

## **DISRUPTORES ENDÓCRINOS UMA JORNADA TEMÁTICA REFERENCIADA NA PEDAGOGIA 5Cs: CRITICIDADE, CONHECIMENTO CIENTÍFICO, CRIATIVIDADE, COLABORAÇÃO E CIDADANIA**

*Endocrine Disruptors: A Thematic Journey referenced in 5Cs Pedagogy: Criticality, Scientific Knowledge, Creativity, Collaboration and Citizenship*

**Ângelo Francklin Pitanga** [afpitanga2@gmail.com]  
*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS)*  
*Rodovia Lourival Baptista s/n, Povoado Carro Quebrado, Lagarto (SE)*

Recebido em: 02/06/2021

Aceito em: 16/12/2021

### **Resumo**

O manuscrito em tela visa apresentar um relato de sala de aula desenvolvido no Instituto Federal de Sergipe (IFS), *Campus* Lagarto, objetivando avaliar a contribuição desse estudo com o processo formativo de alunos do 3º ano do Ensino Médio, partindo de uma Jornada Temática que fora elaborada tendo como referência a pedagogia 5Cs. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa, particularmente de uma pesquisa-ação, que contou com a participação de 27 sujeitos entre os meses de setembro e novembro de 2019. A investigação foi proposta com referência na análise textual discursiva. Quanto aos dados, eles apontam que o projeto desenvolvido foi contributivo nos processos formativos dos sujeitos participantes, e que a pedagogia 5Cs representa um constructo teórico com diversas potencialidades para superar as práticas tradicionais de ensino e, além disso, garantir experiências educativas em consonância com as demandas da sociedade para o século XXI.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências; Pedagogia 5Cs; Jornadas Temáticas; Disruptores Endócrinos.

### **Abstract**

The manuscript on screen aims to present a classroom report developed at the Federal Institute of Sergipe (IFS), *Campus* Lagarto. Aiming to evaluate the contribution of this study to the formative process of students of the 3rd year of High School starting from a Thematic Journey that was elaborated having as reference the 5Cs pedagogy. Methodologically, this is a qualitative research, particularly an action research involving 27 subjects between September - November 2019. The analysis was proposed with reference to the textual analysis and the data pointed out that the project developed was contributory in the training processes of the participating subjects and the 5Cs pedagogy represents a theoretical construct with many potentialities to overcome traditional teaching practices and guarantee educational experiences in line with the demands of society for the 21st century.

**Keywords:** Science Teaching; 5Cs Pedagogy; Thematic Journey; Endocrine Disruptors.

## Introdução

Disruptores Endócrinos, ou ainda desreguladores endócrinos (DE), são conceituados pela *Endocrine Society* como “substâncias químicas exógenas [não-naturais], ou mistura de substâncias químicas que interferem na ação hormonal” (Gore *et al.*, 2014, p. 1). Eles possuem relação direta com o sistema endócrino, que diz respeito a um complexo sistema bioquímico formado por oito glândulas que são responsáveis pela produção de hormônios. Estes, por sua vez, “são substâncias químicas naturais, produzidas em células dentro de uma glândula e liberados na corrente sanguínea, onde são transportados até alcançar um tecido ou órgão-alvo (Gore *et al.*, 2014, p. 1).

Fazem parte desse grupo de contaminantes um conjunto específico de substâncias químicas (sintéticas ou naturais) capazes de simular ou alterar o sistema hormonal de seres humanos e animais, prejudicando o funcionamento normal dos sistemas imunológico, nervoso e endócrino, denominados interferentes endócrinos, disruptores endócrinos ou desreguladores endócrinos (Pontelli, Nunes & Oliveira, 2016).

A literatura recorrente descreve a existência de boas razões para suspeitar que nos últimos 20 anos a crescente produção e utilização de substâncias químicas pode estar relacionada com doenças pediátricas, entre elas: puberdade feminina precoce, câncer testicular, leucemia, criptorquidia, distúrbios neurocomportamentais e outros (Gore *et al.*, 2014). Pontelli, Nunes e Oliveira (2016) descrevem que os efeitos à exposição a elas têm aumentado a prevalência de distúrbios como: obesidade, hipertireoidismo, déficit de atenção, distúrbios respiratórios, e salientando ainda citam os registros sobre as consequências dos Disruptores Endócrinos em espécies selvagens como: redução da fertilidade, anomalias do sistema reprodutivo e alterações comportamentais.

A lista de substâncias classificadas como DE não é pequena e inclui compostos químicos que apresentam um largo espectro de finalidades, tais como: *Ftalatos* – aditivos para deixar os plásticos maleáveis: butilbenzil ftalato (BBP); dimetil ftalato (DMP); *Inseticidas* - DDT, DDE, carbofurano; *Herbicidas* - atrazina; *Pesticidas* - lindane; *Bifenilas Policloradas* (PCBs) – fluídos isolantes não propagadores de chamas; *Bisfenol A* – intermediário da produção de plásticos; *Parabenos* – conservantes utilizados em cosméticos; *Agentes farmacêuticos* – dietilestilbestrol, 17 $\alpha$  etenilestradiol; Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PHAs), e tantos outros (Bila & Dezotti, 2007; Gore *et al.*, 2014; Pontelli, Nunes & Oliveira, 2016).

Muitos desses compostos, pelas mais diversas rotas, acabam contaminando o ambiente, em especial os recursos hídricos, e de modo mais preocupante, as reservas de água disponíveis para o consumo humano. Assim, diante dessa problemática, os Processos Oxidativos Avançados (POAs) e Processos Eletroquímicos Oxidativos Avançados (PEOAs)<sup>1</sup> têm se destacado como tecnologias limpas e eficientes que permitem reduzir, ou ainda eliminar, contaminantes encontrados no meio aquático, uma vez que os métodos tradicionais de tratamento são ineficientes para a completa degradação (Pontelli, Nunes & Oliveira, 2016; Autor 1 *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o presente manuscrito se orientou a partir da seguinte questão norteadora: É a pedagogia 5Cs um constructo teórico adequado e suficiente para superar as tradicionais práticas de ensino? E daí, objetivou analisar possíveis contribuições ao para o processo formativo de alunos do 3º ano do Ensino Médio acerca do conteúdo Disruptores Endócrinos, partindo de uma Jornada Temática que fora elaborada tendo como referência a pedagogia supracitada.

<sup>1</sup>Sugerimos as leituras dos artigos de Pitanga *et al.* (2017) e Ferreira *et al.* (2018) os quais descrevem procedimentos de experimentos de Processos Oxidativos Avançados que podem ser reproduzidos em salas de aulas do ensino médio, como também, conteúdos químicos que podem ser trabalhados a partir das discussões desses temas.

## Fundamentos Teóricos da Pedagogia 5Cs

O objetivo da educação é possibilitar às pessoas a compreensão do mundo à sua volta e de seus talentos a fim de que se tornem cidadãos plenos, ativos e solidários (Robinson & Aronica, 2019, p. 7).

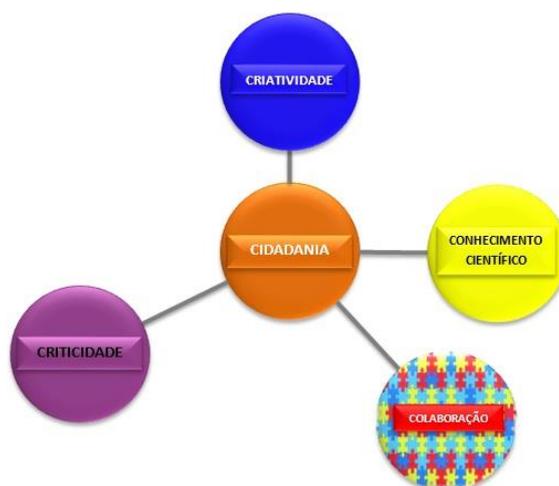
No que se refere à Pedagogia 5Cs – Criticidade; Colaboração; Criatividade; Conhecimento Científico e Cidadania – ela é apresentada como uma pedagogia disruptiva, uma vez que almeja superar as predominantes práticas tradicionais de ensino e as visões epistemológicas modernas, marcadamente presentes nas narrativas e rotinas dos professores. Trata-se de uma pedagogia alicerçada na relação articulada em três dimensões: Epistemológica – Metodológica - Axiológica (Pitanga, 2019; 2020a; 2021).

