço os questionamentos e discussões envolvendo os microplásticos,<sup>2</sup> que são fragmentos com dimensão menor ou igual a 5mm (Lau *et al.*, 2020; Moraes, Ferreira e Araújo, 2021; Diana *et al.*, 2022; França *et al.*, 2022; Souza *et al.*, 2022; Eriksen *et al.*, 2023). Estima-se que eles representam cerca de 8% da massa total e 94% dos trilhões de pedaços plásticos flutuantes (Schiffer *et al.*, 2020). Eles têm implicado em preocupação, uma vez que pesquisas têm encontrado este tipo de material nos corpos de animais marinhos e aves, bem como em reservatórios de água. E a preocupação acentua-se ao observar que a contaminação pode se dar pela cadeia alimentar, pois os microplásticos são encontrados em pulmões, fezes, intestinos e até nos cérebros dos humanos.

Segundo Charlton-Howard *et al.* (2023), pequenos fragmentos de plásticos podem ser absorvidos pelo trato digestivo, circular o corpo através da corrente sanguínea e se acumular em tecidos e órgãos. Plásticos menores que 0,02mm podem penetrar em muitos órgãos, e aqueles de tamanho inferior a 0,01mm atravessam as membranas celulares, potencialmente danificando tecidos e estruturas intracelulares. Os microplásticos podem atravessar placentas e estruturas hematoencefálicas. A esse respeito, a literatura científica

documenta um largo espectro de impactos negativos devido à ingestão de plásticos, tais como: tecidos danificados, mudanças comportamentais, redução de fecundidade, estresse oxidativo e alterações metabólicas (Charlton-Howard *et al.*, 2023).

De acordo com Lau *et al.* (2020), aproximadamente 700 espécies marinhas e ao menos 50 aves marinhas, ingeriram ou possuem material plástico emaranhado em seus corpos. Além de afetar a saúde, registram-se problemas com a sujeira e a estética das praias; questões com drenagem devido ao entupimento dos esgotos; e impactos nos sistemas de tratamento de águas e efluentes. Estima-se que os custos com resíduos plásticos e seus impactos na economia, como na pesca, turismo e navegação, devem alcançar cifras anuais de \$ 13 bilhões de dólares.

A maioria das propostas de intervenção a esse respeito focam as suas atividades no gerenciamento dos resíduos após seu consumo, demandando investimentos consideráveis para capacitações e soluções acerca dos resíduos. Outras ações priorizam a substituição dos plásticos, o seu reuso, ou ainda o desenvolvimento de novos modelos de entregas. De modo isolado, algumas cidades têm, por meio de leis, instituído a substituição ou banimento do uso de plásticos, em especial, os de uso único, como canudos, sacolas de supermercados e microesferas encontradas em cosméticos. Apesar dos esforços, ainda não existe uma estratégia global, baseada em evidências e projeções de cenários, destinada a reduzir a produção e o consumo dos plásticos (Lau *et al.*, 2020).

Administrar os interesses dispares e os conflitos gerados deve ser o caminho a ser seguido, buscando o bem-estar individual e coletivo, da vida sustentável local e planetária, dos debates na comunidade e na governança mundial. E nesse contexto, os educadores devem voltar os seus olhares para se refazerem ao ensinar, ao que ensinar e para que ensinar, pois aprender deve caminhar para transformar a realidade, e nela poder intervir (Miranda *et al.*, 2018).

Face ao exposto cenário, estamos diante daquilo que é considerado como um dos principais desafios ambientais da atualidade (Lau *et al.*, 2020), e nesse ínterim, apresentamos nosso problema de pesquisa: Em que medida é possível identificar, em produções textuais, evidências do desenvolvimento do pensamento complexo depois da realização de uma Jornada temática sobre Plásticos? Diante do problema posto, explicitamos o objetivo da pesquisa, que é: Levantar evidências do desenvolvimento do pensamento complexo, buscando indícios de apropriação e significação conceitual, através de análises em produções textuais, quando da participação de alunos do 3º ano do Ensino Médio em uma Jornada Temática que versava sobre os plásticos.

## **O PENSAMENTO COMPLEXO E A PEDAGOGIA 5CS: CRITICIDADE, CONHECIMENTO CIENTÍFICO, COLABORAÇÃO, CRIATIVIDADE E CIDADANIA**

As bases epistemológicas que alicerçaram a elaboração do pensamento complexo partiram de reflexões que perpassam pelos estudos: da incerteza e do caos, dos sistemas complexos adaptativos, dos sistemas dinâmicos não-lineares, dos fractais, dos fundamentos da física quântica, da aleatoriedade, da termodinâmica e a entropia (desordem), da transdisciplinaridade, sem contar filosofia, literatura, sociologia, e tantas outras. Esse largo espectro permitiu que Morin questionasse os rumos das ciências e o desenvolvimento de artefatos tecnológicos, como fez em “Introdução ao pensamento complexo”, ao contestar o pensamento moderno ocidental: “esse paradigma, que controla a aventura do pensamento ocidental desde o século XVIII, sem dúvida permitiu os maiores progressos ao conhecimento científico e à reflexão filosófica; suas consequências nocivas últimas só começaram a se revelar no século XX” (Morin, 2011, p. 11).

No campo da educação, destacamos nas obras de Morin suas iniciativas de propor novos rumos para o ensino, em especial, no tocante às questões em prol de superar o disciplinarismo e os demais elementos da pedagogia tradicional, que ainda predominam nas salas de aulas. E com isso, aponta para a necessidade de reformar o conhecimento, o pensamento e o ensino, por meio do desenvolvimento do pensamento complexo, apresentado

como uma forma de pensar mais apta para enfrentar as inúmeras demandas do mundo globalizado. Para Morin (2015, p. 18), “ensinar não é se concentrar nos saberes quantitativos, nem privilegiar as formações profissionais especializadas, é introduzir uma cultura de base que implica o conhecimento do conhecimento”.

Nesse cenário, buscando articular os saberes produzidos pelo supracitado autor e as ciências ambientais, entre elas a educação ambiental, como vetores para o pensamento complexo, pois Morin (2007; 2015) discorre sobre a importância dessas ciências no processo de reforma da educação. Porquanto, as ciências ambientais têm rompido com o velho dogma reducionista de explicação pelo elementar, e levam em consideração os sistemas complexos nos quais as partes e o todo se produzem e se organizam entre si.

Em sua proposta de reforma, Morin (2007; 2015) aborda a importância da religação dos saberes, que deve se dá através da inserção das Jornadas Temáticas. Essas, ao serem trabalhadas em sala de aula, abordam grandes temas, tais como: mundo, terra, vida, humanidade, línguas, artes e conhecimento. Que por sua vez, objetivam:

Elas consistem em fornecer aos alunos, aos adolescentes que vão enfrentar o mundo do terceiro milênio uma cultura que lhes permitirá articular, religar, contextualizar, situar-se num contexto e, se possível, globalizar, reunir os conhecimentos que adquiriram. Além disso, uma das bases da psicologia cognitiva nos mostra que um saber só é pertinente se é capaz de se situar num contexto. Mesmo o conhecimento mais sofisticado, se estiver totalmente isolado, deixa de ser pertinente. [...] E nessa época de mundialização, os grandes problemas são transversais, multidimensionais e planetários (Morin, 2007, p. 31-32).

