



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

FRANCISCO LEONARDO SILVA SOUSA

**CONTAMINAÇÃO DO RIO ARAGUAIA POR AGROTÓXICOS: O LÚDICO E OS
TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE QUÍMICA**

Anápolis/GO

2025

FRANCISCO LEONARDO SILVA SOUSA

**CONTAMINAÇÃO DO RIO ARAGUAIA POR AGROTÓXICOS: O LÚDICO E OS
TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu – Nível Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Héli da Ferreira da Cunha

Coorientador: Prof. Dr. Adriano Jose de Oliveira

Anápolis/GO

2025

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica
da UEG com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

SOUSA, FRANCISCO LEONARDO SILVA SOUSA
CONTAMINAÇÃO DO RIO ARAGUAIA POR AGROTÓXICOS: O
LÚDICO E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE
QUÍMICA / FRANCISCO LEONARDO SILVA SOUSA SOUSA;
orientador . Héli da Ferreira da Cunha Cunha;
co-orientador Adriano Jose de Oliveira Oliveira.
-- ANÁPOLIS, 2025.
108 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) -- Câmpus
Central - Sede: Anápolis - CET - HENRIQUE SANTILLO,
Universidade Estadual de Goiás, 2025.

1. . I. Cunha, . Héli da Ferreira da Cunha,
orient.
II. Oliveira, Adriano Jose de Oliveira, co-orient.



Universidade
Estadual de Goiás



ESTADO DE GOIÁS UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE GOIÁS - UEG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

ANEXO Nº 176/2025/UEG/PPEC-19616

FOLHA DE APROVAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

FRANCISCO LEONARDO SILVA SOUSA

**“CONTAMINAÇÃO DO RIO ARAGUAIA POR AGROTÓXICOS:
O LÚDICO E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO
ENSINO DE QUÍMICA” e o Produto Educacional: JOGO SOBRE
QUÍMICA ORGÂNICA DOS AGROTÓXICOS NO RIO
ARAGUAIA.**

Profa. Dra. Hélida Ferreira da Cunha

Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Dr. Adriano José de Oliveira

Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos

Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Prof. Dr. Márlon Herbert Flora Barbosa Soares

Universidade Federal de Goiás (UFG)

Anápolis, 12 de dezembro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **HELIDA FERREIRA DA CUNHA, Docente de Ensino Superior**, em 12/12/2025, às 14:53, conforme art. 2º, § 2º, III, "b", da Lei 17.039/2010 e art. 3ºB, I, do Decreto nº 8.808/2016.



Documento assinado eletronicamente por **MIRLEY LUCIENE DOS SANTOS, Docente de Ensino Superior**, em 12/12/2025, às 16:19, conforme art. 2º, § 2º, III, "b", da Lei 17.039/2010 e art. 3ºB, I, do Decreto nº 8.808/2016.



Documento assinado eletronicamente por **MARLON HERBERT FLORA BARBOSA SOARES, Usuário Externo**, em 16/12/2025, às 15:55, conforme art. 2º, § 2º, III, "b", da Lei 17.039/2010 e art. 3ºB, I, do Decreto nº 8.808/2016.



Documento assinado eletronicamente por **ADRIANO JOSE DE OLIVEIRA, Docente de Ensino Superior**, em 17/12/2025, às 11:04, conforme art. 2º, § 2º, III, "b", da Lei 17.039/2010 e art. 3ºB, I, do Decreto nº 8.808/2016.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site http://sei.go.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=1 informando o código verificador **83889400** e o código CRC **CD383DF4**.

	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS RODOVIA BR 153 Nº3105, CAMPUS HENRIQUE SANTILLO - Bairro FAZENDA BARREIRO DO MEIO - ANAPOLIS - GO - CEP 75132-903 - (62)3328-1162.	
--	--	--



Referência: Processo nº 202500020002276



SEI 83889400

Aos meus estimados pais, Francisca e Edmilson que sempre me apoiaram em todos os meus sonhos e a mim mesmo, pela dedicação, sacrifício e perseverança de nunca desistir daquilo que quero para minha vida.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho resultou de uma somatória de eventos aos quais sou bastante grato. Agradeço a Deus pela oportunidade de cursar esse mestrado e a minha família por todo apoio incondicional. Agradeço também a minha amiga Alessandra Barroso, pois ela foi imprescindível nesse processo, com o apoio, com as energias positivas e com o cuidado que teve e tem comigo.

A minha orientadora, professora Dr^a Héli da Ferreira da Cunha que me ensinou o real significado da palavra O-R-I-E-N-T-A-Ç-Ã-O com tanta disponibilidade, dedicação, carinho e profissionalismo que se esvaíam por dias, finais de semanas e férias, incansavelmente. Obrigado pelas ricas correções, pelo trabalho em equipe para a realização dessa escrita e pelo árduo trabalho.

Ao meu coorientador, professor Dr. Adriano José de Oliveira, agradeço profundamente pela dedicação, pelas orientações sempre lúcidas e pelos encontros enriquecedores que marcaram este percurso. Sua colaboração foi essencial não apenas na condução teórica e metodológica da pesquisa, mas também na construção e aprimoramento do jogo didático, cujas ideias, sugestões e críticas fundamentaram grande parte deste trabalho.

Aos colegas do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, agradeço pelos agradáveis momentos que compartilhamos ao longo dessa trajetória. As trocas de experiências e a colaboração mútua foram fundamentais para o aprimoramento dos meus conhecimentos na área de Ensino de Ciências. Em especial, agradeço aos meus colegas Victor Gabriell, Jéssica Fagundes e outros pelas trocas de ideias e experiências.

Aos estudantes da 3^a série que fizeram parte dessa pesquisa, por me mostrarem que vale a pena continuar lutando pelo ensino de ciências. Vocês foram importantes para o meu fortalecimento como professor.

À Secretaria de Estado da Educação de Goiás, por me conceder uma bolsa durante os doze primeiros meses de mestrado, isso foi importantíssimo para mim.

Muito obrigado a todos (família, amigos, amigas, colegas de trabalho) que torceram e vibraram por mim.

OBRIGADO SENHOR POR TANTAS BÊNÇÃOS!

Que ninguém se engane, só se consegue a simplicidade através de muito trabalho.

Clarice Lispector

CONTAMINAÇÃO DO RIO ARAGUAIA POR AGROTÓXICOS: O LÚDICO E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

Resumo: O ensino de Química, quando pautado em metodologias tradicionais, ainda enfrenta dificuldades em despertar o interesse dos estudantes, que muitas vezes permanecem em posição passiva diante do conhecimento. Torna-se necessário, portanto, propor práticas pedagógicas contextualizadas, capazes de aproximar os conteúdos da realidade dos alunos e estimular sua participação ativa. Nesse contexto, este estudo buscou promover a construção do conhecimento científico a partir da abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, tendo como eixo a temática da contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos e utilizando um jogo didático como recurso de aplicação do conhecimento. A pesquisa, de caráter qualitativo, foi realizada com uma turma de 27 estudantes do Ensino Médio e organizada em três etapas. No primeiro momento, procedeu-se ao levantamento dos conhecimentos prévios, permitindo identificar percepções iniciais sobre os agrotóxicos e suas funções na agricultura. No segundo momento, ocorreu a organização do conhecimento, em que os alunos, divididos em seis grupos, analisaram as estruturas químicas de diferentes agrotóxicos, respondendo a questões que exigiam a aplicação de conceitos de Química Orgânica. Por fim, no terceiro momento, aplicou-se o jogo TrilhaTox, elaborado em formato de trilha representando o Rio Araguaia, dividido em seis regiões. A dinâmica do jogo foi realizada em três rodadas, com desafios distribuídos entre duplas e trios, além da possibilidade de ajuda da plateia. Na primeira rodada, os alunos acertaram 85% das questões propostas; na segunda, 70%; e, na terceira e última, responderam corretamente a quatro dos cinco desafios, com apenas um erro parcial. Ao longo da atividade, observou-se um alto nível de engajamento, colaboração e troca de ideias entre os participantes, que buscaram resolver coletivamente os problemas apresentados. Os resultados apontam que a proposta contribuiu para superar percepções iniciais superficiais, favorecendo a consolidação de conceitos de Química Orgânica em um processo de contextualizada e cooperativa. Além disso, como produto educacional, foi elaborado um guia didático com base nos Três Momentos Pedagógicos e no jogo TrilhaTox, de modo a oferecer subsídios didáticos para que outros professores possam adaptar e aplicar a proposta em diferentes contextos escolares.

Palavras-chave: Três momentos pedagógicos. Ensino de Química. Jogos educativos. Rio Araguaia. Aprendizagem colaborativa

CONTAMINATION OF THE ARAGUAIA RIVER BY AGROCHEMICALS: PLAYFULNESS AND THE THREE PEDAGOGICAL MOMENTS IN CHEMISTRY TEACHING

Abstract: Among some situations that teachers face in the classroom is the frequent difficulty in awakening students' interest in learning. In the traditional teaching model, students are merely passive recipients of theoretical concepts and reproducers of information. It is necessary to teach science in a contextualized manner that makes sense to the student; the content must be part of each individual's daily life. Thus, this work is a qualitative research study aimed at promoting the construction of scientific knowledge through the approach of the Three Pedagogical Moments, using the theme of contamination of the Araguaia River and the application of an educational game as a teaching strategy to foster collaborative learning in Organic Chemistry education. This study also aims to create and implement an educational game as a tool for collaborative learning. In the first pedagogical moment, the proposal was to present the theme of contamination of the Araguaia River by pesticides in an interactive and reflective way. The lesson was structured with the goal of raising students' prior knowledge about the theme. In the second pedagogical moment of the research on contamination of the Araguaia River by pesticides, the focus was on deepening students' knowledge about some Organic Chemistry concepts related to pesticides, analyzing their chemical structures and properties. Still in the second moment, the students were organized into six groups, and each group was randomly assigned the structure of a specific pesticide, with each group having to answer four questions about the assigned pesticide's structure. In the third pedagogical moment, the TrilhaTox game was applied, with the participation of 32 students. The game takes place along a trail shaped like the Araguaia River, divided into six regions. Each of these regions represents a specific area along the river. The game occurred in three rounds, each with a specific number of participants. Each round was composed of 10 students forming 5 pairs. The pairs were distributed across the different regions of the river. The main category of analysis in this research consisted of the transcriptions of the students' oral responses, collected through audio recordings made at three different moments. Analyses from the first moment showed that, in general, students demonstrated considerable interest, with superficial perceptions about pesticides but responses aligned with their applicability and functions in agriculture. The second moment allowed identification of different levels of understanding regarding Organic Chemistry concepts applied to the structural analysis of pesticides. In the third moment, the TrilhaTox game was applied. In the first round, students correctly answered 17 out of 20 challenges (85%) and requested 3 helps from the audience. In the second round, performance slightly decreased, with 14 correct answers (70%) and 4 helps requested. In the third and final round, the group faced 5 challenges, missing only one partially, without using any help. There was a notable high engagement and collaboration among the participants, as well as a gradual advancement in knowledge consolidation. The game promoted active and collaborative learning.