Na sua dimensão Epistemológica é orientada por fundamentos como a Teoria da Complexidade e o Pensamento Complexo, em Edgar Morin; A inter e a transdisciplinaridade, em Basarab Nicolescu; A epistemologia e a Complexidade Ambiental, em Enrique Leff; Na Educação Ambiental Crítica: Mauro Guimarães, Isabel Carvalho e tantos outros pensadores; No Ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); Na Química Verde e o referencial teórico de Adélio Machado (2014). É alicerçada em filosofias contemporâneas que têm como iniciativa apresentar um caminho que permita superar as arraigadas, e por sua vez criticadas, Visões Epistemológicas Modernas. E por conta de seus elementos teóricos constituintes, de acordo com Santos (2008), pode ser categorizada na corrente pedagógica holística.

Na dimensão Metodológica, fundamenta-se na tentativa de superar o equívoco que reduz técnicas de ensino à pedagogia, como também de apresentar caminhos alternativos para superar as predominantes práticas tradicionais, centradas na figura do professor, no ensino propedêutico e na memorização. Para isso, orienta-se no nível didático a partir da Transversalidade e da inserção de Jornadas Temáticas (Morin, 2007), fiados na ideia de que os temas são em si multidimensionais, e que o desenvolvimento dos mesmos nas atividades escolares tende a conferir à educação um caráter formativo, e não informativo (Pitanga, 2019; 2020a; 2020b).

Já na dimensão Axiológica tenciona proporcionar uma educação voltada para a Cidadania Planetária e Democrática, tendo em vista a educação em um mundo onde prevalecem comportamentos fundados nas ideias da racionalidade econômica, e que se dinamiza em uma ordem mundial capitalista onde até os homens são objetificados, submersos na futilidade do ter e na fugacidade do ser. As nefastas consequências desse sistema podem ser vistas através das várias externalidades. É desse cenário que emerge a importância de propiciar uma educação que garanta às pessoas condições para repensarem comportamentos, racionalidades e atitudes direcionadas para a construção de histórias de vidas voltadas para um mundo socialmente mais justo, formado por pessoas realmente livres, solidárias e felizes.

A pedagogia 5Cs é um constructo teórico elaborado a partir da articulação de três dimensões: Epistemológica – Metodológica – Axiológica; e dos cinco elementos basilares: *Criticidade, Conhecimento Científico, Cidadania, Colaboração e Criatividade* (ilustrados pela figura 1 a seguir); todos meticulosamente selecionados e impulsionadores para a tarefa de: Superar visões epistemológicas modernas e as predominantes práticas tradicionais de ensino (Pitanga, 2019; 2020a; 2020b; 2021), sinteticamente abaixo apresentados.



**Figura 1.** Imagem Ilustrativa da Pedagogia 5Cs.  
Fonte: (Pitanga, 2021).

A pedagogia 5Cs, desde sua origem, não foi concebida como uma proposta de didática instrumental, ou seja, um método ou técnica de ensino. Para além disso, foi formulada como uma pedagogia disruptiva, caracterizada pela abertura e incompletude. Quanto aos Cs, não há hierarquia entre eles, sendo todos de igual importância e ocupando o mesmo *status*, pois esta é uma pedagogia fundada nos princípios da dialogicidade e recursividade. Sendo assim, observa-se um processo retroalimentativo entre os Cs, em função das suas complementaridades (Pitanga, 2019).

A *Criticidade* emerge das provocações de Machado (2014) quando aponta para os riscos inerentes às formações acadêmicas lineares que, segundo o autor, são insuficientes para atender às demandas dos problemas atuais, que são complexos por natureza. Inquietados por essas colocações, depois de muitas pesquisas, ancoramo-nos nas ideias de Complexidade e Pensamento Complexo propostas por Morin (2007; 2011a). Segundo Morin, prevalecem nas universidades as formações circunscritas em um pensamento simplificado, que é reducionista e promove leituras míopes da realidade, uma vez que são unidimensionais e insuficientes para enfrentar os problemas hodiernos. Como afirma o pensador, as formações científicas nos oferecem ferramentas cognitivas ultrapassadas para lidar com os complexos problemas provocados pela modernidade (Morin, 2011a).

O conhecimento científico representa uma forma de pensar que vem sendo construída pela humanidade ao longo de sua história. Ele tem sua importância reconhecida, fato! Contudo, as críticas emergem aos seus desdobramentos nos espaços escolares, onde essa forma de conhecer é marcadamente predominante, levando ao estabelecimento de concepções que tendem a vê-lo como axiomático. Ao longo do tempo, o conhecimento científico acabou repercutindo nas salas de aula através de um ensino propedêutico, enciclopédico e verboso. Consequentemente, observa-se que, equivocadamente, os professores priorizam os conteúdos na expectativa de que os alunos absorvam por meio da memorização.

Corroboramos e advogamos o que Santos (2008) tem proposto, que é uma mudança conceitual quanto ao conhecimento científico, em que o mesmo não seja mais concebido como algo neutro, imutável, estático e universal, que deve ser adquirido por meio de processos psicopedagógicos de transmissão-recepção. De modo contrário, O conhecimento deve ser concebido como histórico, não-neutro, dinâmico e provisório, pois “O conhecimento nunca é definitivo, mas um produto da humanidade, estando sempre ligado a circunstâncias históricas, que são dinâmicas como o são os indivíduos que o vivenciam e o projetam” (Santos, 2008, p. 76).

Com vistas a atender as demandas da educação para o século XXI, faz-se urgente e necessário superar o ensino voltado exclusivamente para o desenvolvimento de aprendizagens acadêmicas, desconsiderando ou marginalizando outras formas de aprender. E nesse sentido, devemos inserir nessa conjuntura experiências educativas que proponham aprendizagens colaborativas e contextualizadas de situações do mundo real. Assim, preparar os alunos para a vida após a escola, ajudá-los a construir recursos mentais, emocionais, sociais e estratégicos para gostar de desafios e lidar bem com a incerteza e a complexidade.

No intuito de superar as práticas tradicionais de ensino e, de modo especial, colocar os alunos na condição de produtores de seus conhecimentos, mediante o entendimento de que os espaços escolares devem propiciar experiências educativas que garantam aprendizagens para além das acadêmicas, a *Criatividade* é inserida nessa seara. Esse elemento basilar está suportado nas ideias de proporcionar uma educação voltada para o século XXI, pois, infelizmente ainda prevalecem nos ambientes escolares práticas do século XIX.

A inserção da criatividade consiste em oferecer experiências educativas que impulsionem o desenvolvimento da autonomia, autodeterminação e imaginação, oportunizando estratégias voltadas para a solução dos problemas mediante a superação do pensamento linear de causa e efeito, das estruturas rígidas e imutáveis, das situações de autoritarismo, dos julgamentos estereotipados, de excesso de formalismo, indisciplina, medo de cometer erros e falta de confiança. O que é possível porque a inserção da criatividade proporciona condições pedagógicas que harmonizam os ambientes escolares (Magalhães, 2019). Aliado a isso, os professores passam a trabalhar como dinamizadores e os alunos ocupam posição ativa: a centralidade do desenvolvimento das atividades escolares e do processo de aprendizagem.