As questões dos plásticos, como todos os problemas associados com à ação humana, seus modos de produção e consumo, apresentam em seu cerne uma perspectiva transdisciplinar (Diana *et al.*, 2022). Sendo um problema complexo e, conseqüentemente multidimensional, não pode ser tratado de modo restrito aos aspectos científicos e tecnológicos (C&T) (Morin, 2007; 2015). Nesse sentido, essa temática precisa ser discutida de forma ampla, e para isso outras dimensões devem se fazer presentes, como: social, ambiental, política/governamental e econômica.

Pedagogias tradicionais, alicerçadas em práticas de ensino disciplinares, individuais, competitivas e reprodutoras de conteúdos, são inadequadas para a abordagem de temas complexos em sala de aula, e divergentes das concepções mais atuais sobre a educação para o século XXI. Castro, ao prefaciar Ramos (2019, p. 15), nos apresenta uma síntese apropriada daquilo que se espera para a educação do século XXI, a saber:

Em grande parte dos capítulos, o autor destaca a urgência em assegurar a todos os estudantes o desenvolvimento das novas competências do século 21, mais abrangentes e complexas ao envolverem habilidades socioemocionais, atitudes e valores, além de conhecimentos disciplinares e interdisciplinares. [...] O sucesso da educação não mais consiste em reproduzir conhecimento, mas sim em aplicar conhecimento e propor soluções criativas em situações inusitadas. O grande desafio é fazer com que os alunos aprendam a pensar, resolver problemas de modo colaborativo, a se comunicar e a ter curiosidade e resiliência, desenvolvendo-se como sujeito autônomos e responsáveis. O estímulo ao trabalho em equipe, a valores e atitudes como a tolerância, o respeito ao outro e ao pluralismo de ideias, assim como a responsabilidade ética e social são aspectos centrais do processo educativo atual.

A pedagogia 5Cs foi elaborada tendo com alicerce algumas ideias, por exemplo: o desenvolvimento do pensamento crítico ou criticidade, referenciada nos fundamentos da educação ambiental crítica; o pensamento complexo e suas interpretações multidimensionais das questões planetárias; a necessária ruptura com as tradicionais práticas de ensino, a partir dos conceitos de estratégias de ensinagem e metodologias ativas, as quais fundamentam a colaboração e a criatividade; e a cidadania, apropriando-se das propostas de educação em Morin, que almejam o desenvolvimento pleno das pessoas, com vistas a alcançar uma cidadania planetária que seja democrática, social e economicamente justas (Pitanga, 2020; 2021; 2022).

A pedagogia 5Cs foi criada com o objetivo de promover o desenvolvimento de inteligências globais, e com o compromisso de cuidar das pessoas. A educação voltada para esse propósito está comprometida com

a garantia da autoformação dos sujeitos através do desenvolvimento de sua emancipação, autonomia, criatividade, responsabilidade, e capacidade de cooperação. A combinação dessas qualidades tem como premissa o compromisso com uma formação ética, fundada em pilares que buscam a justiça social, dignidade coletiva, solidariedade, fraternidade e uma cidadania planetária participativa (Pitanga, 2021). Nessa perspectiva, a pedagogia 5Cs observa a educação como instrumento de transformação social que liberta as pessoas das algemas da ignorância, pois, mesmo em nossas diferenças, somos todos iguais (Pitanga, 2021). E como nos ensina Morin (2015), somos todos semelhantes entre si, uma vez que não passamos de recombinações de bilhões e bilhões de átomos que surgiram há bilhões de anos.

A elaboração de pensamentos mais refinados, como o complexo, é um processo que inclui aspectos cognitivos (aprendizagens, conhecimentos e competências); atitudinais (sensibilização, habilidades e conscientização) e afetivos (como colaboração e respeito), voltados para a formação cidadã e com vistas para a tomada de decisões em diferentes situações. A criticidade<sup>3</sup> é definida como o desenvolvimento de opiniões independentes, a aquisição de capacidade de refletir e de participar ativamente em sociedade. Nela está contida, entre outros elementos, a habilidade de argumentação, sendo assim apresentada: “É portanto, uma habilidade considerada crucial se quisermos ter uma sociedade formada por cidadãos competentes, participativos e ponderados e que apresentem uma atitude científica geral (López-Fernández, González-García e Franco-Mariscal, 2022, p. 3436, tradução nossa).

Considera-se fundamental que os estudantes sejam capazes de elaborar, analisar argumentos e tomar decisões relacionadas com as aplicações sociais e as implicações da química. A participação dos alunos em atividades que envolvem argumentação tem, entre outros objetivos, o desenvolvimento do pensamento complexo. Tal pensamento está diretamente relacionado com a formação cidadã, para que possam refletir e interferir nas questões sociais relevantes para sua própria vida. O problema com os plásticos traz um contexto para envolver os estudantes na necessidade de raciocinar e argumentar em termos de conteúdos de ciências, pois ambas são habilidades básicas para desenvolver o letramento científico e o pensamento complexo (López-Fernández, González-García, Franco-Mariscal, 2021; 2022).

## METODOLOGIA

Em relação às opções metodológicas, estamos diante de uma pesquisa de natureza qualitativa, ancorada em uma pesquisa-ação, pois, segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2021, p. 74), “esse tipo de abordagem é mais viável e coerente por se concentrar no processo de desenvolvimento (da concessão, produção, implantação e avaliação) das propostas didáticas [...] caracterizada por ser situacional, intervencionista, participativa e auto avaliada”. Ainda segundo os autores, a articulação permanente entre a investigação e a ação visa intervir para mudar, buscando transformar as práticas de ensino de ciências, no sentido de serem promotoras do pensamento complexo (Idem).

A seleção da pesquisa-ação deu-se pela condição de o pesquisador ser o professor regente das turmas participantes, acrescido ao fato de o mesmo manter-se constantemente provocado em querer melhorar seu fazer pedagógico. E assim, com base em Mól (2017), principiamos que pesquisa e prática podem coexistir, imbuídas do objetivo de aperfeiçoar as práticas existentes e colaborar com o ensino de ciências.

A Jornada Temática foi desenvolvida em sala de aula, em 6 momentos de 1:40min cada. Contou com a participação de 100 alunos do terceiro ano do Ensino Médio de cursos técnicos Integrados do Instituto Federal de Sergipe (IFS), *Campus* de Lagarto. Teve como base a exibição e discussão de um documentário produzido pela *British Broadcasting Corporation* (BBC), dividido em três episódios, chamado *Why Plastic?* (Por que plástico?), disponível no YouTube. As atividades da Jornada Temática são apresentadas, em síntese, no quadro 1, logo a seguir.