Keywords: Three Pedagogical Moments. Chemistry Teaching. Educational Games. Araguaia River.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferenças entre jogos competitivos e cooperativos	32
Quadro 2 – Etapas dos Três Momentos Pedagógicos	34
Quadro 3 – Momentos pedagógicos	38
Quadro 4 – Instrumentos de coletas de dados	42
Quadro 5 – Questionamentos e resumo das respostas dos alunos da 3ª série em relação ao primeiro momento pedagógico	45
Quadro 6 – Respostas dos estudantes referentes aos questionamentos do segundo momento pedagógico.....	53
Quadro 7 – Perguntas elaboradas e respondidas pelos grupos de estudantes da 3ª série durante o segundo momento pedagógico	59
Quadro 8 – Respostas da dupla 2 em relação ao questionamento	66
Quadro 9 – Respostas do trio 3 em relação ao questionamento	67
Quadro 10 – Respostas do trio 4 em relação ao questionamento	68
Quadro 11 – Respostas do trio 3 em relação ao questionamento	69
Quadro 12 – Respostas do trio 3 em relação ao questionamento	70
Quadro 13 – Respostas do trio 4 em relação ao questionamento	71
Quadro 14 – Respostas do trio 4 em relação ao questionamento	71
Quadro 15 – Respostas do trio 5 em relação ao questionamento	73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percepção dos estudantes sobre alimentos produzidos nas margens do Rio Araguaia	51
Gráfico 2 – Ajudas solicitadas pelas duplas e trios na primeira rodada	64
Gráfico 3 – Ajudas solicitadas pelas duplas e trios na segunda rodada	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração do jogo didático	40
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	177
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO	188
3.1 Os três momentos pedagógicos.....	188
3.2 O jogo.....	222
3.3 A importância da interação social no desenvolvimento intelectual	266
3.4 Aprendizagem colaborativa	288
3.5 Aprendizagem cooperativa	30
4. PERCURSO METODOLÓGICO	33
4.1 Primeiro momento pedagógico: problematização inicial/levantamento de conhecimentos prévios sobre a contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos	355
4.2 Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento.....	366
Instrumentos de coleta de dados.....	40
4.2 Instrumentos de coleta de dados.....	411
4.3 Local da pesquisa	433
4.4 Sujeitos da pesquisa.....	433
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	455
5.1 Primeiro momento pedagógico – Problematização inicial	455
5.2 Segundo momento pedagógico – Organização do conhecimento.....	523
5.3 Terceiro momento pedagógico – Aplicação do conhecimento – primeira e segunda rodadas	62
5.4 Última rodada	755
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	799
7. REFERÊNCIAS	80
ANEXO - PRODUTO EDUCACIONAL	866

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o debate sobre a educação tem se intensificado, especialmente no que diz respeito às metodologias de ensino utilizadas pelos professores. Entre os desafios enfrentados nas escolas, destacam-se a indisciplina, manifestada em comportamentos que desrespeitam as normas escolares e o desinteresse pelo excesso de aulas tradicionais, fatores que podem comprometer o processo de aprendizagem. Além disso, a baixa motivação dos estudantes para participar das atividades escolares muitas vezes está associada a condições externas à escola, como questões socioeconômicas, familiares e culturais (Libâneo, 2013).

Dentre algumas situações que o professor enfrenta em sala de aula, está a frequente dificuldade em despertar nos alunos o interesse em aprender. No modelo de ensino tradicional, os alunos são apenas receptores de conceitos teóricos passivos e reprodutores de informações. Estes métodos tradicionais estão cada vez menos atrativos sendo que qualquer distração em sala de aula, se tornam motivos para um déficit na aprendizagem.

É comum encontrar nas aulas de Química alunos desmotivados e pouco engajados, uma vez que o ensino tradicional, baseado predominantemente em exposições teóricas, tende a tornar o processo cansativo, no qual os alunos apenas assistem as aulas expositivas e tentam captar o máximo de informações úteis. Estudiosos na área da educação, Montenegro (1992), Chassot (1992), Guedes (1992) destacam a importância de um ensino contextualizado, centrado na aprendizagem do aluno e apoiado em práticas investigativas, ressaltando que o uso de guias didáticos tem se tornando fundamental no Ensino da Química.

Lopes (2005) afirma que os métodos convencionais de ensino estão se tornando menos atrativos, uma vez que as pessoas estão mais críticas, envolvidas e, conseqüentemente, buscam se envolver ativamente no processo de ensino e aprendizagem. A autora reconhece que ao participar ativamente no processo, os alunos podem melhorar as suas competências, descobrir relacionamentos e ser livres para criar. Portanto, os educadores devem ajudar os alunos a alcançarem o pleno desenvolvimento.

É preciso ensinar ciências de forma contextualizada e que faça sentido para o estudante, os conteúdos devem fazer parte do dia a dia de cada um. Ensinar não é apenas mostrar fórmulas e resolução de exercícios, é necessário que o professor contextualize e mostre aqueles conceitos no cotidiano.

De acordo com Maldaner e Piedade

Os conceitos devem permitir que os alunos entendam de fato a Química, não ficando limitado apenas em usar fórmulas e em repetir definições. O melhor seria que os conceitos ou palavras usadas pelos estudantes fossem, com o passar do tempo, construindo o seu próprio modo de pensar. (1995, p. 16)

De acordo com Pozo e Crespo (2009), neste modelo, as atividades em salas de aula são realizadas com demonstrações feitas por um professor a um público mais ou menos interessado, que tenta tomar nota do que o professor diz e, quando avaliado, o aluno tem que retribuir ao professor o conhecimento científico que lhe foi transmitido.

O rompimento com as formas tradicionais de ensino por meio da utilização de atividades lúdicas e jogos reflete uma evolução nas práticas pedagógicas, que deixam de ser centradas apenas na transmissão de conhecimento de forma expositiva e linear.

É necessário que ocorra uma problematização dos conteúdos antes de qualquer estratégia, para que o estudante consiga compreender a importância daquele conhecimento em sua vida cotidiana. Carvalho (2013) afirma que, ao apresentar um problema ou uma questão, o professor transfere ao estudante a responsabilidade de desenvolver o raciocínio. Assim, sua função deixa de ser a de transmitir informações diretamente, passando a se concentrar em guiar e direcionar as reflexões dos alunos na construção de novos conhecimentos.

Na educação básica, é frequente que o ensino de Ciências e de Química seja conduzido de forma desvinculada do cotidiano dos estudantes. Embora o uso de situações abstratas seja um recurso necessário para a aprendizagem da disciplina, é fundamental relacionar os conteúdos a contextos significativos, pois são essas circunstâncias que favorecem a compreensão e possibilitam a construção do conhecimento.

Para Vasconcelos (1992), do ponto de vista político, o principal problema da metodologia expositiva é a formação de um indivíduo passivo e não crítico, bem como o papel que desempenha como fator de seleção social. Isso ocorre porque apenas alguns grupos sociais, especialmente a classe dominante, se beneficiam da utilização da metodologia pela escola e são acostumados com o discurso e o pensamento abstrato. Ainda nessa mesma perspectiva sobre as formas de ensinar ciências naturais

(...) as práticas curriculares de ensino em Ciências Naturais são ainda marcadas pela tendência de manutenção do “conteudismo” típico de uma relação de ensino tipo “transmissão – recepção”, limitada à reprodução restrita do “saber de posse do professor”, que “repassa” os conteúdos enciclopédicos ao aluno. Esse, tantas vezes considerado tábula rasa ou detentor de concepções que precisam ser substituídas pelas “verdades químico-científicas” (Brasil, 2008, p. 48).

Na educação básica, é frequente que o ensino de Ciências e de Química seja conduzido de forma desvinculada do cotidiano dos estudantes. Embora o uso de situações abstratas seja um recurso necessário para a aprendizagem da disciplina, é fundamental relacionar os conteúdos a contextos significativos, pois são essas circunstâncias que favorecem a compreensão e possibilitam a construção do conhecimento.

Segundo Kishimoto (2011), o brincar favorece o desenvolvimento cognitivo, social e emocional das crianças, promovendo o engajamento e a motivação intrínseca. Em publicações mais atuais, a autora mantém essa perspectiva, destacando a importância da ludicidade como instrumento de humanização e aprendizagem em diferentes contextos (Kishimoto; Viegas, 2022). Pesquisas recentes reforçam essa visão ao evidenciarem que a mediação pedagógica qualificada potencializa os benefícios das brincadeiras no desenvolvimento socioemocional (Souza; Ferreira, (2025).

O uso de jogos como estratégia pedagógica no ensino de Química ainda é frequentemente relegado a segundo plano na educação básica. Nessa perspectiva, privilegia-se a transmissão expositiva de conteúdos, o que pode comprometer o desenvolvimento de aprendizagens significativas e o engajamento dos estudantes no ensino médio.

Como já apontado por Cunha (2012), muitos trabalhos que relatam experiências lúdicas em sala de aula apresentam fragilidades teóricas e metodológicas, utilizando conceitos como motivação e aprendizagem de forma pouco fundamentada, o que limita a compreensão mais profunda do papel dos jogos no ensino de Química. Essa constatação permanece atual, visto que estudos recentes confirmam essa lacuna. Freitas e Batinga (2023), em uma revisão de publicações entre 2014 e 2020, evidenciam que ainda são poucos os trabalhos que apresentam uma base teórica consistente para sustentar práticas lúdicas; já Moradillo (2017), ao analisar propostas de jogos didáticos, reforça que a ausência de fundamentação sólida compromete o rigor pedagógico e os resultados formativos.

Os jogos, desde que sejam planejados e aplicados adequadamente, detêm potencialidade para fomentar os resultados do processo educacional e promover aprendizagem significativa de conceitos químicos. Segundo Robaina (2008, p. 13)

As atividades lúdicas oportunizam ao professor enriquecer suas aulas de momentos prazerosos, criativos e de ensino eficiente, além de propiciarem a possibilidade de diversificar a aula, tornando-a mais criativa e desafiadora.