A *Colaboração* é um elemento basilar que objetiva desenvolver habilidades socioemocionais, alicerçadas nas ideias de Gardner (1995). Tem como referência as propostas de trabalhos em grupos que garantam construções coletivas, propiciando atividades envolvendo partilhas, tais como: socialização de informações e experiências de vidas. São trabalhos que auxiliam no desabrochar das inteligências relacionais, consideradas como centrais para a educação do século XXI, a citar: a intrapessoal (autoconhecimento, automotivação e controle emocional); e a interpessoal (reconhecimento de emoções de outras pessoas e habilidades em relacionamentos). Ademais, os trabalhos em grupos visam desenvolver habilidades como interação, compartilhamento, respeito às singularidades e controle das emoções, sempre objetivando construir autonomia e maturidade dos envolvidos (Anastasiou & Alves, 2004).

Já em relação à *Cidadania*, no âmbito da pedagogia 5Cs, ela está circunscrita na dimensão axiológica, ou seja, no sentido de propiciar educação de qualidade com vistas à formação de uma cidadania planetária e democrática (Morin, 2000), almejando desenvolver atitudes, valores e comportamentos alinhados com sentimentos nobres, tais como: igualdade, fraternidade, esperança, respeito, paz, ética, e tantos outros. Nessa perspectiva, tem a educação como um instrumento de transformação que permite libertar as pessoas das algemas da ignorância, pois, como afirma Morin (2000), somos semelhantes entre si, já que não passamos de recombinações de bilhões de átomos surgidos a bilhões de anos atrás.

## Metodologia

A pesquisa em tela foi desenvolvida tomando como referência a abordagem qualitativa, por conta de ser uma pesquisa: exploratória, descritiva e interpretativa, que segundo Mól (2017), tem como foco a compreensão dos significados dos fenômenos a partir das vivências dos sujeitos envolvidos, levando em consideração tempos e espaços de atuações e reflexões. A metodologia qualitativa posiciona a educação como processo interativo e dinâmico, que acontece entre mútuas relações envolvendo docentes, discentes e conteúdos científicos (Mól, 2017).

Quanto aos procedimentos adotados, trata-se de uma pesquisa-ação, pois, parte do princípio de que pesquisa e ação podem coexistir, objetivando transformar práticas existentes. Portanto, assume-se uma direção intencional, visando provocar mudanças de aspectos de determinado grupo social (Mól, 2017). E no caso específico de pesquisas acerca do ensino de ciências, tem a intenção de provocar melhoras nas práticas educativas, em especial naquelas voltadas para a formação de professores, devido ao fato da imersão do pesquisador no grupo em estudo.

A jornada foi desenvolvida com base nas ideias de estratégias de ensinagem, referindo-se aos meios ou processos que o professor utilizará em sala de aula, ou “como arte de aplicar ou explorar os meios e condições favoráveis e disponíveis, visando à efetivação da aprendizagem” (Anastasiou & Alves, 2004, p. 69). Ainda sobre o conceito, discorrem as autoras:

O docente deve propor ações que desafiem ou possibilitem o desenvolvimento das operações mentais. Para isso organiza os processos de apreensão de tal maneira que as operações de pensamento sejam despertadas, exercitadas, construídas, flexibilizadas pelas necessárias rupturas, através da mobilização, da construção e das sínteses, sendo essas a serem vistas e revistas, possibilitando ao estudante sensações ou estados de espíritos carregados de vivências pessoais e de renovação. Nisso o professor deverá ser um verdadeiro estrategista o que justifica a adoção do termo estratégia, no sentido de estudar, selecionar, organizar e propor as melhores ferramentas facilitadoras para que os estudantes se apropriem do conhecimento (Anastasiou & Alves, 2004, p. 69).

Incentivados pelo conceito de estratégia contido em Anastasiou e Alves (2004), buscamos desenvolver as aulas de ciências fundadas teoricamente nas jornadas temáticas, que consistem na inserção e discussão de grandes temas, como: mundo, terra, vida, humanidade, artes, conhecimento, entre outros (Morin, 2007). A estratégia de organizar as atividades de sala em jornadas temáticas, nutre-se da ideia de propor abordagens de conhecimentos como uma maneira para a resolução de problemas.

As jornadas temáticas emergem da crítica quanto à organização e estruturação dos espaços educativos, e sua subordinação, quase que incondicional, ao disciplinarismo e à especialização. De acordo com Morin (2007), o pensamento que fragmenta e isola permite que os especialistas apresentem grandes desempenhos em seus compartimentos, e assim colaborem de modo eficaz nos setores não complexos do conhecimento, o que, ainda segundo o autor, nessa época de mundialização, é uma forma inadequada de pensar e lidar com os grandes problemas, pois estes são transversais, multidimensionais e planetários (fome, poluição, violência, corrupção, desigualdade, imigração, etc.). Todos interligados, e tendo em seu cerne as externalidades da ordem global hegemônica.

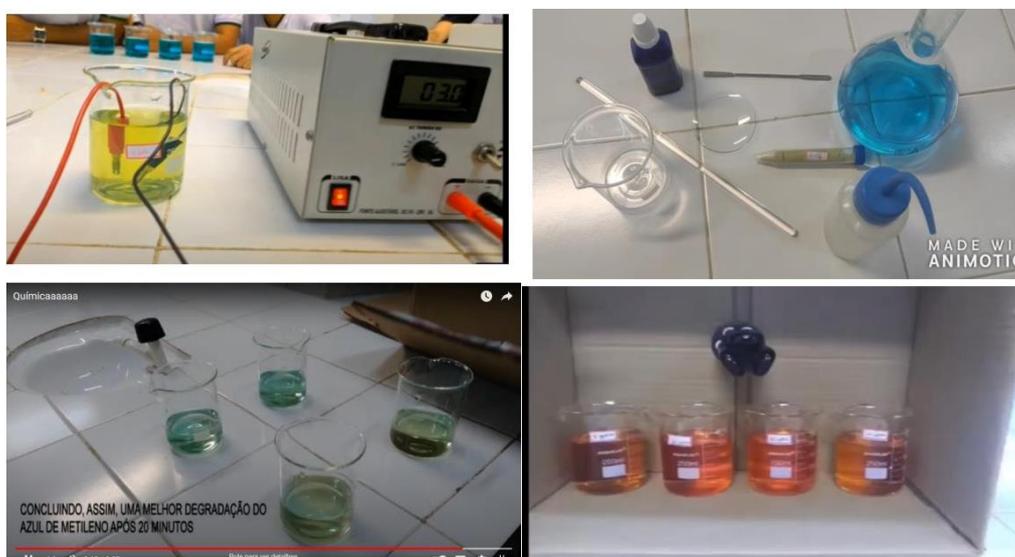
A pedagogia 5Cs se alicerça na oportunidade de oferecer aos alunos um largo espectro de experiências educativas com foco na inovação, resolução de problemas, criatividade, pensamento crítico, colaboração, comunicação e no conhecimento aprofundado de temas (Pitanga, 2019). Assim, a intervenção didática apresentada foi desenhada em sete (7) momentos, de 1h40min de duração cada, descritos no quadro 1 abaixo. Contou com a efetiva participação de 27 alunos do 3º ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Sergipe, *Campus Lagarto*, e aconteceu entre os meses de setembro - novembro do ano de 2019.