**Quadro 1. Síntese das atividades desenvolvidas na Jornada temática**

<b>Momentos</b>	<b>Atividades Realizadas</b>	<b>Considerações</b>
Momento 1	<ul style="list-style-type: none"><li>- Apresentação da Jornada Temática.</li><li>- Exibição do primeiro episódio: <i>O mito da reciclagem</i>.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Na apresentação da jornada os alunos levaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para que fosse assinado pelo responsável.</li><li>- Disponível em: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=JbjlyC_r0Nw&amp;t=7s">www.youtube.com/watch?v=JbjlyC_r0Nw&amp;t=7s</a></li><li>- A escolha dos vídeos como recurso se deu na intencionalidade de que os mesmos despertassem nos alunos uma sensibilização inicial, para em seguida, permitir o debate e a discussão em sala de aula.</li></ul>
Momento 2	<ul style="list-style-type: none"><li>- Questões Científicas sobre os plásticos: Composição / estruturas / propriedades.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nesse momento, pode-se discutir os conceitos científicos sobre plásticos e as relações entre suas estruturas e propriedades.</li></ul>
Momento 3	<ul style="list-style-type: none"><li>- Exibição do segundo episódio: <i>As promessas plásticas da coca-cola</i>.</li><li>- Debate e socialização em sala de aula.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Disponível em: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=EPsR3Z-qd3A&amp;t=27s">www.youtube.com/watch?v=EPsR3Z-qd3A&amp;t=27s</a></li><li>- Atividade: leitura do texto "O plástico verde da Braskem", elaborado pelo professor com base na dissertação: "Os sentidos do verde nas páginas de zero hora" (Sordi, 2012).</li></ul>
Momento 4	<ul style="list-style-type: none"><li>- Debate sobre a leitura do texto.</li><li>- Questões Científicas sobre os plásticos: Composição/estruturas/propriedades e reciclagem.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- O debate gira em torno da discussão: o plástico verde não representa um greenwashing?<sup>4</sup></li></ul>
Momento 5	<ul style="list-style-type: none"><li>- Exibição do terceiro episódio: <i>Nós, os ratos de laboratório?</i></li><li>- Debate e socialização em sala de aula.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Disponível em: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=AWSzXvQrbGc&amp;t=3s">www.youtube.com/watch?v=AWSzXvQrbGc&amp;t=3s</a></li><li>- Esse terceiro vídeo também foi utilizado como referência na discussão das aulas seguintes, onde tratamos de conteúdos sobre compostos bioquímicos.</li></ul>
Momento 6	<ul style="list-style-type: none"><li>- Produção Textual proposta para os alunos dessa forma: Nessa última unidade estudamos sobre os plásticos. Tivemos oportunidade de assistir documentários produzidos pela BBC: <i>Why plastics?</i> Exibido em três episódios. Nesse sentido, produza um texto dissertativo-argumentativo baseado na seguinte ideia: Plásticos usos e abusos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nessa etapa os alunos tiveram a oportunidade produzir um texto dissertativo-argumentativo sobre os usos e abusos dos plásticos.</li></ul>

**Fonte:** Elaborada pelo autor (2023).

Como instrumento de obtenção de dados, optou-se em usar a produção escrita, que foram elaboradas pelos sujeitos no último momento da Jornada Temática. A escolha deu-se pelo fato dela ser considerada pela literatura uma eficiente ferramenta de ressignificação da prática pedagógica. Contudo, é quase inutilizada na educação química, muitas vezes preterida em função da supervalorização da aplicação de fórmulas e cálculos, sendo ainda menos aproveitada como ferramenta para a compreensão dos processos de aprendizagem (Suart *et al.*, 2013).

Wenzel e Maldamer (2014; 2016), com base na leitura de diversas fontes, entre elas Vygotsky, apontam uma série de argumentos sobre a importância da utilização da escrita em sala de aula, tratando-se de um

processo que solicita um posicionamento comprometido por parte de professores e estudantes, convergindo num movimento que requer a apropriação e significação conceitual. No ensino de química, ou de outra ciência, o uso qualificado da linguagem torna os discentes capazes de pensar o mundo vivenciado na forma da ciência (Wenzel e Maldaner, 2016).

Ademais, os referidos autores afirmam que escrever demanda alto grau de abstração e uma estruturação do pensamento, o que exige maior organização cognitiva, devido ao fato de que a compreensão na escrita só é possível quanto se articula, combina e estrutura um conjunto de palavras. A escrita, em sua estruturação, exigirá maior generalização, clarificação e organização de ideias. Para isso, carece de maior esforço cognitivo, pois a tarefa de pensar requisita detalhes, entendimentos abstratos e apropriação organizada de conhecimentos complexos. “A escrita é possível mediante a tomada de consciência e o domínio da linguagem” (Vygotsky, *apud* Wenzel e Maldaner, 2014, p. 909).

Prain *apud* Wenzel e Maldaner (2014) argumentam que esse recurso busca aprimorar nos discentes habilidades como comunicação, argumentação e justificação dos seus pontos de vistas. Ademais, a escrita converge com a alfabetização científica, pois oportuniza que os estudantes discutam ciência em diferentes espaços, utilizando diferentes formas de linguagem, garantindo uma interação entre a linguagem cotidiana e a específica.

Para a produção dos dados foram selecionados, aleatoriamente, 34 textos elaborados pelos alunos (todos assinaram TCLE e TALE), identificados de A1 - A34, e analisados segundo os pressupostos da Análise Textual Discursiva (ATD)<sup>5</sup> (Moraes e Galiuzzi, 2011). De acordo com Moraes (2003) a análise qualitativa opera com significados construídos a partir de uma compilação de textos em que o material analisado constitui um conjunto de significantes, de tal modo que a emergência e a comunicação de novos sentidos e significados são o objeto da análise.

Nesse sentido, a análise teve início com a desmontagem dos textos (*corpus*) por meio do processo de unitarização, com objetivos de atingir unidades constituintes. Segundo Moraes (2003), o *corpus* da análise textual é um conjunto de documentos, produções linguísticas referentes a determinado fenômeno, originadas de um determinado sentido. Nesse ínterim, os textos foram examinados e fragmentados com base nos sentidos e significados. Dessa etapa foram selecionadas 148 menções para seguinte discussão. Essas, por sua vez, devem ser entendidas como fragmentos de textos que apresentam sentidos semânticos relacionados com as categorias analíticas descritas a seguir.

Posteriormente realizou-se o processo de categorização, com a intenção de estabelecer relações entre as unidades de base, combinando-as, classificando-as e formando categorias (Moraes, 2003). Na pesquisa em tela, essas foram criadas *a priori*, referenciadas nos fundamentos da Teoria da Complexidade, na qual Morin descreve que os problemas da humanidade, em sua complexidade, são multidimensionais. Partindo dessa premissa, foram definidas cinco dimensões como categorias analíticas: 1) Ambiental; 2) Científica-Tecnológica; 3) Econômica; 4) Política-Governamental; e, 5) Social.<sup>6</sup> Cabe destacar que a definição das categorias, *a priori*, acabou por orientar a etapa de unitarização e de seleção das menções. Além disso, partiu da ideia de que outras categorias (dimensões) pudessem emergir e serem criadas, *a posteriori*, mas não foram necessárias.

## ANÁLISE DOS TEXTOS EM SUAS CATEGORIAS ANALÍTICAS

Alguns excertos serão apresentados nas discussões a seguir e neles poderemos notar argumentos pertencentes a mais de uma dimensão, fato que creditamos à utilização de temas no ensino de ciências, pois, conforme ensina Morin (2007; 2015), os grandes temas possuem capacidade de religar saberes, áreas do conhecimento, disciplinas e conceitos, e essa característica é elemento constitutivo do pensamento complexo.