Cunha (2004) afirma que atividades lúdicas e os jogos didáticos podem estimular, aperfeiçoar e aumentar o caráter investigativo dos alunos acerca dos conteúdos. A aplicação de

jogos didáticos sobre os conceitos químicos ultrapassa um ensino tradicionalista, considerado monótono, pois instiga o aluno a uma maior participação nas aulas e melhor aprendizagem dos conteúdos. A utilização de jogos didáticos relacionados a conteúdos de química vem sendo um instrumento importante a ser utilizado nas aulas de química e pode contribuir, especialmente com a aprendizagem de conceitos, além de melhorar a interação entre alunos e as relações entre aluno e professor.

A aprendizagem mediada por jogos constitui uma estratégia pedagógica que, além de favorecer a fixação dos conteúdos, desperta sentimentos de alegria, entusiasmo e curiosidade, estimula a sociabilidade e fortalece o espírito de cooperação e competição saudável entre os estudantes. Vasconcellos (2008) aborda que durante o uso de jogos são liberados sentimentos de tensão e alegria, seguindo regras, centralizadas em um determinado tempo e espaço.

O jogo é uma tarefa complexa com um sistema de regras. O comportamento de uma criança pode ser considerado jogo ou não jogo dependendo de seu contexto social. Como resultado, "uma mesma conduta pode ser jogada ou não em diferentes culturas, dependendo do significado a ela atribuído" (Kishimoto, 1998, p. 2). Para Soares (2004), a ação lúdica é definida como um ato divertido em qualquer contexto, independentemente do objeto envolvido, tornando-se jogo somente quando possui regras. A essa perspectiva se soma uma contribuição mais atual de Soares (2015), na qual o autor destaca que, ao incorporar regras, essa atividade não apenas promove prazer e diversão, mas também pode cumprir uma função educativa, auxiliando a prática docente e a aprendizagem dos alunos.

É preciso criar métodos, em que os alunos possam aprender de forma menos complexa e atrativa. A iniciação dos conteúdos de química com o auxílio dos jogos didáticos como ferramenta facilitadora fica na maioria das vezes secundarizada, comprometendo assim o desenvolvimento do estudo da disciplina de química no ensino médio. Kishimoto (2011) discute a importância do lúdico no processo educacional e sua capacidade de romper com as práticas tradicionais de ensino, promovendo um aprendizado engajado e participativo.

Nesta pesquisa, abordamos a temática: contaminação do Rio Araguaia, na perspectiva dos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Essa metodologia é composta por três momentos diferentes: primeiro momento/problematização inicial, segundo momento/organização do conhecimento e terceiro momento/aplicação do conhecimento.

Dada sua importância, surgiu o seguinte problema de pesquisa: de que forma, os três Momentos Pedagógicos podem fomentar a construção do conhecimento científico por meio da aprendizagem colaborativa/cooperativa no ensino de Química orgânica?

2. OBJETIVOS

Diante dos desafios contemporâneos relacionados ao ensino de Ciências, em especial da Química, torna-se fundamental adotar práticas pedagógicas que dialoguem com a realidade dos estudantes e que possibilitem a construção crítica do conhecimento. Nesse contexto, a ludicidade e a problematização de questões socioambientais emergem como estratégias potentes para despertar o interesse, promover o engajamento e favorecer aprendizagens significativas. A escolha da temática da contaminação do Rio Araguaia justifica-se tanto pela sua relevância local e regional quanto pelo potencial de articular conteúdos de Química orgânica a situações concretas do cotidiano, possibilitando reflexões que vão além da sala de aula. Assim, esta pesquisa fundamenta-se nos Três Momentos Pedagógicos, entendidos como uma abordagem capaz de integrar teoria e prática, crítica e ação, favorecendo processos de ensino e aprendizagem colaborativos e contextualizados.

2.1 Objetivo geral

Promover a construção do conhecimento científico por meio da abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, utilizando a temática da contaminação do Rio Araguaia e a aplicação de um jogo didático como estratégia de ensino para fomentar uma aprendizagem colaborativa no ensino de Química orgânica.

2.2 Objetivos específicos

Este estudo tem como objetivos específicos discutir a realidade socioambiental da poluição do Rio Araguaia, incentivando reflexões críticas a respeito do uso de agrotóxicos e de suas consequências; analisar as estruturas orgânicas de alguns agrotóxicos encontrados em diferentes áreas do rio, estabelecendo correlações entre suas características químicas e os impactos provocados no meio ambiente e na saúde humana; criar e implementar um jogo educativo como ferramenta de aprendizado colaborativo, de modo a engajar os estudantes na resolução de desafios utilizando os conhecimentos construídos ao longo das atividades; e, por fim, analisar os Três Momentos Pedagógicos, buscando compreender de que maneira cada etapa contribuiu para o processo de aprendizagem colaborativa e para o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Os três momentos pedagógicos

Paulo Freire (2005) sugeriu uma educação focada nas questões contemporâneas, com o objetivo de fomentar a consciência crítica, a independência do indivíduo para a tomada de decisões, reformulando as estruturas curriculares vigentes. Paulo Freire, ao propor uma pedagogia crítica e libertadora, enfatizou a necessidade de uma educação que parta da realidade concreta dos sujeitos, que seja dialógica e que vise à conscientização Freire, (1987).

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), os três momentos pedagógicos constituem uma sequência didática composta por três etapas interdependentes: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Cada uma dessas etapas está fundamentada em princípios epistemológicos e pedagógicos que dialogam com a pedagogia crítica, especialmente a de Paulo Freire.

A Problematização Inicial, segundo Angotti (2015, p.16), é o momento em que são tratadas as situações reais, aquilo que os alunos vivenciam e tem relação com o tema de estudo ou situações significativas, estabelecendo relações com conhecimentos, que fazem parte das teorias científicas, para promover a contextualização dos conteúdos. Neste instante, o conhecimento é problematizado por meio de discussões baseadas em questões orientadoras do tema/situações relevantes, facilitando a assimilação e a compreensão do entendimento dos estudantes sobre eles. Neste instante, é responsabilidade do educador intermediar a conversa, estimular o debate e a curiosidade. Estratégias como dinâmicas de ensino, filmes, documentários, jogos educativos, entre outros, auxiliam nessa fase.

Segundo Angotti (2015) o objetivo final dessa problematização é fazer com que o estudante perceba a necessidade de adquirir novos conhecimentos que ainda não possui; em outras palavras, busca-se apresentar a situação em debate como um desafio a ser superado.

O segundo momento, organização do conhecimento, corresponde à sistematização dos saberes científicos relacionados ao tema. Aqui, a atuação do professor é fundamental para orientar os alunos na apropriação dos conceitos científicos, estabelecendo relações com o contexto da realidade problematizada. Esse momento exige que o professor vá além da simples exposição de conteúdos, promovendo “uma mediação crítica e dialógica que favoreça a compreensão conceitual e o desenvolvimento da autonomia intelectual dos educandos” (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002, p. 92). Ainda nesse segundo momento, o docente

conecta os conhecimentos prévios e as vivências dos estudantes aos conteúdos em si, aprofundando conceitos científicos para entender o que está sendo questionado. O estudo transcorre de forma sistemática, tendo o professor como orientador, ou seja, é nesse momento que o conteúdo é trabalhado com resolução de exercícios, consulta no livro didático Angotti, (2015).

Por fim, o terceiro momento, aplicação do conhecimento, tem como objetivo levar os alunos a utilizarem os conhecimentos adquiridos para intervir na realidade. Essa etapa assume um caráter transformador, pois propõe a aplicação crítica do saber com vistas à superação das contradições identificadas no momento da problematização. Os autores afirmam que esse momento “materializa a práxis educativa, entendida como a união entre teoria e prática, ação e reflexão” (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002, p. 95).

Esse terceiro momento, configura-se como espaço privilegiado para que os estudantes mobilizem, ressignifiquem e utilizem os saberes sistematizados nos momentos anteriores em situações concretas e críticas. Esse momento representa a culminância da práxis educativa, onde teoria e prática se entrelaçam de forma transformadora.

Neste trabalho, a temática da contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos será abordada nos três momentos pedagógicos: inicialmente, com a problematização da realidade socioambiental do rio e de suas margens; em seguida, com a organização do conhecimento, por meio da análise das estruturas orgânicas de diferentes agrotóxicos e de suas implicações ambientais e para a saúde; e, por fim, com a aplicação do conhecimento, concretizada na realização de um jogo didático, concebido como instrumento avaliativo e formativo, que busca consolidar os conteúdos de forma crítica, colaborativa e contextualizada.

A abordagem dialógica presente no processo de codificação, problematização e decodificação, conforme destacado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p.197), oferece ao educador a chance de identificar o conhecimento do senso comum dos estudantes e, a partir dele, estimular e fornecer elementos contextuais para que o estudante amplie sua compreensão do mundo e do saber científico.

O diálogo questionador, presente em cada etapa da educação, intensifica a participação do aluno no processo de aquisição do saber. Assim, Delizoicov declara que a meta dos Três Momentos Pedagógicos é

[...] garantir a presença constante de análises e sínteses dos conhecimentos em discussão, através do processo dialógico contido na “fala do outro” e na “fala do coordenador”, na do educando-educador e na do educador-educando (1982, p. 184).

A citação de Delizoicov (1982) evidencia o caráter dialógico e problematizador dos Três Momentos Pedagógicos, reafirmando que o conhecimento não deve ser transmitido de forma unilateral, mas construído coletivamente na interação entre educador e educando. Ao enfatizar a “fala do outro” e a reciprocidade entre “educador-educando” e “educando-educador”, o autor destaca a centralidade do diálogo questionador como estratégia para intensificar a participação dos estudantes e favorecer a construção crítica do saber. Essa perspectiva rompe com práticas tradicionais de ensino meramente expositivas, pois pressupõe que a aprendizagem se concretiza por meio da troca de ideias, da análise coletiva e da síntese compartilhada dos conteúdos, em consonância com uma educação crítica e emancipatória.

O uso de jogos educativos no ensino de química tem se mostrado uma metodologia eficaz para melhorar o engajamento e o entendimento dos alunos sobre determinados objetos de conhecimento. A aprendizagem da química com o uso de jogos didáticos deve ser espontânea e prazerosa, pois gera divertimento, e isso faz parte das atividades essenciais ao homem. A presença dos jogos no ensino de química tem se tornado um fator motivacional na aprendizagem dos conteúdos, tornando assim a aprendizagem significativa. Moreira e Masini, (1982) afirmam que a aprendizagem significativa acontece quando o novo conteúdo apresentado aos estudantes se apoia em conhecimentos já existentes na estrutura de conhecimento dos alunos. Soares (2023, p.49) define o jogo como sendo “qualquer atividade lúdica que tenha regras claras e explícitas, estabelecidas na sociedade, desde que seja comum e tradicionalmente aceita, seja de competição ou de cooperação”. Ainda para Soares

No uso dos jogos e atividades lúdicas no ensino, as regras desempenham um papel importante. Aqui, estão ligadas ao conteúdo químico, ou seja, caso se queira atingir aprendizagem de alguns conceitos com os jogos, passa-se primeiramente por regras a serem obedecidas para que o jogo ou a atividade funcionem a contento e se atinjam os objetivos propostos. (Soares 2023, p.41).