**Quadro 1.** Descrição dos momentos da intervenção didática.

Encontros	Descrição das atividades
1º Momento: Apresentação do projeto – leitura e discussão do texto.	<p>- Foi apresentado aos alunos a ideia do projeto e algumas informações importantes para o seu desenvolvimento.</p> <p>- Leitura e discussão do texto: <i>Disruptores Endócrinos: Um perigo silencioso e pouco conhecido</i>.</p>
2º Momento: Apresentação de vídeos, debate e socialização de conhecimentos sobre os Disruptores Endócrinos e Agrotóxicos.	<p>- Em sala, foram apresentados os vídeos disponíveis no YouTube:</p> <p>2.1. Agrotóxicos salvam vidas: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-2kWYWzHM98">https://www.youtube.com/watch?v=-2kWYWzHM98</a></p> <p>2.2. Glifosato planejadamente um assassino: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=wL6PdkKFniQ">https://www.youtube.com/watch?v=wL6PdkKFniQ</a></p> <p>2.3. O que são dos disruptores endócrinos: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zHI3QYUvozU">https://www.youtube.com/watch?v=zHI3QYUvozU</a></p> <p>2.4. Como atuam os disruptores endócrinos: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=WtHJP0_xZ9Y">https://www.youtube.com/watch?v=WtHJP0_xZ9Y</a></p>
3º Momento: Atividade de sensibilização através da investigação de rótulos e apresentação de proposta de experimentação.	<p>- Aos alunos foi solicitado que escolhessem um rótulo de algum produto de seu cotidiano, e que a partir da leitura pudessem identificar e elencar substâncias classificadas como disruptores que estivessem presentes na composição.</p> <p>- A ideia do projeto era articular a discussão do tema com os conteúdos científicos de reações de oxidação. Com isso, os alunos foram divididos em grupos cujo objetivo era realizar a degradação de corantes utilizando Processos Oxidativos Avançados (POAs) e Processos Eletroquímicos oxidativos Avançados.</p>
4º Momento: Laboratório de Criação (depois dessa divisão, os grupos tiveram um mês para desenvolver seus experimentos. As atividades eram realizadas em turnos contrários, conforme combinação entre os alunos e o professor).	<p>- Os laboratórios de criação foram momentos estabelecidos para que os grupos pudessem desenvolver as atividades experimentais. Estando o laboratório de portas abertas, os grupos poderiam agendar com o professor os horários para a realização das atividades (figura 2, a seguir).</p>
5º Momento: Laboratório de Criação.	<p>- Os grupos divididos ficaram na incumbência de realizar procedimentos experimentais através de POAs e PEOAs para degradar os corantes azul de metileno e amarelo de tartrazina, referenciados na literatura:</p> <p>1) Adaptação Metodológica de Processos Oxidativos Avançados (POAs) na degradação de corantes para aulas experimentais de Ensino Médio (Pitanga <i>et al.</i>, 2017).</p> <p>2) Corantes: Uma Abordagem com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) usando Processos Oxidativos Avançados (FERREIRA <i>et</i></p>

	<i>al.</i> , 2018). 3) Adaptação de metodologia analítica para degradação do corante alaranjado de metila por meio de processos oxidativos avançados (BAINESE <i>et al.</i> , 2019).
6º Momento: Apresentações e discussões sobre os vídeos produzidos.	- Neste momento, os alunos apresentaram os vídeos que foram elaborados, reproduzindo os experimentos do laboratório. As produções foram disponibilizadas no canal do YouTube: Vivências no Ensino de Ciências.
7º Momento: Resolução do questionário de pesquisa e encerramento das atividades.	- Os alunos responderam a um questionário de pesquisa contendo seis perguntas, e o professor realizou o encerramento das atividades.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).



**Figura 2.** Slides obtidos dos vídeos produzidos pelos alunos dos experimentos de degradações dos corantes, disponíveis no canal do YouTube: Vivências no Ensino de Ciências (Elaborado pelo autor, 2021).

Os dados aqui apresentados, foram extraídos a partir da resolução do questionário de pesquisa (em anexo) que compôs o 7º Momento, contendo seis questões discursivas, além das impressões obtidas por conta da condição de professor-pesquisador do docente regente da turma. Os sujeitos aceitaram participar da intervenção didática mediante assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e a garantia da manutenção dos sigilos, sendo designados pelas representações de A1 ... A27. Os dados não foram suficientes para que categorias analíticas fossem estabelecidas, sendo assim, o processo de tratamento deu-se a partir das análises das respostas das questões individuais, ou de grupo de questões que tinham sentidos semelhantes, em conformidade com fundamentos da Análise Textual Discursiva (ATD) (Morales & Galiazzi, 2011).

## Resultados e Discussão

### A Questão de número 1.

Em um primeiro momento, os alunos foram indagados acerca de seu conhecimento prévio sobre disruptores endócrinos, e que justificassem se as atividades relacionadas ao tema tinham sido úteis aos seus conhecimentos cotidianos. Todos os sujeitos responderam a essa questão, sendo que 93% relataram desconhecer o tema. Para os demais, a forma como o tema fora abordado, tinha trazido contribuições úteis ao seu dia-a-dia, em especial no que diz respeito à alimentação e o consumo de produtos industrializados, conforme os excertos abaixo<sup>2</sup>:

[A7] Antes das aulas eu não conhecia o debate acerca dos disruptores endócrinos. As atividades desenvolvidas em sala de aula foram de suma importância para a minha elucidação. Agora, ao ir ao supermercado, verifico todos os rótulos na tentativa de evitar ao máximo os disruptores.

[A18] Antes das aulas eu não tinha conhecimento sobre os disruptores endócrinos. Entretanto, após o início das pesquisas sobre o assunto, achei muito interessante, considerando que estes compostos estão presentes em muitas coisas do cotidiano.

[A24] As atividades foram importantes porque possibilitou o conhecimento sobre os alimentos consumidos e produtos usados no dia-a-dia, sabendo um pouco sobre a composição desses produtos e alimentos, e como eles afetam as nossas vidas.

Silva (2019), em seu estudo dissertativo, aponta para a escassez de pesquisas que envolvem a temática sobre DE. E estas, por sua vez, são prevalentemente desenvolvidas por professores de ciências/biologia para abordar o sistema endócrino. Em seu turno, são ainda mais parcas as pesquisas que envolvem o ensino de química e as discussões em torno dos DE. E de modo generalizado, essa constatação nos leva a estabelecer uma correlação com os dados aqui encontrados, onde 93% dos sujeitos afirmaram não ter conhecimento sobre esse tema.

Ainda nessa seara, os dados obtidos por Dellarazi, Rocha Filho e Borges (2010), com graduandos de ciências biológicas, assim como os achados que foram apontados por Dalagnol *et al.*, (2016) junto a alunos de 1º e 2º anos do Ensino Médio, coadunam com os aqui apresentados, pois ambos também constataram que mais de 90% dos sujeitos da pesquisa desconheciam o tema. Contudo, nas três situações mencionadas, é factual as falas dos participantes ao reconhecerem as contribuições das atividades desenvolvidas nos seus processos de aprendizagem em seus conhecimentos e práticas cotidianas.

### As questões 2, 3 e 4.

A questão 2 solicitou aos alunos que, numa escala de 0 – 5, avaliassem se no que dizia respeito a inserção das discussões sobre DE, o projeto desenvolvido facilitou o entendimento dos conceitos científicos, que neste caso foram relativos às reações de oxidação, e que justificassem suas repostas. Destes, 22% afirmaram ter sido médio, 56% ter sido bom, e 22% consideraram ótimo, cabendo destacar nas falas dos sujeitos a importância atribuída à diversidade de atividades propostas, como ilustrado nos excertos abaixo:

[A9] Os vídeos mostrados pelo professor possuíam uma linguagem simples e exemplos claros do tema, o que fez com que o entendimento fosse muito fácil.

<sup>2</sup>Durante as transcrições erros de concordâncias e grafia foram sanados, contudo não se realizou quaisquer alterações que provocassem alterações semânticas nos excertos apresentados.

[A21] Os vídeos passados na sala e as discussões me mostraram coisas que uso e não imaginava que tinha nos disruptores endócrinos e de que formas eu posso evitar o uso desses produtos e substituir.