Com base nos pressupostos da análise qualitativa, pôde-se fazer um levantamento dos principais descritores citados, e com auxílio do aplicativo *Wordle*, em sua versão de acesso livre, construímos uma nuvem de palavras apresentada na figura 1, abaixo. O uso dessa ferramenta auxilia na observação global das palavras-chave que nos revelam termos recorrentes, de relevância e interconectados com uma temática específica, em nosso caso: o problema dos plásticos nos oceanos.

**Figura 1. Nuvem de palavras elaborada pela incidência de descritores selecionados a partir das análises das produções textuais**



**Fonte:** Elaborada pelo autor (2023).

A nuvem de palavras foi utilizada como ferramenta complementar à análise textual discursiva. “A nuvem emergiu a partir na análise lexical, entendendo como léxico o conjunto de palavras que compõe um determinado texto” (Vilela, Ribeiro e Batista, 2020, p. 31) Diferentemente, não utilizamos o padrão de frequência dos descritores, mas sim, as suas ocorrências nos textos, e como consequência, deve-se observar que não há diferença na posição ou no tamanho, e, as suas cores foram designadas de modo aleatório pelo próprio aplicativo.

Outros autores que desenvolveram pesquisas no ensino de química com a utilização da produção textual, como Wenzel e Maldaner (2016), colocam a escassez do uso dessa estratégia como sendo a realidade predominante. Em Suart *et al.* (2013) e Souza *et al.* (2022), ainda que os resultados descritos apontassem para o potencial de utilização da ferramenta, eles salientaram como problema a predominância de textos explicativos. Já Wenzel e Maldaner (2014) trazem relatos de alunos de pós-graduação em química sobre suas dificuldades na escrita, pois, em suas carreiras acadêmicas, essa é uma prática comum somente na produção de relatórios, e estes se reduzem à cópia de estudantes veteranos.

Os resultados aqui analisados estão em consonância com os obtidos com jovens concluintes do ensino médio, que para Waard, Prins e van Joolingen (2020), foram potencializados por conta da inserção concomitante de atividades de discussão, debate e produção escrita em sala de aula. Os argumentos apresentados pelos estudantes estavam circunscritos nas mais diversas dimensões, tais como: econômica (as relações de custo e benefício); social (opiniões sobre valores, estéticas ou futuro); ambiental (os efeitos no ambiente); e científica-tecnológica (como fontes naturais de matéria-prima, tecnologias, energia e poluição).

Os achados desta pesquisa corroboram as falas dos pesquisadores acima citados, quando retratam o potencial da estratégia da produção escrita e a sua importância para romper com as práticas tradicionais. Os textos aqui analisados estabeleciam relações causais entre as dimensões propostas e a explicação do fenômeno em estudo: o problema dos plásticos nos oceanos. A identificação dessas relações nos textos nos permite evidenciar o desenvolvimento de elementos do pensamento complexo, como também as impressões captadas nos permitem inferir que a articulação de diversas estratégias de ensino é estimuladora para uma condição de autoria e participação ativa dos alunos.

## Dimensão ambiental

**Quadro 2. Aspectos considerados na análise da dimensão ambiental**

Nessa dimensão foram consideradas as ideias que diziam respeito as questões de descarte, depósito de lixo, incineração, poluição atmosférica, contaminação de oceanos, problemas de saúde envolvendo seres vivos e a qualidade da água, do solo e do ar.	42 menções - 28% do total
--	---------------------------

**Fonte:** Elaborada pelo autor (2023).

A poluição, seus impactos atuais e para as gerações futuras, foram preocupações recorrentes nas produções textuais, o que confirmou um resultado esperado, uma vez que a Jornada Temática se iniciou com a discussão sobre a poluição plástica, que envolve diretamente a dimensão ambiental, citada predominantemente pelos participantes, com a exemplificação da poluição dos mares, conforme apresentado nos excertos<sup>7</sup> transcritos abaixo:

[A26] Em contrapartida, essa ampla utilização é problemática, pois em sua grande maioria o descarte de plástico é irregular, o que causa diversos problemas, dentre eles: acúmulo de lixo, poluição oceânica, além de que alguns materiais podem conter certas substâncias tóxicas que fazem mal tanto ao homem como o meio ambiente.

[A31] Porém, para o meio ambiente, os plásticos e sua pouca reciclabilidade, impactam na grande produção de lixo mundial. Se descartados erroneamente, interferem nos mais diversos ecossistemas. Todos os anos toneladas de resíduos plásticos são lançados nos oceanos, interferindo na vida marinha, além dos riscos à saúde humana, pois, microplásticos estão presentes em alimentos.

Não obstante, como estavam diante de um grave e complexo problema, observamos que os sujeitos ampliaram o seu repertório de preocupações, estendendo para além do compartimento aquático. Com isso, chegaram a citar problemas que podem ser ocasionados nas cidades, como alagamentos e até a contribuição do descarte desses materiais com as questões de aquecimento global.

[A25] Entretanto, mostrando-se vantajosos, ao tratar do descarte dos polímeros, apresentam grande desvantagem, por sua grande maioria não ser biodegradável, poluindo o ambiente e elevando a quantidade de lixo. Assim, os plásticos tornam-se grandes agentes poluidores ocasionando problemas no mar; o que gera morte de diversos animais aquáticos. Aterros sanitários, depósitos a céu aberto, contaminando o solo a afetando todo meio ambiente.

[A4] Ademais, convém pontuar os impactos ambientais decorrentes do consumo em escala global dos plásticos. Por serem produtos derivados do petróleo, esses materiais contribuem para a emissão de gases de efeito estufa e, graças a sua durabilidade, contaminam principalmente, os ecossistemas aquáticos, comprometendo toda dinâmica ambiental. Além disso, alguns estudos têm apontado relações entre doenças que atingem pessoas e a presença dos microplásticos em seus organismos.

Nessa dimensão, a ambiental, os achados nos argumentos dos sujeitos participantes são semelhantes aos das pesquisas realizadas por Lau *et al.* (2020), de estudantes espanhóis de ensino médio por López-Fernández; González-García e Franco-Mariscal (2022), e de alunos portugueses por Araújo, Morais e Paiva (2023,) onde apontaram quatro grandes problemas sobre a poluição plástica: 1) a fonte de matéria-prima para produzir plásticos advém de combustíveis fósseis, que não são renováveis; 2) as baixas taxas de reciclagem e os problemas nos sistemas de gestão; 3) os plásticos não são facilmente biodegradados, e seus fragmentos representam um perigo, pois podem atingir as cadeias alimentares; 4) os micro e nano plásticos são resíduos encontrados em diversas partes do planeta, e que circulam atingindo solo, fontes de água doce, oceanos e seus sedimentos, organismos vivos e o ar, podendo acentuar as questões das mudanças climáticas, pois, durante sua degradação, acabam liberando gases de efeito estufa.

## Dimensão Científica-Tecnológica

**Quadro 3. Aspectos considerados na análise da dimensão Científica e Tecnológica**

Essa dimensão aborda as transcrições que envolvem a utilização de conceitos, termos técnicos, características dos plásticos, suas propriedades e utilidades.	41 menções - 28% do total
--	---------------------------

**Fonte:** Elaborada pelo autor (2023).

[A6] Em toda história da humanidade nenhum outro material criado, ou não pelo ser humano, foi tão versátil quanto os plásticos. Dentre as suas características podemos citar: Durabilidade, flexibilidade, leveza, baixo custo de fabricação, etc. Claro que essas características vão mudar a depender do tipo do plástico, mas isso, só ressalta o fato de que eles podem ter inúmeros usos que podem variar desde um simples talher a um bisturi cirúrgico (ou partes dele).