Nessa perspectiva o mesmo autor também afirma que “para um jogo funcionar adequadamente em sala de aula, faz-se necessário uma boa regra e que ela seja extremamente clara. Muitos insucessos em sala de aula não são causados pelo jogo, mas pela má explicação e explicitação das regras” (Soares, 2023, p.42-43).

Soares (2023) afirma que no jogo, as regras são importantíssimas, pois proporcionam uma perfeita relação entre o aprendiz e o jogo. Segundo Prensky (2001), jogos educativos eficazes combinam diversão com objetivos educacionais claros, promovendo uma experiência de aprendizagem imersiva.

Cunha (2004) ressalta a importância das atividades lúdicas e como elas podem aperfeiçoar e aumentar o caráter investigativo dos alunos acerca dos conteúdos. A aplicação de jogos e atividades lúdicas sobre os conceitos químicos ultrapassa um ensino tradicionalista, considerado monótono, pois instiga o aluno a uma maior participação nas aulas e melhor aprendizagem dos conteúdos. A utilização de jogos didáticos relacionados a conteúdos de química vem sendo um instrumento importante a ser utilizado nas aulas de química e pode contribuir, especialmente com a aprendizagem de conceitos, além de melhorar a interação entre alunos e as relações entre aluno e professor.

A ludicidade no ensino de ciências tem se tornado algo comum nas salas de aula, pois essas práticas pedagógicas proporcionam prazer no momento da aprendizagem.

No sentido de conceituar a ludicidade, aponta que se trata de um traço do comportamento humano, espontâneo, fruto de um estado de experiência ótima, de inteireza, de satisfação do sujeito, sendo um estado de consciência, vivência e percepção interna que rompe com dicotomias (Mineiro, (2019, p.06):

Nessa perspectiva Lopes (2004) ressalta que a ludicidade é importante para atingir o sucesso no processo educativo, pois os alunos aprendem a conjugar vontade e enfrentam o desprazer no aprender”.

A busca por novas propostas didáticas e melhoria no ensino dos conteúdos relacionados às ciências da natureza, em especial a química, deve ser contínua. Isto porque

Não basta que se faça transmissão de conhecimentos químicos (alguns de discutível valor para a formação científica do cidadão), mas é importante que esses conhecimentos sejam instrumentos para melhor se fazer educação (Chassot, 2004, p.4)

De acordo com Silva (2013) jogos didáticos no ensino médio são atividades privilegiadas, pois proporcionam uma educação que visa uma melhoria na formação como cidadão e cooperação na sociedade. Os jogos são recursos didáticos/educativos que podem ser utilizados em momentos distintos, como na apresentação de um conteúdo, ilustração de aspectos relevantes ao conteúdo, revisão ou síntese de conceitos importantes e avaliação de conteúdos já desenvolvidos.

O conhecimento prévio é importante, pois é a partir destes que são construídos caminhos para o entendimento dos conhecimentos científicos. O aluno deve perceber a química como algo real e que pode facilitar a sua leitura de mundo Chassot (2014).

Desta forma o aluno conseguirá relacionar seus conhecimentos a sua vivência, podendo assim conhecer as diversas aplicações do conteúdo teórico e prático no seu cotidiano alicerçados a ciência.

3.2 O jogo

O jogo é fato tão antigo quanto a cultura, pois este, mesmo em definições rigorosas, pressupõe sempre a sociedade humana; mas, os animais não esperavam que os homens os iniciassem na atividade lúdica Huizinga (1872-1945). Ainda nessa perspectiva, Huizinga afirma que

Os jogos fazem parte da vida da criança, onde este não irá causar distinção entre realidade e fantasia e, ao apresentar o lúdico, torna-se a gênese da descoberta de transformação do mundo e -mudança do pensamento humano. Independentemente da época, cultura ou classe social, os jogos e os brinquedos fazem parte da vida da criança, pois elas vivem num mundo de fantasia, de encantamento, de alegria, de sonhos, onde realidade e faz-de-conta se confundem (Huizinga, 2008, pág. 3).

O lúdico apresenta um papel fundamental no aprendizado, mas ele não pode ser considerado apenas como uma brincadeira. Existem outras funções tais como: competição e passatempo, porém nesta pesquisa será aplicado um jogo de tabuleiro no qual não haverá competição, mas sim colaboração, pois apresentam características diferentes dos jogos convencionais e que podem ser aplicadas no processo de ensino/aprendizagem de forma mais evidente, desafiadora, dinâmica e contextualizada. Existem vários estudos em torno do brincar e os jogos, tanto no âmbito educacional quanto no âmbito informal.

Inicialmente, precisamos estabelecer o conceito do termo jogo, segundo Huizinga de forma ampla define jogo como:

O jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana. (Huizinga, 2014, p.33).

Soares (2023, p.68) afirma que “brincando, o aluno/jogador se apropriará ludicamente do conhecimento vinculado pelo jogador ou pela atividade ou, ainda, pelo brinquedo. Essa apropriação lúdica ocorrerá se a representação simbólica desse adquirir características lúdicas para os jogadores.

Ainda para o autor:

“aprender pode ser uma brincadeira” e “na brincadeira pode-se aprender”. Dentre as diversas atividades lúdicas que podem ser utilizadas em sala de aula, destacamos neste trabalho os jogos didáticos, entendidos como jogos que possuem uma intencionalidade de ensino, portanto, diferentes dos jogos convencionais (Soares, 2013, p. 1)

Anteriormente à implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os currículos eram em grande parte guiados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e pela Lei de Diretrizes e bases (LDB). Esses documentos ofereciam diretrizes gerais e orientações, mas permitiam uma maior autonomia e diversidade entre os currículos de diversas redes de ensino. Com a BNCC, houve uma mudança para um modelo normativo e uniforme, estabelecendo competências e habilidades essenciais que devem ser seguidas em todo o país.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio Brasil, (2000) recomendavam o uso de atividades lúdicas como recurso pedagógico para inovar a prática educativa. Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

(...) o jogo oferece estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos estudantes e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos (Brasil, 2006, p. 28).

Conforme delineado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no âmbito da unidade temática Brincadeiras e Jogos, o jogo é concebido como uma atividade de natureza voluntária, desenvolvida dentro de delimitações específicas de tempo e espaço. Essa prática pedagógica se caracteriza pela possibilidade de criação e modificação de regras, pelo comprometimento dos participantes com os acordos coletivamente estabelecidos, bem como pela valorização do próprio ato de brincar enquanto experiência formativa e significativa (Brasil 2018).

Na BNCC, o jogo tem o objetivo de provocar interações sociais específicas entre seus participantes ou para fixar determinados conhecimentos, além disso, os jogos e as brincadeiras presentes na memória dos povos indígenas e das comunidades tradicionais, que trazem consigo formas de conviver, oportunizando o reconhecimento de seus valores e formas de viver em diferentes contextos ambientais e socioculturais brasileiros Brasil, (2018).

A presente proposta articula-se à habilidade EM13CNT104 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual orienta para a avaliação crítica dos benefícios e riscos à saúde e ao

meio ambiente decorrentes da composição, toxicidade e reatividade de diferentes materiais e produtos, com vistas à proposição de soluções individuais e coletivas para o uso e descarte responsáveis dessas substâncias. Em consonância, o Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio (DC-GO/2025), por meio do objetivo GO-EMCNT304C, propõe que os estudantes sejam capazes de identificar as funções orgânicas presentes nos defensivos agrícolas amplamente utilizados na agricultura goiana, relacionando tais funções às propriedades químicas dos compostos (como solubilidade e reatividade), de modo a possibilitar a discussão crítica sobre sua aplicabilidade, bem como sobre estratégias voltadas à sustentabilidade e à mitigação de impactos ambientais. Dessa forma, o trabalho desenvolvido, ao abordar a temática da contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos, estabelece um elo entre as diretrizes nacionais e estaduais, promovendo uma aprendizagem significativa, contextualizada e comprometida com as questões socioambientais locais.

O uso de jogos tem ajudado os professores a obterem êxito em relação a aprendizagem dos alunos. Segundo Kishimoto (1994), o jogo é considerado um tipo de atividade lúdica e possui duas funções: a lúdica e a educativa. Elas devem estar em equilíbrio.

Alguns professores costumam opor-se à utilização de jogos educativos devido ao receio de que possam desviar a atenção dos objetivos pedagógicos convencionais, favorecendo o entretenimento em detrimento da aprendizagem e isso pode ser corroborado em Moraes (2016), onde o autor afirma que para alguns professores, os jogos são relacionados ao prazer, o que faz com que ainda não sejam bem-vistos. Eles temem que a interação e diversão dos estudantes sejam confundidas com indisciplina, o que os impede de adotar novas estratégias com medo de perder o controle da sala de aula.

O jogo com sua função lúdica deve propiciar diversão, prazer e mesmo desprazer ao ser escolhido de forma voluntária e o jogo com sua função educativa, aquele que ensina, completando o saber, o conhecimento e a descoberta pelo mundo da criança Kishimoto, (1992). Já a função educativa permite que a criança crie oportunidades de aprendizado e novos conhecimentos, assim como, desenvolver habilidades cognitivas, linguísticas, físicas e emocionais.

Kishimoto defende o uso do jogo na escola, justificando que o jogo favorece o aprendizado pelo erro e estimula a exploração e resolução de problemas, pois, como é livre de pressões e avaliações, cria um clima adequado para a investigação e a busca de soluções. O benefício do jogo está nessa possibilidade de estimular a exploração em busca de resposta e em não se constranger quando se erra (Kishimoto 1996, apud Soares 2023, p.47).

A função pedagógica do jogo ao evidenciar que ele potencializa a aprendizagem pelo erro, estimulando a exploração, a investigação e a resolução de problemas em um ambiente desprovido de pressões avaliativas. Esse entendimento se aproxima da proposta dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002), sobretudo no terceiro momento – aplicação do conhecimento. Nesse estágio, o jogo se apresenta como estratégia privilegiada, pois permite que os estudantes mobilizem conceitos já discutidos e organizados anteriormente, aplicando-os em situações-problema de maneira criativa e crítica. O caráter lúdico possibilita que a busca por soluções ocorra de forma colaborativa e sem constrangimento diante do erro, transformando a prática em um exercício de reconstrução do saber. Assim, o jogo, na perspectiva de Kishimoto, converge com a função formativa do terceiro momento pedagógico: consolidar e aplicar o conhecimento por meio da problematização e da participação ativa dos educandos.