[A25] De forma geral, uma média 4, já que as práticas auxiliam bastante, além da grade teórica em sala de aula o entendimento dos conteúdos.

Nesse ínterim, as transcrições postas acima nos remetem a uma discussão sobre a importância da inserção de experiências educativas nas salas de aula, que busquem, na medida do possível, proporcionar as mais diversas estratégias de ensinagem, com ênfase para aquelas que se afastam das tradicionais práticas de ensino e que permitam a participação ativa dos alunos, como aconteceu no projeto desenvolvido. Os vídeos apresentados foram precursores para um amplo debate em sala de aula. Já as atividades experimentais foram realizadas pelos alunos em grupos e em turnos contrários, sendo que os mesmos foram responsáveis pela pesquisa, seleção e realização dos experimentos que tinham como objetivo a degradação dos corantes azul de metileno e amarelo de tartarizina.

Ainda a respeito das atividades propostas, faz-se necessário destacar o papel do professor-pesquisador, uma vez que cercado de intencionalidade no processo de elaboração do projeto, buscou selecionar estratégias que permitissem criar condições favoráveis e disponíveis, visando à efetivação da ensinagem, conforme orienta Anastasiou e Alves (2004). Entre as estratégias estão inclusas a problematização e o debate, que são atividades pedagógicas que levam o estudante à construção do conhecimento por meio da reflexão, do diálogo e da participação ativa (Mori & Cunha, 2020).

Em sequência, na questão 3 eles foram indagados sobre o que acharam da experiência das atividades desenvolvidas no laboratório. Realizadas em grupo, as ações de laboratório foram acompanhadas por um responsável (o professor ou a técnica de laboratório), sendo que além dos experimentos realizados, os grupos também deveriam produzir vídeos para que fossem apresentados em sala de aula e depois disponibilizados no canal do YouTube: *Vivências no Ensino de Ciências*. (<https://www.youtube.com/channel/UCMDO8DMnq7gah2z505sr98Q/videos>). A esse respeito, os discentes assim discorreram:

[A14] Foram usados como ferramentas para melhorar nossa aprendizagem, posso dizer que, tudo ficou mais claro e fácil de assimilar, visto que POAs é um assunto complicado.

[A20] Foi incrível! Os experimentos aguçaram a curiosidade e a imaginação ajudando aos alunos entenderem os conceitos estudados em sala de aula.

[A24] As atividades de laboratório foram de extrema importância, porque foi possível ver de perto e entender como funciona esse processo, já que as atividades em laboratório foram desenvolvidas pelos próprios alunos, o que tornou mais fácil à aprendizagem.

Corroboram com os nossos achados as assertivas apresentadas por Santos e Nagashima (2017) quando afirmam que as atividades experimentais são formas eficientes na disseminação dos conteúdos e no apoio à construção do conhecimento, pois, através da ação ativa do educando, motivam o aluno ao desejo pelo saber, desafiando-os com problemas reais e ajudando-os a superar problemas que parecem intransponíveis. E nesse sentido, a abordagem experimental cumpre a sua função pedagógica, uma vez que auxilia aos discentes na explicitação, problematização, discussão e na construção de significados para os conceitos científicos.

Um dos elementos basilares da pedagogia 5Cs é a Colaboração, e segundo Gonçalves *et al.* (2017), a inserção de experimentos nos processos de aprendizagem deve ser entendida não somente como uma forma de ensinar conteúdos conceituais e procedimentais, mas também devem ser aproveitados para ensinar conteúdos atitudinais, sendo um deles o respeito ao meio ambiente, conforme fora trabalhado na aplicação do projeto, uma vez que os experimentos giravam em torno de tecnologias limpas de saneamento ambiental, que são os POAs.

Contudo, as falas dos alunos foram reveladoras quanto à marcante ideia da dicotomia entre teoria e prática, vista por pesquisadores da área de ensino de química como um problema, pois concepções dessa natureza são promotoras de obstáculo epistemológico quanto à natureza do conhecimento científico. Neste aspecto, é necessário compreender que as observações dos experimentos (obtidos com as práticas) podem ou não fornecer elementos que conduzam os cientistas. Porém, à luz das teorias em voga, as entidades conceituais das Ciências não estão nos fatos a serem observados, mas nas ideias que possam ser elaboradas a partir das interpretações dos mesmos (Pitanga & Cunha, 2019). Quanto a este aspecto, podemos ilustrá-lo com as seguintes falas dos sujeitos pesquisados:

[A1] Interessante, pois aproximou o aluno do assunto e mostrou resultados visíveis.

[A15] Foi muito boa a experiência. Pude ver os conhecimentos adquiridos na teoria na prática, ficou muito mais fácil para entender o conteúdo.

[A19] Bem produtivo, é sempre mais dinâmico e mais facilmente entendível os assuntos quando vistos e feitos em práticas.

Ainda com relação a este aspecto, apresentamos as reflexões Galiuzzi e Gonçalves (2004, p. 327), ao afirmar:

A dicotomia entre teoria e prática é criticada por Wellington, porque os experimentos são sempre dependentes de alguma teoria. Não realizamos no “vácuo teórico”, isto é, as predições, observações e inferências, são sempre originadas a partir de uma teoria. Portanto, em todas as observações são as teorias que possibilitam interpretação e não o contrário.

A questão de número 4 foi composta por um questionamento de aspecto multidimensional, pois buscou articular os conceitos científicos sobre POAs com o enfoque relacional entre tecnologia, ciência e sociedade. Nesse item, as respostas obtidas foram bastante sucintas e além disso, nem todos os sujeitos as justificaram, de modo que os elementos encontrados foram considerados insuficientes para a promoção de uma discussão.

### As questões 5 e 6.

Essas questões tinham a intenção de levantar informações sobre as vivências proporcionadas quando da realização das atividades e também para o apontamento de sugestões, críticas e comentários em geral dos alunos. Quando questionados sobre a forma como o conteúdo fora abordado, 90% dos sujeitos da pesquisa se colocaram favoráveis, ficando mais uma vez destacada a importância do uso da experimentação como um instrumento articulador e facilitador para o entendimento do conteúdo científico. Os excertos abaixo permitem ilustrar os resultados obtidos:

[A3] O conhecimento é sempre válido e importante. O conteúdo aplicado em sala de aula, em função das atividades praticadas em laboratório, contribuem significativamente para a formação acadêmica/cidadã do indivíduo.

[A7] Na minha opinião, todo conteúdo científico é válido. O conteúdo visto em sala de aula nos mostrou a realidade química por traz de muitos produtos.

[A18] Muito interessante. É notório que esse conteúdo não é abordado profundamente na maioria das escolas públicas brasileiras. Isto foi notado em conversas com outros alunos de escolas particulares e públicas.

Oliveira *et al.* (2020) afirmam que estas estratégias estão pouco presentes nas aulas de Ciências, tendo em vista que ainda prevalecem os modelos tradicionais de ensino. Segundo os autores:

Contextualizar tem sido uma alternativa que torna o currículo articulado, ao tratando os conhecimentos científicos não como fatos isolados, mas como ferramentas cognitivas para pensar e agir sobre o mundo natural e social. Mais especificamente, Gilbert explica que um contexto deve fornecer um significado estrutural coerente para algo novo, definido em uma perspectiva mais ampla. Quando isso ocorre no ensino de Química, são favorecidas circunstâncias em que os estudantes atribuem significado à aprendizagem deste campo disciplinar e podem reconhecer sua relevância em algum aspecto de suas vidas (Oliveira *et al.*, 2020, p. 2).

Observamos o processo de contextualização como um mecanismo que busca articular os diversos conhecimentos, e assim apresentar a realidade como ela é, em sua totalidade, ou seja, multidimensional. Nesse sentido, inserimos nessa experiência educativa atividades que buscam desenvolver o pensamento complexo, uma vez que é uma forma de pensar ecologizada que não compartimentaliza o objeto de estudo, pois considera-o em sua relação auto-eco-organizada com seu ambiente cultural, social, econômico, político e ambiental (Morin, 2011b).