[A25] Os plásticos feitos de polímeros artificiais apresentam várias vantagens no que diz respeito à durabilidade, resistência e baixo custo de produção, sendo praticamente inertes, impermeáveis, flexíveis e resistentes. Por conta disso, essas e outras características apresentadas pelos plásticos tornam sua produção e seu uso, principalmente em embalagens, cada vez mais crescentes.

Nessa dimensão, pode-se constatar que os alunos se apropriaram de conhecimentos científicos como: conceitos, propriedades, características e as aplicações dos plásticos; e também trataram dos aspectos tecnológicos, uma vez que abordaram os bioplásticos, os oxibiodegradáveis e a reciclagem. Contudo, uma das vantagens da discussão de projetos é explorar nos alunos o entendimento de que os problemas do mundo são complexos e não podem ser resolvidos pela simples memorização de informações. Ademais, trabalhar temas permite que as opiniões possam ser reelaboradas, e que decisões possam ser tomadas a partir da articulação do conhecimento científico com outros fatores, tais como: econômico, social, ambiental, etc. (López-Fernández, González-García e Franco-Mariscal, 2021; Araújo, Morais e Paiva, 2023).

Nesse aspecto, ainda corroboramos López-Fernández, González-García e Franco-Mariscal (2022) e Araújo, Morais e Paiva (2023) ao afirmarem que os plásticos são materiais flexíveis, elásticos, baratos, resistentes, duráveis e considerados onipresentes na sociedade atual. E, também quando defendem a importância de se criar ambientes de aprendizagens no ensino de ciências que conduzam para aprendizagens em termos de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes. Com base nesse entendimento, afirmamos que o debate sobre os plásticos pode direcionar a uma formação voltada para a cidadania.

## Dimensão Social

**Quadro 4. Aspectos considerados na análise da dimensão social**

Essa dimensão considera as questões sociais como sendo: padrões de consumo, produção, desperdícios, propostas individuais e coletivas de ações. Bem como a percepção sobre a problemática e seus impactos nos âmbitos, local, nacional e global.	43 menções - 29% do total
--	---------------------------

**Fonte:** Elaborada pelo autor (2023).

[A6] Apesar dos prejuízos que eles podem trazer, não podemos negar a importância e os benefícios que os plásticos trazem, pois como tudo na vida, ele tem seu lado bom e seu lado ruim, assim sendo, devemos pesar pelo uso consciente e equilibrado dos plásticos a fim de minimizar ao máximo seu lado ruim.

[A9] Diante disso, é notório que a reciclagem não ocorreu de fato como deveria, mas essas mazelas pouco são divulgadas, conseqüentemente, aumenta cada vez mais o uso excessivo de plásticos, pois a população pela falta de informações, passa a crer que os problemas em consumi-los foram resolvidos. Prova disso está do documentário “*Why Plastics?*”, da BBC, o qual relata diversas denúncias de empresas que não reciclam corretamente.

[A12] O consumismo e a industrialização desenfreada vem produzindo lixo, de difícil decomposição, em grande escala e em massa... Nesse viés do consumo, falta perspectiva dos sujeitos, pois pode ser evitado o consumo de plásticos. Se o consumo diminui, as indústrias tendem a produzir menos, gerando efeito dominó positivo para diminuição dos lixos.

Ao redor do mundo, algumas propostas de intervenção têm focado na gestão de resíduos após o seu consumo, e essa é uma solução que requer consideráveis investimentos para gerenciar o lixo produzido. Outras formas de intervenção priorizam a redução do uso de plásticos, seja através da substituição por produtos alternativos, reuso, ou através de novos modelos de embalagens. Algumas cidades têm desenvolvido propostas por meio do banimento de embalagens plásticas, especialmente as de uso único. As comunidades científicas e organizações não-governamentais também contribuem para identificar soluções. Porém, apesar da mobilização, o resultado tem sido incipiente diante do problema, que anualmente só faz crescer (Lau *et al.*, 2020).

Nessa dimensão, a social, podemos citar a importância da inserção dos vídeos no processo educacional, conforme destacado na transcrição de [A9]. Essa ferramenta foi utilizada inicialmente como instrumento de socialização da Jornada Temática, em especial o primeiro, que foi reproduzido. Já os demais buscavam dar amplitude e profundidade para os debates em sala de aula e, à medida que as atividades eram realizadas, os debates eram mais ricos em informações, e bastante proveitosos. Isso nos permite inferir que o uso dessa metodologia foi contributivo para que o pensamento complexo fosse sendo desenvolvido pelos alunos. Os dados aqui obtidos corroboram os apontados por Ferreira e Pereira (2018), Souza *et al.* (2022) sobre a importância de trabalhar com esse tipo de ferramenta, pois, em especial, ela permite articular o debate dos temas com o cotidiano dos alunos.

Em um estudo empreendido por Moraes, Ferreira e Araújo (2021), os alunos participantes apresentaram em suas discussões a importância de reduzir racionalmente e progressivamente o uso dos plásticos, mesmo sabendo da sua importância para diversos setores da sociedade, já que seu baixo custo de produção torna o uso economicamente rentável, apesar de a enorme quantidade de lixo plástico produzido representar impacto ambiental. Assim, para eles, é necessário criar regulações mais claras sobre o uso dos plásticos.

## Dimensão Econômica

### Quadro 5. Aspectos considerados na análise da dimensão econômica

Essa dimensão diz respeito aos modos de produção e consumo e os diversos impactos que podem ser observados. Associada também às questões que envolvem os interesses econômicos de determinados grupos, em detrimento de uma qualidade de vida para todo o planeta.	9 menções - 6% do total
--	-------------------------

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

[A19] A reciclagem, essa suposta solução, contudo, ela ainda não engloba a maioria dos resíduos, por causa muitas vezes das empresas que negligenciam o descarte pelo seu alto custo, levando a diversos problemas.

A reciclagem foi uma das ideias mais citadas pelos sujeitos da pesquisa. Trata-se de uma atividade que diante da gravidade da situação da poluição, possui sua relevância. O que é passível de questionamento diz respeito à forma como pensamos e praticamos a reciclagem, pois, circunscrita numa perspectiva comportamentalista, acaba criando no imaginário das pessoas a falsa verdade de que: se tomarmos consciência e se cada um fizer sua parte, resolveremos os problemas ambientais (Barcelos, 2003).

Vários questionamentos poderiam ser direcionados a esse respeito, contudo, aqui abordaremos apenas dois deles. O primeiro trata dessa ideia de homem genérico, como se tivéssemos no mundo uma única cultura, com as mesmas tradições e costumes, de modo que acabamos não questionando os diferentes padrões de consumos, que têm impactos diferentes. O segundo é que na medida em que individualmente as pessoas são responsabilizadas, acaba-se minimizando a responsabilidade das empresas.