No livro *Les Jeux et les Hommes (Os Jogos e os Homens)*, publicado em 1958, Roger Caillois realiza uma análise aprofundada sobre os jogos, propondo sua definição e classificação a partir da obra de Johan Huizinga, *Homo Ludens* (1938). Ao concluir o capítulo intitulado *Definição do Jogo*, Caillois estabelece que o jogo deve ser entendido como uma atividade que apresenta certas características essenciais: é livre, pois, se fosse imposto, perderia o caráter de diversão; delimitado, por ocorrer em limites específicos de espaço e tempo; incerto, já que seu desenvolvimento e resultado não podem ser totalmente previstos; improdutivo, uma vez que não gera bens materiais nem riquezas; regulamentado, pois se submete a regras próprias que suspendem temporariamente as leis da vida cotidiana; e fictício, por envolver a consciência de uma realidade distinta, marcada pela irrealidade frente à vida comum.

Caillois (2017), em sua obra 'Os Jogos e os Homens', amplia o escopo da análise filosófica ao classificar os jogos em diferentes categorias e explorar suas implicações sociológicas e psicológicas. Caillois (2017, p.4) identifica quatro tipos de jogos:

Agon: Refere-se aos jogos de competição, nos quais os participantes se envolvem em confrontos diretos, buscando superar uns aos outros por meio de habilidades, estratégias e desempenho. Exemplos incluem jogos esportivos e competições intelectuais.

Alea: Trata-se dos jogos de sorte, nos quais o resultado é determinado em grande parte pelo acaso. Os jogadores assumem riscos e dependem da aleatoriedade para obter sucesso. Jogos de cartas, roleta e loterias são exemplos de jogos de alea.

Mimicry: Envolve jogos de imitação, nos quais os participantes assumem papéis e adotam identidades fictícias. Eles exploram a possibilidade de serem outras pessoas, animais ou personagens, e agem de acordo com as regras e características associadas a essas identidades. Jogos de faz de conta, teatro e RPGs (Role-Playing Games) são exemplos de jogos de mimicry.

Ilinx: Refere-se aos jogos de vertigem, que buscam provocar uma alteração nas sensações e percepções dos jogadores. São jogos que exploram o desafio do equilíbrio, movimento rápido ou experiências sensoriais intensas. Alguns exemplos são montanhas-russas, esportes radicais e jogos de realidade virtual imersiva Caillois (2017, p.4).

Analisando as categorias de jogos, Callois, (2017), percebe-se que ele fornece meios para que se construa uma base de compreensão em relação aos tipos de jogos, ele analisa a possibilidade do momento do jogar causar sensações e experiências particulares no momento do jogo e examina como o jogo pode desafiar e reproduzir hierarquias existentes.

Assim como Huizinga, Caillois defende que só existe jogo quando este for uma atividade lúdica, de prática livre, espontânea, voluntariamente, prazerosa e com divertimento. Caso o jogador fosse forçado a jogar, deixaria de ser imediatamente jogo, sem ter o livre direito de interromper a atividade a qualquer momento e ir embora. Além de ser também uma atividade improdutiva.

3.3 A importância da interação social no desenvolvimento intelectual

A maneira tradicional de ensinar nas salas de aula ainda é comum, resultando na transmissão direta e hierárquica de conhecimento do professor para o aluno. Nesse cenário, o professor é considerado o centro do processo de ensino, cabendo a ele apresentar os conteúdos de forma estruturada e sequencial, enquanto os estudantes têm a função de receber passivamente as informações. Esse método se baseia em aulas expositivas, onde o foco principal é a memorização e reprodução do conteúdo, muitas vezes sem estimular a reflexão crítica e a aplicação prática dos conhecimentos.

A postura ativa do professor, por outro lado, reflete uma mudança de paradigma em relação ao modelo tradicional. Nesse contexto, o professor não é apenas um transmissor de conhecimento, mas um facilitador do processo de aprendizagem. Ele assume um papel dinâmico e engajado, promovendo a participação ativa dos alunos, a interação entre pares estimulando o pensamento crítico, a colaboração e a autonomia. Piaget (1973) ressalta que as escolas desempenham um papel importante no desenvolvimento das crianças porque permitem a interação no ambiente escolar. O professor que adota uma postura ativa busca criar um ambiente de aprendizagem interativo, onde o conhecimento é construído coletivamente, levando em consideração as experiências, interesses e necessidades dos alunos.

O contato entre indivíduos exerce papel fundamental na construção do pensamento cognitivo, conforme discutido por Jean Piaget. Para o autor, o desenvolvimento das estruturas

cognitivas ocorre por meio da ação do sujeito sobre o meio e também pelas interações sociais, especialmente nas situações de cooperação e troca de pontos de vista, que favorecem o processo de descontração e equilíbrio das operações mentais.

...o agrupamento não é assim um sistema de substituições possíveis, seja no âmago do próprio pensamento individual (operações da inteligência), seja de um indivíduo ao outro (cooperação). Esses dois tipos de substituições constituem, então, uma lógica geral, ao mesmo tempo coletiva e individual, que caracteriza a forma de equilíbrio comum às ações cooperativas e às individuais. (Piaget, 1973, p. 196).

Ainda nessa mesma perspectiva, (Doise, 1982, p. 64) afirma que em certos níveis de desenvolvimento, a interação social produz estruturação cognitiva que o indivíduo não domina antes da interação, mas domina depois. A coordenação das ações entre indivíduos precede a coordenação cognitiva individual de certas ações.

Em um jogo educativo colaborativo, os alunos interagem uns com os outros, facilitam a troca de ideias e desenvolvem habilidades sociais e cognitivas. Essas interações são essenciais para o processo de aprendizagem. Durante um jogo educativo, os alunos podem aprender mais sobre o conteúdo compartilhando, suas opiniões e estratégias. Para que os alunos possam comparar, contrastar e integrar novas informações com o que já sabem, esse processo de construção coletiva do conhecimento é essencial. Isso resulta em uma aprendizagem mais significativa.

Em relação ao nível de interação entre o jogador e o jogo, Soares (2023, p.63) classifica estes em quatro níveis, sendo importante destacar o nível I, nesta pesquisa.

Atividades lúdicas que primam pela manipulação de materiais que funcionem como simuladores de um conceito conhecido pelo professor, mas não pelo estudante, dentro de algumas regras preestabelecidas, em que não haja vencedores ou perdedores, primando-se pela cooperação.

Segundo Doyse e Mugny (1997), o desenvolvimento cognitivo e a mudança social dependem de relacionamentos interpessoais. Ao permitir a troca de ideias, a negociação e o conflito, as interações sociais oferecem aos indivíduos a oportunidade de questionar e compreender suas crenças e, eventualmente, contribuir para mudanças significativas, tanto no nível individual quanto coletivo. Essa abordagem enfatiza a ideia de que a inovação social e o aprendizado dependem profundamente das qualidades e tipos de relações entre as pessoas.

Para Piaget (1969), a sociedade é a unidade suprema, e os indivíduos são capazes de produzir o máximo de suas criações e invenções apenas como resultado de interações sociais, cujo nível e o valor, sem dúvida, depende da sociedade como um todo. A questão da interação social é, pois, central nas ideias piagetianas acerca da moralidade. É também visível a

importância da interação social no desenvolvimento cognitivo, uma vez que são as experiências sociais que possibilitam a queda do egocentrismo.

Vasconcelos (1996) afirma que "O trabalho por equipes na escola" (1935), o primeiro artigo de Piaget traduzido e publicado no Brasil, chamou a atenção dos educadores para tratar as relações entre o desenvolvimento psicológico infantil e a socialização.

Alguns pontos nos permitem compreender melhor essa posição. Em primeiro lugar, Piaget considera que o indivíduo, a princípio encerrado no egocentrismo, que é uma das características iniciais do desenvolvimento, não se descobre a si próprio senão na medida e que aprende a conhecer os outros. Em segundo lugar, julga que a cooperação é necessária para conduzir o indivíduo à objetividade, sem o que permanece escravo de sua perspectiva particular. Em terceiro lugar, considera que a cooperação é, essencialmente, fonte de regras para o pensamento. (Vasconcelos, 1996, p.64).

A interação social é, portanto, um dos principais fatores responsáveis pelo desenvolvimento cognitivo e moral dos sujeitos, pois oportunizam as crianças a confrontarem suas ideias com as dos outros, equilibrando suas estruturas cognitivas internas com novas informações do ambiente. O desenvolvimento pleno do indivíduo só é possível por causa da interação social, considerando as relações entre os membros de um grupo específico não apenas como uma troca de significados, mas como um processo de desenvolvimento autônomo construído com os indivíduos que se desenvolvem intelectualmente. Piaget (1994) afirma também que a ampliação dos sistemas conceituais de uma pessoa permite que ela entenda melhor e se transforme em si mesma e no mundo que a rodeia. As crenças desse indivíduo surgem das interações com o meio em que vivem.

Mas como a interação entre os pares pode contribuir para uma aprendizagem colaborativa e cooperativa dos estudantes? Quais os meios necessários para o desenvolvimento cognitivo e autônomo dos indivíduos? O que é e como essa aprendizagem colaborativa/cooperativa pode contribuir nesse processo?

3.4 Aprendizagem colaborativa

A aprendizagem colaborativa e cooperativa não são práticas recentes, apesar de parecerem conceitos modernos devido ao crescente foco em metodologias ativas e dinâmicas em ambientes educacionais contemporâneos. Sua origem pode ser remontada ao início da educação formal e informal, onde a interação social e a troca de conhecimentos entre colegas sempre foram cruciais.

Segundo Torres (1995), a origem da aprendizagem cooperativa remonta “à Grécia Antiga e os desenvolvimentos contemporâneos começam com os primeiros psicólogos educacionais e teóricos da pedagogia do início do século XX.”

A aprendizagem colaborativa e a aprendizagem cooperativa têm sido frequentemente defendidas no meio acadêmico atual, pois se reconhece nessas metodologias o potencial de promover uma aprendizagem mais ativa por meio do estímulo: ao pensamento crítico; ao desenvolvimento de capacidades de interação, negociação de informações e resolução de problemas; ao desenvolvimento da capacidade de autorregulação do processo de ensino-aprendizagem. Essas formas de ensinar e aprender, segundo seus defensores, tornam os alunos mais responsáveis por sua aprendizagem, levando-os a assimilar conceitos e a construir conhecimentos de uma maneira mais autônoma (Torres 2004, p. 61).

A aprendizagem colaborativa pode ser definida como uma metodologia de aprendizagem, na qual, por meio do trabalho em grupo e pela troca entre os pares, as pessoas envolvidas no processo aprendem juntas. O envolvimento do aluno, a interação entre os pares é imprescindível para se chegar ao objetivo final, pois neste tipo de atividade é permitido manifestar, concordar, discordar, duvidar, acrescentar, ou seja, torna-se um ambiente democrático onde todos podem aprender uns com os outros.