Quanto às atividades em grupos (debates, produção de vídeos e realização de experimentos), elas foram selecionadas para compor a intervenção didática como iniciativa para o desenvolvimento das inteligências inter e intrapessoais, que compõem um elemento basilar da pedagogia 5Cs (colaboração). Em relação a este aspecto, os alunos referendaram a aceitação (94%), apontando para a ação motivadora e facilitadora na execução das atividades, reconhecendo inclusive algumas dificuldades que também foram relatadas.

[A7] Foram excelentes, pois fortaleceram as ideias de trabalho em equipe, e além de todo o conhecimento mútuo obtido.

[A10] Atividade em grupo é uma forma na qual podemos trabalhar, desenvolver e aprofundar experimentos trabalhando coletivamente. Bom!

[A13] Muito importante para sabermos lidar com as pessoas, fazendo com que um ajudasse ai outro numa troca mútua de conhecimento.

Quanto à produção de vídeos:

[A4] Foi melhor do que ter que fazer toda uma apresentação oral, mas também desgastante no momento da edição, onde entra à criatividade e o controle do tempo.

[A26] Foi importante, pois ajudou aos alunos a saírem de sua zona de conforto.

[A24] Foi interessante porque foi uma forma criativa e mais didática de aprender o conteúdo em vídeos simples e curtos<sup>3</sup>.

Anastasiou e Alves (2004) discorrem sobre o desafio a ser reconhecido e enfrentado com a inserção das estratégias grupais. Segundo as autoras, essas estratégias, em seu turno, auxiliam no desenvolvimento das inteligências relacionais (intra e interpessoal) e ainda enfatizam a importância dos processos de mediação como facilitadores dos processos de aprendizagens. Os excertos dos

<sup>3</sup>Os conteúdos dos vídeos produzidos podem ser acessados no canal do YouTube: Vivências no Ensino de Ciências.

alunos aqui trazidos podem ser corroborados a partir desses fundamentos teóricos. E, não obstante, as falas dos sujeitos reiteram o consagrado pensamento de Paulo Freire (1979): *Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo.*

Sobre a importância do trabalho em grupo, trazemos ainda o diálogo com as supracitadas autoras, no qual nos fundamentamos para desenvolver a jornada temática:

Reforçamos a idéia de que trabalhar em grupo é diferente de fazer parte de um conjunto de pessoas, sendo fundamental a interação, o compartilhamento, o respeito a singularidade, a habilidade de lidar com o outro em sua totalidade, incluindo emoções. Isso exige autonomia e maturidade, algo a ser construído paulatinamente [...] Lembramos que o que caracteriza o grupo não é a junção dos alunos, mas o desenvolvimento inter e intrapessoal, o estabelecimento de objetivos compartilhados, que se altera, conforme a estratégia proposta, o processo objetivado e seu processamento (Anastasiou & Alves, 2004, p. 78).

Para Robinson e Aronica (2019), é essencial que sejam oferecidas aos alunos experiências educativas adequadas, que permitam explorar todo o seu espectro de capacidades e sensibilidades, incluindo ir além de suas capacidades para o trabalho acadêmico convencional. Bons professores são aqueles que entendem que seu trabalho não está limitado a ensinar conteúdos, mas sim a ensinar alunos. E nessa perspectiva, buscam criar condições para que eles trabalhem juntos e possam assim aumentar sua autoestima, estimulando a curiosidade, aumentando a criatividade, elevando o desempenho e promovendo um comportamento social positivo.

O último item da questão 5 dizia respeito à opinião dos sujeitos envolvidos sobre o tema discutido na jornada temática e sua relação com a sociedade, pois, como o projeto apresentava como fundamento a complexidade e o desenvolvimento do pensamento complexo, as atividades propostas sempre intencionavam que as discussões fossem multidimensionais, na medida em que inseriam as dimensões: sociais, econômicas, saúde, ambiental, política e científica. A esse respeito algumas falas foram selecionadas:

[A9] Sim, pois a presença de corantes em nosso dia-a-dia é muito grande e não há uma preocupação com o descarte desse material e os POAs vão deixar claro como degradar esses materiais de forma simples. É muito interessante que os POAs tomem uma maior visibilidade na esfera social, para que todos entendam do que se trata para que não fique “preso ou restrito na comunidade escolar”.

[A14] Sim, adotando uma visão sustentável é possível “achar” um fim para o grande número de impurezas que são despejadas de forma imprudente na natureza. Foi algo que levarei para a vida, visto que se trata da saúde.

[A21] Depois que vi os vídeos de disruptores endócrinos cheguei a comentar com meus pais e amigos e tentamos mudar nossos modos de uso alimentares e outros produtos industriais.

Paulo Freire, em sua obra *Conscientização* (1979), aborda e discorre sobre o conceito da expressão e sua importância para a educação como um ato de conhecimento e como uma aproximação crítica com a realidade. Ideias essas que podem ser observadas nas falas dos sujeitos desta pesquisa, a medida que expressam as suas preocupações para com espaços sociais para além da escola, e os cuidados com os outros, em especial, na dimensão da saúde. Ainda em Freire (1979, p. 15), podemos refletir:

A conscientização implica, pois, que ultrapassemos a esfera espontânea de apreensão da realidade, para chegarmos a uma esfera crítica [...] Nesse sentido,

quanto mais conscientização mais se desvela a realidade [...] implica que os homens assumem o papel de sujeitos que fazem e refazem o mundo.

Mais recentemente, Arrais e Bizerril (2020) dialogam sobre a importância da conscientização e da formação para cidadania, também fundadas em bases teóricas freireanas. Segundo as autoras, a educação deve ser desenvolvida como um processo de humanização, partindo de pressupostos da formação de um sujeito humano enquanto ser histórico e social, focado na responsabilidade com os outros e no mundo em que vive e atua. Assim, os espaços educativos devem mobilizar novas condutas que apontem para o protagonismo e a cidadania ativa, na articulação entre os diferentes saberes e no exercício de um movimento coletivo para a transformação da sociedade atual.

Os dados obtidos nessa jornada temática são reveladores do desenvolvimento de ações voltadas para Cidadania. Quanto a esse elemento basilar da Pedagogia 5Cs, as falas de Robinson e Aronica (2019) acabam por corroborar com o que os sujeitos da pesquisa propuseram:

Cidadãos ativos são pessoas conscientes dos seus direitos e das suas responsabilidades, informadas sobre como os sistemas social e político funcionam, preocupadas com o bem-estar dos outros, articuladas em suas opiniões e argumentos, capazes de ter uma influência no mundo, ativas em suas comunidades e responsáveis pelas suas próprias ações. A educação para a cidadania não tem a ver com a produção do conformismo e do *status quo*, mas com a defesa da necessidade de direitos iguais, da importância da discordância e da necessidade de equilibrar as liberdades pessoais com os direitos de viver em paz (Robinson & Aronica, 2019, p. 126).

Encontramos nas falas dos alunos elementos que alimentam um processo de reflexão-ação, conforme pretendido com a inserção da jornada temática que discutiu as questões associadas com disruptores endócrinos fundamentadas em, a partir de leituras de seu lugar no mundo. Desta forma, foi possível auxiliá-los no desenvolvimento da desenvolvendo a criticidade, aguçando a curiosidade e alimentando a criatividade em vista da ação transformadora (Agostini, 2018).