Uma das grandes produtoras de bebidas açucaradas do mundo, considerada a principal responsável por poluir os mares com lixo plástico, comprometeu-se em mais que dobrar a venda de seus refrigerantes com embalagens retornáveis até 2020. Contudo, isso não aconteceu, pois os custos com coleta e lavagem de vasilhames são muito mais altos do que adquirir uma embalagem plástica virgem, e como o compromisso dessa e de outras indústrias é primeiramente com seus lucros, a ideia de cada uma fazer sua parte acaba mascarando quem de fato deveria ser responsabilizado.

Rocha, Santos e Pitanga (2019), ao realizarem um projeto de intervenção tratando sobre plásticos, questionaram em seus resultados os elementos da pedagogia dos 3R's, pois essa incorpora elementos de concepções comportamentalista, sensibilizadora, cognitiva e individualista, que reforçam a crença equivocada de que uma mudança social resultará de mudanças individuais. Ainda segundo os autores, é necessário exigir compromissos comerciais e industriais que findem com as políticas das obsolescências destrutivas, criativas e com a cultura da descartabilidade, como iniciativas para reduzir o problema dos plásticos.

Araújo, Morais e Paiva (2023), em pesquisa desenvolvida com alunos portugueses, em idade colegial semelhante aos que desta pesquisa participaram, apresentaram dados que corroboram os aqui encontrados e, em suas discussões, reforçam para a importância da inserção de atividades temáticas em contextos de aulas de ensino médio. Segundo os autores, a participação dos alunos estimulou a reflexão sobre o problema trabalhado, gerando opiniões positivas nas quais reconhecem a importância das contribuições científicas para o desenvolvimento de novos materiais, como também a necessidade da conscientização como instrumento formativo para a gestão de resíduos. E ainda, afirmam que atividades dessa natureza são capazes de tornar as aprendizagens mais duradouras, pois os alunos associam os conteúdos científicos com situações do dia a dia, sendo capazes de utilizá-los em seu cotidiano (Araújo, Morais e Paiva, 2023).

Por fim, Cher *et al.* (2018) recomenda que quando inseridos temas sociais no ensino de ciências, é importante que não se trabalhe somente as dimensões científico-tecnológica na busca de soluções para os problemas sociais. Os autores defendem a integração de mais dimensões a fim de proporcionar uma formação cidadã integrada com questões cotidianas e problemas sociais.

## Dimensão Político-Governamental

### Quadro 6. Aspectos considerados na análise da dimensão Político-Governamental

Essa dimensão se refere às ações governamentais para buscar encaminhar o problema dos plásticos, como: fiscalização, leis, normas, coleta e campanhas de ações de sensibilização da comunidade.	13 menções - 9% do total
---	--------------------------

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

[A16] Entretanto, apesar de ser algo complexo, alguns estados brasileiros, como, exemplo, o Rio de Janeiro, a Câmara Municipal, aprovou um projeto de lei que proíbe o uso de canudos plásticos em bares e restaurantes, a multa giraria em torno de 3 mil.

[A24] O Brasil certamente a fim de colaborar com o planeta preservando suas águas, sua natureza, sua população dos riscos da saúde deve se comprometer a reduzir o consumo e produção de plásticos pela população. Com isso, para tanto fazer o prejuízo causado pelo plástico, o Ministério da Fazenda, deve impor impostos

mais pesados para produção de plásticos e por fim, o Ministério da Ciência e Tecnologia deve oferecer grande suporte para o desenvolvimento de ferramentas de filtração de água específicas para microplásticos.

[A12] Dito posto, nota-se que é necessário uma organização nível global para saber como reciclar os plásticos recicláveis e descartar de forma adequada os não recicláveis, visando o bem-estar do planeta ao longo dos anos.

Gaia (2018) e Vermeer (2023) apontam categoricamente que: 1) a reciclagem não é suficiente; 2) que seu sistema de implantação é complexo e faltam regulamentações eficientes para o avanço; 3) são necessárias inovações para além das práticas individuais; e, 4) os compromissos atuais assumidos pelas empresas só poderiam mudar um pouco esse cenário. Ainda sobre o assunto:

“Pesquisadores revisitaram relatórios anuais de quase 1000 das maiores empresas do mundo e descobriram, por exemplo, que 72% das 300 maiores da lista de Fortune Global 500 fizeram algum tipo de compromisso voluntário para reduzir a poluição plástica. Mas, a maioria deles é relacionado a fazer isso a partir da reciclagem” (Vermeer, 2023, s/n).

Como pode-se notar, mesmo com a ênfase dada pelos sujeitos dessa pesquisa sobre a importância da reciclagem, outras soluções foram propostas, representadas pelos excertos acima, como Leis e regulamentações, algumas inclusive em execução. Esses sujeitos entendem a importância do envolvimento e da participação de todos os atores sociais na resolução do problema, pois, como discutido, programas voluntários são críticos, uma vez que afetam diretamente os lucros das grandes empresas. Então, os respondentes apresentaram regulações à nível local, nacional e internacional, pois como sabemos em nossa história recente, podemos ter avanços com regulamentações internacionais. Para isso basta recordar do Acordo de Montreal em 1989.

Para encerrar a discussão quanto aos plásticos, faz-se necessário observar que a redução da poluição global necessita de uma abordagem transdisciplinar, que por sua vez, deve estar assentada em quatro eixos: 1) Reconhecer e agir: Conscientizando o público em geral sobre o problema dos plásticos e criando sistemas de divulgações transparentes sobre o assunto; 2) Desenvolver políticas de incentivo e desenho de alternativas: Aplicando o princípio da precaução para tomar conhecimento sobre substâncias carcinogênicas, toxinas e possíveis disruptores endócrinos presentes nos plásticos, incentivando e desenvolvendo a ciência de base na busca por alternativas; 3) Utilizar tecnologias emergentes disponíveis: Substituindo elementos tóxicos da composição desses materiais e removendo mais plásticos do que produzi-los; 4) Transformar caminhos socioeconômicos: Exigindo que as grandes empresas implementem novos modelos de gestão e negócio, bem como definir os parâmetros para a indústria química desenvolver plásticos sustentáveis, que possuam um maior ciclo de vida (Diana *et al.*, 2022).

## TECENDO AS CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à proposta da Jornada Temática, as impressões coletadas nos permitem inferir que a atividade realizada foi relevante para os envolvidos, pois proporcionou uma discussão ampla e aprofundada sobre fabricação, utilização, descarte, novas tecnologias e os padrões de consumo dos plásticos, tudo isso numa perspectiva multidimensional, articulando as dimensões: governamental, científica-tecnológica, econômica, ambiental e social; conduzindo ao desenvolvimento do pensamento complexo, o que pode ser verificado com o auxílio das produções textuais. Não obstante, os dados produzidos permitem afirmar o potencial pedagógico que essa ferramenta possui, porém, ainda pouco utilizada em sala de aula.

Destacamos o uso de vídeos e os debates em salas de aula, pois muitos argumentos trazidos nos textos aqui apresentados faziam referências aos conteúdos exibidos no documentário. Os debates foram fundamentais para entender e respeitar o contraditório, de modo que nos momentos de defesas de pontos de vistas diferentes, os alunos tiveram a oportunidade de argumentar, comunicar, confrontar ideias e perspectivas, além de socializar suas experiências de vida.