Os princípios para a estruturação visando aprendizagem colaborativa são: os estudantes trabalham juntos buscando aprender; e os estudantes são responsáveis, não apenas por sua própria aprendizagem, mas também pela aprendizagem dos demais. Estes princípios implicam em metas coletivas que, quanto melhor são atendidas, maior serão as possibilidades de aprendizagem de cada participante sobre o que está sendo estudado. (Castro e Menezes 2018, p.136).

Para Torres (2004), o aluno se torna um sujeito ativo nesse processo de aprendizagem e o professor é o mediador e o conhecimento é construído de forma coletiva, pois nesse processo ocorre a interatividade entre os pares, construção coletiva do saber e valorização da liberdade de pensamento.

Ainda para os autores Castro e Menezes

Os alunos são ativos e responsáveis por sua própria aprendizagem. O professor deixa de ser o centro das atenções e o detentor do conhecimento, e passa a promover propostas pedagógicas para que os alunos possam progredir por seus próprios esforços. Cabe ao professor administrar o trabalho adaptando-o em relação aos temas em estudo, às circunstâncias, ao currículo, às áreas específicas e às especificidades dos alunos. Para ambos os papéis, a interação social é imprescindível e será preciso lidar com as dificuldades oriundas da colaboração, especialmente nos grupos de alunos (Castro e Menezes 2018, p.138).

A colaboração refere-se a atividades em grupo que buscam um objetivo comum, o que envolve a troca regular de ideias, o trabalho em equipe e a continuidade na coordenação. Essa prática se fundamenta em dois princípios principais: por um lado, a rejeição ao autoritarismo

na condução pedagógica, que geralmente é hierárquica e unilateral; por outro, a intenção de promover uma socialização que não se limita apenas à aprendizagem, mas que acontece principalmente por meio dela. Pode-se dizer que qualquer atividade realizada em conjunto, motivada por um objetivo final que resulte em aquisições específicas, caracteriza uma situação de aprendizagem colaborativa.

Castro, Menezes e Gadelha (2018) destacam alguns métodos já desenvolvidos para promover uma aprendizagem colaborativa, o autor enfatiza que essa abordagem colaborativa possui um histórico sólido de aplicação nas instituições educacionais. Os métodos destacados por Castro e Menezes (2018, p.138) são:

Objetivos de grupo – incentivam a criação de um ambiente onde os estudantes apoiam uns aos outros.

Responsabilidade individual – requer que cada membro do grupo demonstre domínio sobre os conceitos e técnicas que são explicados para outros alunos.

Oportunidade igual de sucesso – os alunos, independentemente de suas habilidades, são reconhecidos pelos seus esforços.

Nessa perspectiva colaborativa, Figueiredo (2006) afirma que o professor oferece a chance para que os alunos aprendam uns com os outros, permitindo assim, que compartilhem algo que realmente tenha valor. Para Figueiredo (2006), a aprendizagem colaborativa diz respeito a situações em que duas ou mais pessoas se reúnem para aprender ou buscar aprender algo em conjunto. Dessa forma, elas têm a oportunidade de compartilhar ideias, além de oferecer e receber apoio na execução de determinadas atividades.

Nesse contexto, o professor desempenha o papel de facilitador da aprendizagem. Em vez de apenas supervisionar ou fornecer dados aos alunos, ele irá intermediar esse processo. Segundo Figueiredo (2006, p. 12), a aprendizagem colaborativa:

É uma abordagem construtivista, que se refere a situações educacionais em que duas ou mais pessoas aprendem ou tentam aprender algo juntas, cuja ênfase recai na co-construção do conhecimento dentro, e a partir dessas interações.

3.5 Aprendizagem cooperativa

Segundo Barata (2000 *apud* Vasconcelos et al., 2007), a aprendizagem cooperativa é uma metodologia de ensino que estimula o trabalho em equipe, promovendo esforços mútuos entre os membros do grupo e favorecendo o desenvolvimento acadêmico e socioemocional.

É uma proposta didático-pedagógica que se apresenta como uma opção viável para valorizar relações positivas de interdependência microsocial em sala de aula. Para muitos pesquisadores, essas relações culminam em interações macrosociais Johnson; Johnson (1994).

A aprendizagem cooperativa tem características que podem oferecer aos estudantes a chance de preencher a lacuna deixada pela falta de envolvimento dos alunos na abordagem tradicional, colocando-os como protagonistas no processo de ensino-aprendizagem Niquini (2006).

Esse tipo de aprendizagem proporciona tarefas comuns entre os grupos de trabalho, como engajamento mútuo, preocupação com o próximo, diálogo com membros mais experientes, ou, pelo menos, um processamento conjunto de experiências diferentes, que são trocadas dialogicamente em uma proposta de organização articulada pelo professor, mas adotada pelos alunos.

O aprendizado cooperativo afeta diretamente a retenção de conteúdo. Segundo Johnson, Johnson (1998), a compreensão e a memorização do conteúdo são melhoradas quando os estudantes trocam ideias, elucidam conceitos e colaboram em atividades desafiadoras. Isso acontece porque os estudantes participam ativamente do conteúdo, o que contribui para a formação de um conhecimento mais aprofundado e relevante, além de estimular a reflexão crítica sobre o que foi aprendido.

Ainda para estes autores, a aprendizagem colaborativa envolve um conjunto de princípios tais como:

Interdependência positiva: todos os integrantes do grupo necessitam uns dos outros para atingir o objetivo comum. O êxito de um estudante está intrinsecamente ligado ao êxito de seus pares.

Responsabilidade individual e grupal: apesar do aprendizado ser colaborativo, é crucial que cada estudante possua responsabilidades individuais claramente estabelecidas. A colaboração se torna efetiva quando todos colaboram para o coletivo, mas também assumem a responsabilidade pelo seu próprio desenvolvimento.

Interação face a face: a comunicação e a troca de ideias entre os alunos são fundamentais para o processo de construção do conhecimento. A interação direta favorece a troca de experiências e a resolução de dúvidas em tempo real.

Habilidades interpessoais e de grupo: a aprendizagem colaborativa auxilia os estudantes a aprimorar competências sociais, tais como liderança, tomada de decisões, resolução de conflitos e comunicação efetiva, fundamentais não só para o contexto escolar, mas também para a vida adulta e profissional.

Nos jogos cooperativos todos são vencedores, ou seja, todos se divertem, enquanto os jogos competitivos têm um vencedor em detrimento a um perdedor.

Brotto (2001) ressalta algumas diferenças entre jogo competitivo e jogo cooperativo de acordo com o quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Diferenças entre jogos competitivos e cooperativos

JOGOS COMPETITIVOS	JOGOS COOPERATIVOS
Vitória individual, com foco em superar os outros jogadores.	Vitória conjunta, com todos os jogadores trabalhando juntos.
Divertido somente para alguns jogadores	Divertido para todos
Rivalidade, onde o sucesso de um jogador depende da falha dos outros.	Colaboração, onde todos ajudam uns aos outros para alcançar o objetivo comum.
Conflitante, pois há uma competição direta entre os participantes.	Estratégia de cooperação e coordenação entre os jogadores.
Somente um ou alguns serão bem-sucedidos	Habilidade em trabalhar em equipe, entender e coordenar ações.

Fonte: Brotto (2001)

Diante das distinções apresentadas, observa-se que tanto a aprendizagem colaborativa quanto a cooperativa compartilham o princípio da interação entre os sujeitos como elemento central do processo educativo, diferenciando-se, contudo, pelo grau de estruturação das tarefas, pela forma de organização dos grupos e pela responsabilidade atribuída aos participantes. Enquanto a aprendizagem cooperativa se caracteriza por objetivos comuns claramente definidos e por uma divisão mais estruturada de papéis, a aprendizagem colaborativa destaca-se pela construção conjunta do conhecimento, com maior flexibilidade nas interações e valorização do diálogo entre os estudantes. Nesse sentido, os jogos cooperativos configuram-se como estratégias pedagógicas potentes, pois favorecem o trabalho em equipe, a troca de saberes e a superação da lógica competitiva, contribuindo para a construção de aprendizagens significativas. Assim, ao articular elementos da aprendizagem colaborativa e cooperativa, o jogo educativo desenvolvido neste trabalho apresenta-se como um recurso metodológico coerente com os pressupostos dos Três Momentos Pedagógicos,

4. PERCURSO METODOLÓGICO

A metodologia utilizada nesta pesquisa é de caráter qualitativa com procedimentos direcionados a observação participante, dela faz parte a obtenção de dados descritivos mediante o contato direto do pesquisador com o objeto de pesquisa, o pesquisador busca entender os fenômenos pela perspectiva dos participantes da situação estudada. Bauer e Gaskell (2017) afirmam que a pesquisa qualitativa evita a utilização de números e lida com dados interpretativos das realidades sociais. Assim, Flick (2009, p.25) ressalta que

De modo diferente da pesquisa quantitativa, os métodos qualitativos consideram a comunicação do pesquisador em campo como parte explícita da produção de conhecimento, em vez de simplesmente encará-la como uma variável a interferir no processo. A subjetividade do pesquisador, bem como daqueles que estão sendo estudados, tornam-se parte do processo de pesquisa.

É importante conhecer as realidades sociais para não transformar dados em apenas números, uma vez que quantificar dados em termos numéricos, como na pesquisa quantitativa, é preciso explorar significados, interpretações e experiências dos participantes.

Para Triviños (2009) a pesquisa qualitativa possibilita entender melhorias nas realidades mais complexas, dessa forma, tem ampla liberdade metodológica para realizar seu estudo e aprofundar o entendimento de populações específicas, como procedimento da pesquisa participante.

Queiroz (2007) afirma que a observação participante constitui uma das técnicas mais comuns entre os pesquisadores que optam pela pesquisa qualitativa, pois consiste na inserção do pesquisador no grupo observado, tornando-se parte dele, interagindo, buscando partilhar o seu conhecimento. Ainda sobre a observação participante Marconi e Lakatos (1996) ressalta que nessa técnica, o observador envolve-se com o grupo, transformando-se em um dos seus membros, ele passa a fazer parte do objeto de pesquisa.

Vale ressaltar que esta pesquisa centrou-se na aprendizagem colaborativa, sob a perspectiva dos três momentos pedagógicos. Torres (2007, p. 339) afirma que a “aprendizagem colaborativa pode ser definida como uma metodologia de aprendizagem na qual, por meio do trabalho em grupo e pela troca entre os pares, as pessoas envolvidas no processo aprendem juntas”. Seus objetivos focam na resolução de tarefas e desafios com a participação de todos.