Na última questão, a de número 6, era solicitado que os participantes, livremente, pudessem propor sugestões, elogios e críticas à proposta da jornada pedagógica trabalhada. Nessa questão, foram predominantes os elogios e as sugestões, conforme previsto a partir das análises anteriores e da aceitação dos alunos diante do projeto proposto. Contudo, algumas críticas também foram observadas e claro, bem recebidas, na medida em que servem de base para reformulações na elaboração de projetos futuros. Quanto aos relatos desta questão, iniciamos com as colocações favoráveis:

[A8] A discussão foi bastante importante para a formação acadêmica; o vídeo fez com que o conhecimento fosse difundido; gostei muito da maneira como tudo foi organizado: sala (teoria) → laboratório (prática) → vídeos → questionário (buscou-se saber a opinião sobre os assuntos abordados).

[A10] Trabalhar sobre disruptores endócrinos e processos de adição é uma forma na qual nós alunos tenhamos conhecimento, uma forma de aprendizado o qual não se prendeu ao professor apenas ensinar, sim nós também aprendemos. É um ponto positivo de aprendizado bem interativo.

[A12] As aulas práticas são melhores que as teóricas. Abuse delas!

[A21] As aulas no laboratório foram muito importantes, e uma boa experiência por nunca ter conhecido sobre o assunto.

Embora não sejam recentes, as metodologias de aprendizagens ativas têm ganhado força e sendo debatidas em contextos atuais. A esse respeito, reflexões de Morán (2015) corroboram com os dados obtidos com a realização da jornada pedagógica, uma vez que as atividades são iniciadas de modo que o aluno caminhe sozinho (vídeos, leituras, atividades), para que depois, em sala de aula, a partir do contato com os colegas e/ou com o professor, desenvolva os seus conhecimentos. Para isso, é necessário que os professores organizem atividades de modo que integrem os principais assuntos da matéria, e utilizem pesquisas, entrevistas, narrativas e outras estratégias. Além disso, a combinação de aprendizagens por desafios e problemas reais são importantes para que os alunos aprendam fazendo e aprendam juntos (Morán, 2015).

Quanto à crítica e sugestões salientadas na questão 6, pode-se observar:

[A3] Levando em conta o pouco tempo de aula que tivemos, uma sugestão seria trazer mais aulas experimentais, que ajudam muito no entendimento do aluno. No mais, foram boas.

[A7] As aulas práticas em laboratório foram bem construídas. Eu senti falta de reciprocidade dos alunos para com o professor nas aulas teóricas, pois, quando um assunto é dado muitas das vezes tem outro como pré-requisitos, porém nem todas os alunos tiveram um contato adequado com o assunto anterior e isso dificulta o processo.

[A15] Fica chato só colocar vídeos, entre um vídeo e outro poderia fazer perguntas, algumas dinâmicas baseadas no assunto<sup>4</sup>.

[A22] Uma sugestão é ampliar o tempo de realização dessas atividades, bem como propor novas práticas.

As principais críticas mencionadas dizem respeito à questão do tempo de realização e o número de atividades. Essa é uma observação já discutida em Pitanga (2020b), onde foram apresentados relatos de alunos do Ensino Médio Integrado acerca da sobrecarga de tarefas devido à necessidade de dar conta de muitas disciplinas que, ao mesmo tempo, realizam suas atividades sem alguma articulação entre elas. Assim, por conta de tamanha demanda, o contato pedagógico fica prejudicado.

Outro aspecto a ser discutido, também concernente ao contato pedagógico, diz respeito à interação professor – alunos, como visto em um dos excertos acima. Sobre este aspecto, pode-se associar que o aluno autor dele tenha sentido estranheza na condução das atividades, uma vez que o professor deixou de ocupar o papel de centralidade na execução das ações, em especial, no laboratório, onde corriqueiramente os docentes explanam e explicam os conteúdos, e aos alunos resta a ação de executar os procedimentos. De modo contrário a isso, na jornada temática os discentes foram responsáveis por todas as ações, cabendo ao professor propor orientações e realizar debates em torno dos experimentos realizados.

## Considerações Finais

O manuscrito em tela apresentou um relato de sala de aula que fora desenvolvido a partir de uma Jornada Pedagógica sobre Disruptores Endócrinos, alicerçada nos fundamentos da Pedagogia 5Cs: Criticidade, Conhecimento Científico, Criatividade, Colaboração e Cidadania; e que buscou analisar as suas possíveis contribuições para os processos formativos de alunos do Ensino Médio de uma escola pública do Estado de Sergipe

<sup>4</sup>Neste caso o participante A15 faz referências ao momento no qual, os grupos apresentaram os vídeos produzidos, e neste momento, por conta do tempo, não ocorreu o debate em sala de aula.

Os dados coletados apontam para o êxito obtido com a realização da Jornada Pedagógica, uma vez que, intencionalmente, os momentos foram selecionados visando que os alunos ocupassem posição de centralidade no processo educativo. Com isso, foi reiteradamente citada pelos participantes a importância e a relevância das atividades realizadas em grupo, com destaque especial para os debates e os experimentos. Quanto a estes, muitos pesquisadores na área de ensino de Ciências têm chamado atenção para a urgência de que eles sejam inseridos nas salas de aulas, particularmente aqueles que sejam realizados com materiais de fácil aquisição e baixo custo, pois as suas realizações apresentam potencial facilitador para gerar aprendizagens significativas.

Aliado a isso, a inserção do tema Disruptores Endócrinos na proposta executada, permitiu que o mesmo fosse trabalhado de modo multidimensional, possibilitando a aos sujeitos o desenvolvimento do pensamento crítico, estimulando o trabalho colaborativo e criativo, com resultados voltados à formação cidadã. Não obstante, a análise e interpretação dos dados, em conjunto com as impressões observadas pelo professor pesquisador, permitem inferir que o projeto desenvolvido foi contributivo nos processos formativos dos alunos participantes. E, conseqüentemente, pode-se afirmar que a pedagogia 5Cs representa um constructo teórico com notórias potencialidades para superar as práticas tradicionais de ensino e garantir experiências educativas em consonância com as demandas da sociedade no século XXI.

### Referências Bibliográficas

Agostini, N. (2018). Conscientização e Educação: ação e reflexão que transformam o mundo. *Proposições*, 29(38), set./dez, 187-206. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-6248-2015-0105>.

Anastasiou, L. G. C., & Alves, L. P. (2004). Estratégias de Ensino. In: Anastasiou, L. G. C., & Alves, L. P. (Org). *Processos de Ensino na Universidade: Pressupostos para as Estratégias de Trabalho em aula*. 3ª ed. Joinville: Univalle, 68-100.

Arrais, A. A. M., & Bizerril, M. X. A. (2020). A Educação Ambiental Crítica e o pensamento freireano: tecendo possibilidades de enfrentamento e resistência frente ao retrocesso estabelecido no contexto brasileiro. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 37(1), jan./abr., 145-165. <https://doi.org/10.14295/remea.v37i1.10885>.

Bainesse, L. E. L., Lima, L. S., Braz, M. A & Pitanga, A. F. (2019). Adaptação de Metodologia analítica para degradação do corante alaranjado de metila por meio de processos oxidativos avançados. *Anais. VIII Simpósio de Educação Química de Sergipe, Faculdade Pio Décimo, Aracaju-SE*.

Bila, D. M., & Dezotti, M. (2007). Desreguladores Endócrinos no Meio Ambiente: Efeitos e Consequências. *Química Nova*, 30(3), 651-666. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000300027>.

Dalagnol, V., Hackmann, G., Ribeiro, M. E. M., & Ramos, M. G. A. (2019). A Concepção de Estudantes do Ensino Médio sobre Disruptores Endócrinos. *Revista CIATEC – UPF*, 8(2), 62-70. <http://doi.org/10.5335/ciatec.v8i2.6200>.

Delazzari, L., Rocha Filho, J. B., & Borges, R. M. R. (2010). Sistema Endócrino e Desreguladores hormonais: Uma abordagem CTS na formação inicial de professores de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, 5(2), 121-133. Recuperado de: [https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID113/v5\\_n2\\_a2010.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID113/v5_n2_a2010.pdf).