A escrita é uma produção mais estruturada que garante aos alunos uma evolução na construção de ideias, e foi solicitada com intuito de exigir dos sujeitos um maior esforço e uma maior organização cognitiva. Os dados obtidos nos trazem evidências de que a utilização dessa ferramenta de ensino foi eficiente no levantamento de evidências para o desenvolvimento do pensamento complexo pelos sujeitos envolvidos.

A identificação desse tipo de pensamento pode ser constatada na medida em que formas mais refinadas de pensar foram trazidas nos textos, uma vez que os mesmos abordavam a problemática posta, a poluição plástica, de forma ampla, articulando e estabelecendo relações e conexões entre várias áreas do conhecimento e com diversos saberes, proporcionando-lhes uma interpretação do problema, seguida pela atitude de tomada de decisão e apresentação de encaminhamentos para possíveis soluções, elementos constitutivos de formas de pensar mais refinadas, como o pensamento complexo.

Destarte ao que foi observado na discussão, os resultados aqui apresentados são convergentes com os dados encontrados em outras pesquisas que tinham os plásticos como objeto central, e dessa constatação, devemos enfatizar a importância dada à inserção deste tipo de atividade, que diferentemente do método expositivo, ainda predominante, as Jornadas Temáticas estimulam a motivação dos estudantes, tornando-se mais atrativas, incentivando aprendizagens diversas (atitudinais, afetivas e cognitivas) e mais duradouras. Além disso, conduzem os alunos a refletirem sobre algumas questões do mundo contemporâneo, visando alcançar a formação de uma cidadania planetária, como tem defendido Edgar Morin em suas diversas obras (2007; 2011; 2015).

E aqui encerramos com um questionamento pertinente ao âmbito da discussão empreendida nesse texto: “A pergunta do milênio não é “que planeta vamos deixar para as próximas gerações? Mas sim, que geração vamos deixar para o planeta” (Corrêa; Barbosa, 2018, p. 132). E essa é a hercúlea tarefa que a educação compartilha da responsabilidade.

## **DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS**

Os dados da pesquisa encontram-se disponíveis no próprio corpo do artigo.

## **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES**

O autor declara não existir conflito de interesses com a publicação do artigo.

## **DECLARAÇÃO DE AUTORIA**

ÂNGELO FRANCKLIN PITANGA: Administração do Projeto, Análise Formal, Conceituação, Gerenciamento de Dados, Escrita – Primeira versão, Validação.

## **REFERÊNCIAS**

Alabi, O.A., Ologbonajeye, K.I., Awosolu, O., & Alalade, O.E. (2019). Public and Environmental Healths effects of plastic wastes disposal: A review. *Journal of Toxicology and Risk Assessment*. 5(1) p. 1-13. <https://doi.org/10.2393/2572-4061.1510021>.

Araújo, J.L., Moraes, C., & Paiva, J.C. (2023). A ciência cidadã na promoção da conscientização químico-ambiental dos alunos, no contexto da poluição marinha por (micro)plásticos. *Revista Electrónica Educare*. 27(1), p. 1-21. <https://doi.org/10.15359/ree.27-15845>.

- Barcelos, V. (2003). “Mentiras” que parecem “verdades”: Re(pensando) a educação ambiental no cotidiano escolar. *In*. Zakrzewski, S. B. (Org). *A educação ambiental da Escola: Abordagens Conceituais* (p. 81-89). Erichim: Edifapes.
- Castro, M.H.G. (2021). Prefácio. *In*. Ramos, M.N. *Sem educação não haverá futuro: Uma radiografia das lições, experiências e demandas deste início do século 21*. São Paulo: Moderna.
- Charlton-Howard, H., Bond, A.L., Rivers-Auty, J., & Lavers, J.L. (2023). ‘Plasticosis’: Characterising macro- and microplastics-associated fibrosis in seabird tissues. *Journal of Hazardous Materials*. 450, p. 1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131090>.
- Cherr, G.G., Oliveira, T.A.L., Scapin, A.L., & Silveira, M.P. (2018). Estudo dos polímeros em uma perspectiva CTSA: Desenvolvendo valores por meio do tema “Química dos Plásticos”. *Revista Valore*, Volta Redonda. 3, Edição Especial, p. 14-25. <https://doi.org/10.22408/rev30201813214-25>.
- Corrêa, T.H.B., & Barbosa, N.A. (2018). Educação Ambiental e consciência planetária: Uma necessidade formativa. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*. 35(2), p. 126-136, mai./ago.
- Diana, Z. *et al.* (2022). A transdisciplinary approach to reducing global plastic pollution. *Frontiers in Marine Science*. 9, p. 01-08. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1032381>.
- Ericson, M. (2023). A growing plastic smog, now estimated to be over 170 trillion plastic particles afloat in the world’s ocean - Urgent solutions required. *Plos One*. 18(3), p. 1-12, March. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281596>.
- Ferreira, P.A., & Pereira, A.S. (2018). O ensino de polímeros por meio da estratégia dos três momentos pedagógicos. *Chemical Education in Point of View*. 2(2), p. 87-97. <https://doi.org/10.30705/eqpv.v2i2.1067>.
- França, D., Chiaregato, C.G., Ulrich, G.D., Veloso, H.B., Messa, L.L., Angelo, L.M., Pereira, T.S., & Faez, R. (2022). As faces dos plásticos: uma proposta de aula sobre sustentabilidade. *Química Nova na Escola*. 43(3), p. 277-286, ago. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160320>.
- GAIA. (2018). Recycling is not enough: It’s time to rethink how to solve the plastic waste crisis. *Zero Waste Europe*. 22, p. 1-7, jan. Disponível em: [www.no-burn.org/wp-content/uploads/Recycling-is-Not-Enough-UPDATE.pdf](http://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Recycling-is-Not-Enough-UPDATE.pdf). Acessado em: 06/03/2023.
- Lau, W.W.Y. *et al.*, (2020). Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. *Science*. 369, p. 1455-1461. <https://doi.org/10.1126/science.aba9475>.
- López-Fernández, M.D.M., González-García, F., & Franco-Mariscal, A.J. (2021). Should We ban single-use plastics? A role-playing game to argue and make decisions in a grade-8 school chemistry class. *Journal Chemical Education*. 98(12), p. 3947-3956. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00580>.
- López-Fernández, M.D.M., González-García, F., & Franco-Mariscal, A.J. (2022). How can socio-scientific issues help develop critical thinking in chemistry education? A reflection on the problem of plastics. *Journal Chemical Education*. 99(10), p. 3435-3442. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00223>.
- Miranda, J.L., Gomes, F., Almeida, C.D., & Gerpe, R. (2018). O Antropoceno, a Educação Ambiental e o Ensino de Química. *Revista Virtual de Química*. 10(6), p. 1990-2004. <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.201880126>.
- Mól, G.S. (2017). Pesquisa Qualitativa no Ensino de Química. *Revista Pesquisa Qualitativa*, São Paulo 5(9), p. 495-513. <http://dx.doi.org/10.21527/2179-1309.2016.100.33-55>.
- Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: A compreensão possibilidade pela Análise Textual Discursiva. *Ciência & Educação*, 9(2), p.191-211. Disponível em: [scielo.br/j/ciedu/a/SJKF5m97DHYkhL5pM5tXzj/?format=pdf&lang=pt](http://scielo.br/j/ciedu/a/SJKF5m97DHYkhL5pM5tXzj/?format=pdf&lang=pt).
- Moraes, R., & Galiazzi, M.C. (2011). *Análise Textual Discursiva*. 2 ed rev. Ijuí: ed. Unijuí.
- Morais, C., Ferreira, A.J., & Araújo, J.L. (2021). Qualitative polymer analysis lab through inquiry-based. *Educación Química*, 32(1), 85-99. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.1.75770>.
- Morin, E. (2007). *Educação e Complexidade: Os sete saberes e outros ensaios*. 4ª ed. São Paulo: Cortez.
- Morin, E. (2011). *Introdução ao Pensamento Complexo*. 4ª ed. Porto Alegre: Sulinas.