Atividades lúdicas colaborativas têm o objetivo de unir pessoas/grupos e reforçar a confiança em si mesmo e nos outros. As pessoas geralmente participam autenticamente, pois ganhar ou perder não é o que realmente importa, e sim o processo como um todo.

Na aprendizagem colaborativa, o envolvimento ativo do aluno e a interação entre os pares são elementos imprescindíveis para a construção do conhecimento, uma vez que esse tipo de atividade permite manifestar opiniões, concordar, discordar, questionar e acrescentar ideias, configurando um ambiente democrático em que todos aprendem uns com os outros. Nesse sentido, Torres (2004) destaca que o aluno assume o papel de sujeito ativo no processo de aprendizagem, enquanto o professor atua como mediador, favorecendo a interatividade entre os pares, a construção coletiva do saber e a valorização da liberdade de pensamento. Todavia, valorizar a interação entre os indivíduos não implica a ausência de papéis definidos no contexto escolar, pois o professor continua exercendo sua função de ensino, ao mesmo tempo em que possibilita que os alunos aprendam entre si, especialmente por meio da troca de conhecimentos com colegas mais experientes.

Essa pesquisa foi realizada utilizando a metodologia dos três momentos pedagógicos, proposta por Delizoicov e Angotti, que têm grande importância no contexto educacional, especialmente no ensino de ciências. Cada um dos momentos contribui de maneira distinta para a formação e desenvolvimento dos alunos.

Caracterizam a abordagem dos três momentos pedagógicos em três etapas e a sua importância no processo de ensino aprendizagem dos alunos, sendo elas: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento (Quadro 2).

Quadro 2 – Etapas dos Três Momentos Pedagógicos com as descrições e objetivos

Etapas	Descrição	Destaques/Objetivos
1. Problematização Inicial	Apresentação de questões e situações reais conhecidas pelos alunos.	- Engajamento e motivação - Contextualização (cotidiano) - Desenvolvimento do pensamento crítico
2. Organização do Conhecimento	Discussão e aprofundamento da problemática inicial (ex.: contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos). O professor apresenta definições e conceitos.	- Construção coletiva de conceitos - Relação entre teoria e realidade
3. Aplicação do Conhecimento	Retomada sistemática do que foi aprendido, aplicado a novas situações. Uso do jogo educativo como estratégia para consolidar o saber.	- Aprendizagem significativa - Envolvimento dos alunos - Valorização da experiência prévia

Fonte: autor (2025)

A aplicação dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti em jogos educativos pode ser uma estratégia eficaz para promover um aprendizado ativo e envolvente.

Os três momentos pedagógicos em jogos educativos ajuda a criar uma experiência de aprendizado imersiva e eficaz, onde os alunos são motivados a aprender, entendem profundamente os conceitos e conseguem aplicar esse conhecimento de maneira prática e significativa.

4.1 Primeiro momento pedagógico: problematização inicial/levantamento de conhecimentos prévios sobre a contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos

No primeiro momento, a proposta foi apresentar o tema da contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos de maneira interativa e reflexiva. A aula foi estruturada com o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática e prepará-los para uma compreensão aprofundada do problema ambiental e social, associado ao uso de agrotóxicos.

Inicialmente, os alunos foram organizados em seis grupos, promovendo a colaboração e a troca de ideias entre os participantes. A utilização de grupos pequenos permitiu uma maior interação e, ao mesmo tempo, garantiu que todos tivessem a oportunidade de contribuir com suas percepções. Em seguida, um data show foi utilizado para projetar imagens, e assim introduzir o tema, com informações sobre a contaminação do Rio Araguaia.

Após essa introdução visual, cada grupo recebeu um questionário com perguntas específicas, visando explorar o conhecimento prévio sobre o impacto dos agrotóxicos na natureza e nas populações locais. As questões foram elaboradas para estimular a reflexão sobre a relação entre o uso de produtos químicos na agricultura e os danos causados aos corpos d'água, como o Rio Araguaia. Os questionamentos foram:

1. Vocês sabem o que são agrotóxicos?
2. Quais são os principais alimentos produzidos às margens do rio?
3. O que eles causam na água?
4. De que forma os agrotóxicos que chegam ao Rio Araguaia podem afetar a qualidade da água consumida pelas comunidades ribeirinhas?
5. Como podemos reduzir o uso de agrotóxicos nas áreas próximas aos rios?

Ao concluir as respostas, foi realizada uma discussão em grupo, onde cada equipe apresentou suas respostas e refletiu sobre o que sabiam sobre o tema, criando um espaço para debates e esclarecimento de dúvidas. Esse momento de discussão foi essencial para que os

alunos compartilhassem suas ideias e, ao mesmo tempo, fossem desafiados a pensar criticamente sobre a complexidade do problema ambiental apresentado.

4.2 Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento

No segundo momento pedagógico da pesquisa sobre a contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos, o foco foi aprofundar o conhecimento dos alunos sobre alguns conceitos de química orgânica dos agrotóxicos, analisando suas estruturas químicas e suas propriedades.

Para isso, a sala foi organizada em seis grupos (A, B, C, D, E, F), e cada grupo foi sorteado com a estrutura de um agrotóxico específico. Essa organização permitiu que os alunos trabalhassem de forma colaborativa, explorando diferentes tipos de agrotóxicos e suas características estruturais.

Primeiramente, foi entregue a cada grupo uma folha contendo a estrutura orgânica de um agrotóxico. Em seguida, foi projetado no quadro quatro perguntas gerais que todos os grupos deveriam responder, relacionadas à estrutura química de seus agrotóxicos. As questões foram elaboradas para que os alunos aplicassem os conceitos de química orgânica e trabalhassem a identificação das características moleculares de cada substância. As perguntas apresentadas foram:

1. Classifique a cadeia carbônica de seu agrotóxico quanto à saturação (saturada ou insaturada), homogeneidade (homogênea ou heterogênea) e fechamento (aberta, fechada ou mista).
2. Quantos carbonos e ligações π existem na estrutura do seu agrotóxico?
3. Quantos carbonos hibridizados sp^2 existem na cadeia do seu agrotóxico?
4. Quantos carbonos primários e terciários existem na estrutura orgânica do seu agrotóxico?

Cada grupo teve quatro minutos para discutir e responder a cada uma dessas questões. Esse tempo foi planejado para incentivar a reflexão rápida e objetiva, promovendo a colaboração entre os membros de cada grupo.

Após a resolução das questões iniciais, a dinâmica avançou para um momento de criatividade e colaboração. Cada grupo foi responsável por elaborar uma quinta pergunta relacionada à estrutura do agrotóxico que estudou, destinada a outro grupo. Essa etapa favoreceu a interação entre os alunos e possibilitou a troca de conhecimentos. Além disso, promoveu a construção coletiva do saber, estimulando o desenvolvimento da capacidade crítica.

Os estudantes também puderam exercitar a análise detalhada das estruturas químicas. Dessa forma, a atividade consolidou o aprendizado de maneira participativa e reflexiva.

Ao final das discussões e da elaboração das perguntas, foi projetado no data show as estruturas químicas de cada agrotóxico estudado, permitindo que todos os alunos visualizassem as moléculas discutidas, tanto do seu grupo, quanto das dos outros grupos. Esse momento gerou uma grande expectativa entre os alunos, que estavam ansiosos para ver a correção das respostas e comparar as análises feitas por seus colegas. Em seguida, foi feita a correção coletiva das respostas, discutindo detalhadamente as questões e permitindo que os alunos ajustassem suas interpretações com base nas observações feitas durante a correção.

No quadro 3, foram descritos os principais objetivos sobre os três momentos pedagógicos, assim como, o que foi trabalhado em sala de aula e a quantidade de aulas de cada momento.

Quadro 3 – Momentos pedagógicos

PRIMEIRO MOMENTO – PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL				
Aulas	Questionamentos	Atividade	Recursos utilizados	Objetivos específicos
2 aulas	Foram realizados questionamentos envolvendo a contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos e seus impactos ambientais.	Exposição oral da problemática de forma dialogada.	Quadro, pincéis, data show, apagador e imagens.	Identificar a compreensão prévia dos estudantes sobre agrotóxicos relacionada a contaminação do rio Araguaia Conhecer os principais alimentos produzidos as margens do rio. Conhecer os efeitos e consequências que os agrotóxicos causam na água.
SEGUNDO MOMENTO – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO				
Aulas	Questionamentos	Atividade	Recursos utilizados	Objetivos específicos
3 aulas	Foram realizados questionamentos sobre a classificação dos carbonos nas estruturas e outras características como classificação de cadeias orgânicas e tipos de ligação.	Exposição oral sobre as características desses compostos orgânicos e suas classificações.	Quadro, pincéis, data show, apagador e imagens.	Conhecer as estruturas químicas orgânicas dos agrotóxicos encontrados no Rio Araguaia. Analisar as classificações das cadeias carbônicas, de carbonos, tipos de ligações químicas e hibridização de carbonos.
TERCEIRO MOMENTO – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO				
Aulas	Atividade			
3 aulas	Aplicação do jogo TrilhaTox			

Fonte: autor (2025)

Estrutura do jogo

O jogo se passa em uma trilha em formato do Rio Araguaia, dividida em 6 regiões.

Cada uma dessas regiões representa uma área específica ao longo do rio, as regiões podem ser: plantações de milho, plantações de cana de açúcar, plantações de soja, plantações de arroz, comunidades ribeirinhas e cidades.

Instruções do jogo

O jogo foi realizado em três rodadas, cada uma com um número específico de participantes. Na primeira rodada participaram 13 alunos, enquanto a segunda contou com 14, ambos distribuídos entre as diferentes regiões representadas no rio. Em cada região havia quatro cartas com desafios distintos, e as duplas ficaram responsáveis por responder às questões correspondentes ao espaço em que estavam posicionadas.

O objetivo do jogo é que as duplas/trios participantes, distribuídas ao longo de diferentes regiões do Rio Araguaia, resolvam desafios relacionados à estrutura química de agrotóxicos encontrados nessas áreas. Cada dupla/trio ficou responsável por uma região, onde tiveram que trabalhar de forma colaborativa para solucionar os problemas/desafios apresentados.

Papel da plateia

Durante as rodadas, os outros alunos da turma, que não estiveram participando ativamente, ficaram na plateia assistindo à rodada. Eles podiam ajudar as duplas/trios durante o jogo, conforme as regras abaixo.

Regras do jogo

Durante o jogo cada dupla ou trio terá direito a utilizar duas ajudas durante a rodada: uma proveniente de outra dupla/trio participante e outra vinda dos alunos da plateia. Essas ajudas só poderão ser usadas uma vez em cada rodada. Já na última rodada, o grupo responsável não contará com nenhum tipo de auxílio, devendo responder aos desafios de forma totalmente autônoma.