Ferreira, W. M., Rocha, L. B., Santos, L. D., Santos, B. L. S. R., & Pitanga, A. F. (2018). Corantes: Uma abordagem com Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) usando Processos Oxidativos Avançados. *Química Nova na Escola*, 40(4), 249-257, nov. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160118>.

Freire, P. (1979). *Conscientização: Teoria e Prática da libertação: Uma introdução ao pensamento de Paulo Freire*. São Paulo: Cortez & Moraes.

Galiazzi, M. C., & Gonçalves, F. P. (2004). A natureza pedagógica da experimentação: Uma pesquisa na Licenciatura em Química. *Química Nova*, 27(2), 326-331. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200027>.

Gardner H. (1995). *Inteligências Múltiplas: A teoria na prática*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Gonçalves, F. P., Yunes, S. F., Guaita, R. I., Marques, C. A., Pires, T. C. M., Pinto, J. R. M., & Machado, A. A. S. C. (2017). La dimensión ambiental de la experimentación en la enseñanza de la química: Consideraciones sobre el uso de la métrica holística estrela verde. *Educación Química*, 28(2), 99-106. <http://doi.org/10.1016/j.eq.2016.11.005>.

Gore, A. C., Crews, D., Doan, L. L., Merrill, M., Patisaul, H., & Zota, A. (2014). *Introdução aos Disruptores Endócrinos (DEs); Uma Guia Para governos e Organizações de Interesse público*. Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia: Rio de Janeiro. Recuperado de: [https://www.endocrino.org.br/media/uploads/PDFs/ipen-intro-edc-v1\\_9h-pt-print.pdf](https://www.endocrino.org.br/media/uploads/PDFs/ipen-intro-edc-v1_9h-pt-print.pdf).

Machado, A. (2014). *Introdução às Métricas da química verde: Uma visão Sistêmica*. Florianópolis: Ed. da UFSCAR.

Magalhães, S. M. O. (2019). A epistemologia da práxis como base do ensino criativo, colaborativo e inovador. *Revista Tecnia*, 4(1), 65-90. Recuperado de: <http://revistas.ifg.edu.br/tecnica/article/view/290/113>.

Mól, G. S. (2017). Pesquisa Qualitativa no Ensino de Química. *Revista Pesquisa Qualitativa*. São Paulo, 5(9), 495-513, dez., Recuperado de: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/140>.

Moraes, R., & Galiazzi, M. C. (2011). *Análise textual discursiva*. 2ª ed. Ijuí: Unijuí.

Morán J. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. In: Souza, C. A., & Morales, O. E. T. (Orgs.). *Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: Aproximações Jovens*, vol III, PG: Foca Foto-Proex/UEPG. Recuperado de: <http://rh.unis.edu.br/wp-content/uploads/sites/67/2016/06/Mudando-a-Educacao-com-Metodologias-Ativas.pdf>.

Mori, L., & Cunha, M. B. (2020). Problematização: Possibilidades para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 42(2), 176-185, mai. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160197>.

Morin, E. (2007). *Educação e Complexidade: Os sete saberes e outros ensaios*. 4ª ed. São Paulo: Cortez.

Morin, E. (2011a). *Introdução ao Pensamento Complexo*. 4ª ed. Porto Alegre: Sulina.

Morin, E. (2011b). *Rumo ao abismo? Ensaio sobre o destino da humanidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

- Morin, E. (2000). *Os sete Saberes necessários à educação do futuro*. 2ª ed. São Paulo: Cortez.
- Oliveira, L., Santos, M., Franco, L. G., & Justi, R. (2020). Contextualização no ensino de química: Conexões estabelecidas por um professor ao discutir uma questão do ENEM em sala de aula. *Ciência & Educação*, Bauru, 26, e20062, 1-17. <http://doi.org/10.1590/1516-731320200062>
- Pitanga, A. F., Rocha, L. B., Santos, L. D., Santos, B. L. S. R., & Ferreira, W. M. (2017). Adaptação metodológica de Processos Oxidativos Avançados (POAs) na degradação de corantes para aulas experimentais no Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, 39(4), 373-377, nov. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160096>.
- Pitanga, A. F. (2019). A Educação Ambiental Crítica como fundamentação teórica para pedagogia 4Cs: Criticidade, Cientificidade, Colaboração e Criatividade. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 36(3), 102-118, set./dez.
- Pitanga A. F. & Cunha, S. J. (2019). Experimentação no ensino de química: Superando visões epistemológicas modernas e tendências atuais para construção de visões epistemológicas contemporâneas. In: Pitanga A. F. (org). *Pensar a Experimentação no Ensino de Química: Experimentos adaptados com materiais de fácil aquisição*. Editora EDIFS: Aracaju.
- Pitanga, A. F. (2020a). *Formação de Professores: Pensamentos Múltiplos e Paralelos. Buscando Superar Visões Epistemológicas Modernas*. Editora EDIFS: Aracaju.
- Pitanga, A. F. (2020b). Desenvolvimento de um Projeto Temático na perspectiva da Pedagogia 4Cs: Conhecimento Científico, Criticidade, Criatividade e Colaboração. *Revista de Ensino de Ciência e Matemática (RenCiMa)*, 11(1), 422-441, jan./mar. <http://dx.doi.org/10.26843/rencima.v11i6.2523>.
- Pitanga, A. F. (2021). *A necessária ruptura com as práticas tradicionais de ensino: Fundamentos teóricos a partir da Pedagogia 5Cs*. Curitiba: CRV.
- Pontelli, R. C. N., Nunes, A. A., & Oliveira, S. V. W. B. (2016). Impacto na saúde humana de disruptores endócrinos presentes em corpos hídricos: existe associação com a obesidade? *Ciência & Saúde Coletiva*, 21(3), 53-766. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.25212015>.
- Robinson, K., & Aronica, L. (2019). *Escolas criativas: A revolução que está transformando a educação*. Porto Alegre: Penso.
- Santos, A. (2008). Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. *Revista Brasileira de Educação*, 13(37), 71-83, jan./abr. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782008000100007>.
- Santos, D. M., & Nagashima, L. A. (2017). Potencialidades das atividades experimentais no ensino de química. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*. REnCiMa, São Paulo, 8(3), 94-108. <https://doi.org/10.26843/rencima.v8i3.1081>.
- Silva, J. L. (2019). *Desenvolvimento de Revistas Didáticas como estratégia lúdica para o ensino da morfologia do sistema endócrino*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Duque de Caxias.

**ANEXO**

- 1) Antes da aulas você conhecia as discussões sobre os disruptores endócrinos? As atividades em relação ao tema foram úteis para seus conhecimentos cotidianos? Justifique.
- 2) Em uma escala de 1 – 5, em que medida as discussões sobre disruptores endócrinos facilitaram o entendimento dos conteúdos químicos abordados (reações de oxidação)? (1 – Não; 2 – Pouco; 3 – Médio; 4 – Bom; 5 – ótimo). Se puder justifique.
- 3) Discorra sobre a sua experiência das atividades desenvolvidas no laboratório (execução dos experimentos) que versava sobre a degradação de corantes (considerados disruptores endócrinos) e a oxidação de corantes através de POAs.
- 4) Você achou interessante discutir sobre POAs? Nas dimensões:
  - a) Científica;
  - b) Tecnológica;
  - c) Social.
- 5) Qual a sua opinião sobre os seguintes pontos?
  - a) Conteúdo científico abordado;
  - b) Atividades realizadas em grupos;
  - c) Produção de material institucional (vídeos);
  - d) Do tema discutido e sua relação com a sociedade.
- 6) Você poderia colaborar apontando críticas, sugestões e elogios?