- Morin, E. (2015). *Ensinar a viver: Manifesto para mudar a educação*. Porto Alegre: Sulinas.
- Organização das Nações Unidas, (ONU). (2019). *Desafio mares Limpos*. Disponível em: <https://www.menoslixo.com.br/mares-limpos>. Acessado em: 18 de março de 2019.
- Pitanga, A.F. (2020). *Formação de Professores: Pensamentos múltiplos e Paralelos - Buscando Superar as Visões Epistemológicas Modernas*. Aracaju: EDIFS.
- Pitanga, A.F. (2021). *A necessária ruptura com as práticas tradicionais de ensino: Fundamentos teóricos a partir da Pedagogia 5Cs*. Curitiba: CRV.
- Pitanga, A.F. (2022). Disruptores Endócrinos Uma Jornada temática referenciada na Pedagogia 5Cs: Criticidade, Conhecimento Científico, Criatividade, Colaboração e Cidadania. *Experiências em Ensino de Ciências*. 14(1), p. 243-261. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/issue/view/56>.
- Rocha, L.B., Santos, B.L.S.R., & Pitanga, A.F. (2019). A utilização de desenhos como instrumento de análise de visões ambientais de alunos do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*. Ponta Grossa. 12(1), p. 293-310, jan./abr. <http://doi.org/10.3895/rbect.v12n1.7511>.
- Schiffer, J.M., Lymam, J., Byrd, D., Silverstein, H., & Halls, W.D. (2020). Microplastics outreach program: A systems-thinking approach to teach high school students about the chemistry and impacts of plastics. *Journal Chemical Education*. 97(1), p. 137-142. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b.00249>.
- Sordi, J.O. (2012). *Os sentidos do verde nas páginas de Zero Hora*. 131f. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Informação) – Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Souza, A.B., Santos, A.C., Santana, J.A., & Cruz, M.C.P. (2022). Plástico no mar: Polímeros à deriva! *Química Nova na Escola*. 43(3), p. 320-329, ago. <http://dx.doi.org/10.21577/01004-8899.20160284>.
- Suart, R.C. et al. (2013). Utilização de redações como metodologia avaliativa de estudantes brasileiros do Ensino Médio de Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. número extra, p. 3467-3471, set. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308484>.
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R.M. (2021). Promover o pensamento crítico e criativo no ensino das ciências: Propostas didáticas e seus contributos em alunos portugueses. *Investigações em Ensino de Ciências*. 26(1), p. 70-84. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p70>.
- Vermeer, D. (2023). Por que a reciclagem não resolve o desafio do uso excessivo de plástico. [Entrevista concedida a] Marina Filippe. *Exame*, São Paulo, p. s/n. Disponível em: <https://exame.com/esg/dan-vermeer-por-que-a-reciclagem-nao-resolve-o-desafio-do-uso-excessivo-de-plastico/>. Acessado em: 18 de março 2023.
- Vilela, R.B., Ribeiro, A., & Batista, N.A. (2020). Nuvem de palavras como ferramenta de Análise de Conteúdo: Uma aplicação aos desafios do Mestrado Profissional do Ensino na Saúde. *Millenium*. 2(11), p. 29-26. <https://doi.org/10.29352/milli0211.03.00230>.
- Waard, E.F., Prins, G., & Joolinger, W.R.V. (2020). Pre-university students' perceptions about the cycle life of bioplastics and fossil-based plastics. *Chemistry Education Research and Practice*. 21, p. 908-921. <https://doi.org/10.1039/C9RP00293F>.
- Wenzel, J.S., & Maldaner, O.A. (2014). A significação conceitual pela escrita e reescrita orientada em aulas de química. *Química Nova*. 37(5), p. 908-914. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.201040146>.
- Wenzel, J.S., & Maldaner, O.A. (2016). A prática da escrita e da reescrita orientada no processo de significação conceitual em aulas de química. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte. 18(2), p. 129-146, mai-ago. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172016180206>.

## NOTAS

- 1 Por volta de 1930, a baquelite já era largamente utilizada, especialmente em confecções, comunicação e nas indústrias automotiva e eletrônica (Alabi *et al.*, 2019).
- 2 Ainda tem os nanoplásticos que são fragmentos desses materiais com tamanho menor que ( $\leq 100$  nm) (Diana *et al.*, 2022).
- 3 *Critical thinking*, traduzindo, pensamento crítico é um dos fundamentos teóricos constituintes da pedagogia 5Cs, contudo, utilizamos o termo criticidade no intuito de criarmos a sigla 5Cs. A literatura do ensino de ciências ainda traz os fundamentos de pensamento sistêmico (Schiffer *et al.*, 2020).
- 4 *Greenwashing*, ou mentira verde, representa a apropriação injustificada de virtudes ambientalistas por parte de pessoas e empresas, por meio da utilização de marketing e relações públicas.
- 5 Inicialmente os alunos produziram seus textos como instrumento de avaliação da unidade. Depois de corrigidos e entregues os resultados, foi solicitado, que por livre e espontânea vontade, aqueles que quisessem, devolvessem os textos para análise e escrita de um artigo científico, tendo como resultado a entrega de 34 textos.
- 6 Para ampliar os conhecimentos sobre as categorias analíticas, para além dos livros de Edgar Morin contidos nas referências, sugerimos as leituras das obras: Rumo ao Abismo? Ensaio sobre o destino da humanidade (2011); O Método: O conhecimento do Conhecimento (1996); todas do referido autor.
- 7 Os excertos selecionados e suas transcrições só tiveram correções de acentuação e erros de grafia, por demais eles mantêm suas características originais.

### Ângelo Francklin Pitanga

Licenciado e Mestre em Química pela Universidade Federal de Sergipe; Doutor em Educação pela Universidade Federal de Sergipe. Professor do Instituto Federal de Sergipe/Campus Lagarto-Sergipe. Docente dos programas de Mestrado ProfEPT/IFS e ProfCiamb/UFS.

E-mail: angelo.pitanga@ifs.edu.br

#### Contato:

Ângelo Francklin Pitanga  
Instituto Federal de Sergipe | Campus Lagarto  
Estr. da Barragem, 286 - Jardim Campo Novo  
Lagarto - SE | Brasil  
CEP 49400-000

#### Editor responsável:

Rosana Louro Ferreira Silva

#### Contato:

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais – CECIMIG  
Faculdade de Educação – Universidade Federal de Minas Gerais  
revistaepc@gmail.com

O CECIMIG agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pela verba para a editoração deste artigo.