Ao final das duas primeiras rodadas, haverá uma última rodada com 10 alunos, compostos por participantes da primeira e segunda rodadas. Esse grupo será responsável por resolver os desafios da região 6 da trilha, que envolve as cidades e a mata ciliar.

Se uma dupla/trio não conseguir resolver um dos desafios apresentados, eles precisarão pagar uma prenda ou responder uma pergunta sobre conhecimentos gerais como forma de penalidade.

O esquema mostra o Rio Araguaia dividido em regiões, e cada uma delas está associada a um tipo específico de plantação e ao agrotóxico correspondente utilizado em seu cultivo. As duplas de estudantes foram distribuídas ao longo desse percurso, assumindo a responsabilidade de resolver os desafios relacionados à sua região. Além disso, a imagem evidencia, de forma clara e lúdica, as principais regras que orientam a atividade, facilitando a compreensão da proposta em sala de aula.

Figura I – Ilustração do jogo didático



Fonte: autor (2025)

Instrumentos de coleta de dados

O método de análise e coleta de dados se deu por meio da observação direta/conversa informal, áudio-gravação e questionários. Segundo De Lüdke e André (2013), o método de observação ocasiona um contato pessoal e estreito entre o pesquisador com o fenômeno pesquisado. E por isso gera experiências diretas. Por meio da observação é possível descobrir novos aspectos do problema em estudo. A observação também permite a coleta de dados,

quando é impossível outras formas de comunicação. Ainda nessa perspectiva Lüdke e André (2018, p.31) ressaltam que

A observação direta permite que o observador chegue mais perto da “perspectiva” dos sujeitos, um importante alvo nas abordagens qualitativas. Na medida em que o observador acompanha *in loco* as experiências dos sujeitos, pode tentar apreender sua visão de mundo, isto é, o significado que eles atribuem à realidade que os cerca e as suas próprias ações.

Nas pesquisas de abordagem qualitativa, a aproximação entre o pesquisador e o objeto de estudo torna-se indispensável, uma vez que possibilita conhecer de forma mais profunda a realidade investigada, permitindo, inclusive, a ressignificação da visão de mundo do próprio observador. A observação, nesse contexto, configura-se como um procedimento fundamental de coleta de dados, pois viabiliza a análise de aspectos que nem sempre são acessíveis por meio de entrevistas ou questionários, exigindo do pesquisador um olhar atento, intencional e orientado para aquilo que se deseja compreender e analisar. Contudo, reconhece-se que a observação, por si só, pode não ser suficiente, visto que determinadas informações podem passar despercebidas; assim, a utilização da audiogravação apresenta-se como um recurso complementar relevante, ao possibilitar o registro fiel das falas, entonações, pausas, repetições, erros e correções, elementos que frequentemente se perdem em anotações escritas, além de minimizar distorções ou esquecimentos e permitir que o pesquisador concentre-se na interação com os alunos e na dinâmica das relações observadas.

4.2 Instrumentos de coletas de dados

Esta pesquisa fez uso de diferentes instrumentos de coleta de dados, de modo a possibilitar uma análise abrangente e consistente do processo de ensino-aprendizagem. Inicialmente, foi aplicado um questionário diagnóstico no primeiro momento pedagógico, cujo propósito foi identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos e das práticas agrícolas da região. No segundo momento, foram considerados os registros/respostas escritas pelos alunos, como fichas de análise das estruturas químicas, respostas coletivas e a chamada “quinta questão”, elaborada e trocada entre os grupos. Durante os três momentos, realizou-se observação participante, registrada em diário de campo, a fim de acompanhar as interações, atitudes e estratégias utilizadas pelos estudantes. Além disso, foram realizados registros fotográficos, com a finalidade de documentar visualmente as atividades, em especial a aplicação do jogo no terceiro momento pedagógico.

Entre os instrumentos de coleta empregados, destaca-se como categoria central de análise as transcrições das falas dos alunos, obtidas por meio de gravações em áudio realizadas nos três momentos pedagógicos. Essas transcrições foram feitas de forma fiel, preservando pausas, repetições, reformulações e demais marcas da oralidade, o que garante a autenticidade das produções dos participantes. A análise desse material busca identificar avanços, dificuldades e padrões de aprendizagem, possibilitando compreender, de maneira mais precisa, o impacto das práticas pedagógicas implementadas ao longo do processo.

Essa categoria de análise está diretamente relacionada aos objetivos da pesquisa e contribui para a compreensão do impacto das práticas pedagógicas implementadas. Além disso, as transcrições, enquanto fonte de dados qualitativos, serão fundamentais para sustentar as interpretações e discussões desenvolvidas ao longo do trabalho.

As categorias de análise e os principais aspectos observados em cada uma delas estão sintetizados no Quadro 4.

Quadro 4 – Instrumentos de coletas de dados

Categoria de Análise	Descrição/Aspectos Observados
Questionário diagnóstico inicial	Identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática da contaminação do Rio Araguaia, práticas agrícolas e uso de agrotóxicos.
Registros escritos dos alunos	Produções coletivas, fichas de análise de estruturas químicas e a quinta questão; observação de como os estudantes expressam conceitos de Química orgânica por escrito.
Observação participante	Anotações sobre interações, atitudes, estratégias de aprendizagem e momentos de colaboração ou conflito entre os grupos.
Registros fotográficos	Registro visual das atividades e do jogo, possibilitando documentar a participação e engajamento dos alunos.
Transcrições de falas (categoria central)	Análise qualitativa das falas gravadas em áudio nos três momentos pedagógicos, considerando autenticidade da linguagem oral, avanços conceituais, dificuldades, padrões argumentativos e mudanças ao longo do processo.

Fonte: autor (2025)

4.3 Local da pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida no Colégio estadual de Goiânia. Trata-se de uma instituição pública localizada em uma região periférica da cidade, caracterizada por condições socioeconômicas desafiadoras. A escola atende a uma comunidade que, apesar das limitações estruturais, demonstra forte vínculo com o espaço escolar e grande interesse na promoção da aprendizagem.

Atualmente, o colégio encontra-se em processo de reforma há mais de dois anos. Devido às obras, a escola não dispõe de espaços fundamentais para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais amplas, como laboratório de ciências, laboratório de informática ou biblioteca. Além disso, os professores não possuem salas específicas. A equipe de coordenação, compartilha a mesma sala da direção.

Apesar dessas adversidades, a instituição busca alternativas para garantir os recursos didáticos aos educadores, como a disponibilização de projetores, uma televisão e fotocopiadoras. Mesmo com tantas limitações, destaca-se o esforço coletivo de professores, coordenação e estudantes, que vêm se mostrando resilientes e comprometidos com o processo de ensino-aprendizagem. Esse contexto torna o ambiente escolar um espaço significativo para a realização de pesquisas que dialoguem com a realidade concreta do sistema público de ensino, sobretudo no que se refere à valorização do conhecimento científico em condições de vulnerabilidade estrutural.

4.4 Sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi aplicada numa turma de 3ª série do ensino médio, de uma escola estadual localizada na cidade de Goiânia, totalizando 36 estudantes. Desse total, 18 são do sexo masculino e 18 do sexo feminino, o que indica uma distribuição praticamente equilibrada entre os gêneros. Durante os primeiros e segundos momentos pedagógicos, todos os alunos estiveram presentes e participaram ativamente das atividades de problematização e organização do conhecimento. No entanto, durante a aplicação do jogo, que corresponde ao terceiro momento, a presença em sala foi de 27 estudantes, devido a ausências pontuais.

A escolha de realizar a pesquisa numa turma de terceira série do Ensino Médio foi motivada pela relevância do conteúdo curricular desta etapa, especialmente no que se refere à disciplina de Química. O tema da pesquisa, centrado na análise de agrotóxicos e suas

respectivas estruturas químicas, apresenta uma conexão direta com os tópicos de química orgânica trabalhados com os alunos nesse nível de ensino.

Esta pesquisa foi realizada no contexto da prática pedagógica do pesquisador, que atuava como professor regente da turma participante. Considerando essa condição, foram adotados cuidados específicos para assegurar que a participação dos estudantes ocorresse de forma voluntária e sem qualquer prejuízo pedagógico.

Os alunos foram previamente informados sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos adotados e a finalidade acadêmica dos dados coletados. Foi esclarecido que a participação na pesquisa não influenciaria em avaliações ou rendimento escolar, garantindo liberdade de decisão.

Para assegurar o sigilo e a confidencialidade, foram utilizados códigos na transcrição e análise dos dados, não sendo registrados nomes ou informações que possibilitassem a identificação dos participantes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são apresentados e discutidos os resultados obtidos ao longo da intervenção pedagógica, à luz do referencial teórico que fundamenta este estudo. Para garantir maior clareza e coerência na exposição, a análise foi organizada com base nos Três Momentos Pedagógicos, propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Essa abordagem metodológica orientou toda a investigação, possibilitando compreender o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem a partir de três etapas interdependentes: a problematização da realidade, a organização do conhecimento científico e a aplicação dos saberes construídos.

Os resultados foram analisados em três etapas correspondentes aos Três Momentos Pedagógicos: a Problematização, voltada à investigação dos conhecimentos prévios e à contextualização do tema da contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos; a Organização do Conhecimento, destinada ao aprofundamento dos conceitos químicos e das estruturas orgânicas dos agrotóxicos; e a Aplicação do Conhecimento, na qual os estudantes participaram de um jogo didático para aplicar os conhecimentos construídos. Essa organização metodológica permitiu acompanhar de forma sistemática o percurso de aprendizagem dos alunos, evidenciando dificuldades e avanços ao longo da sequência didática, iniciando-se a análise pelo Primeiro Momento – Problematização.

5.1 Primeiro momento pedagógico – Problematização inicial

Essa abordagem pedagógica no primeiro momento permitiu não apenas o levantamento de conhecimentos prévios, mas também estimulou o pensamento crítico dos discentes incentivando-os a se aprofundar no tema de forma colaborativa e investigativa. A troca de informações entre os grupos e a discussão coletiva contribuíram para ampliar a compreensão do impacto dos agrotóxicos no Rio Araguaia e na vida dos moradores e do ecossistema da região.

Durante o primeiro momento pedagógico, após a organização dos alunos em grupos, foi observada a presença de elementos lúdicos como empolgação, engajamento, curiosidade e disposição para participar ativamente das discussões, que desempenharam um papel importante na promoção de um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo. A divisão da turma em seis grupos, aliada à entrega de um questionário sobre o tema da contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos, despertou uma reação positiva nos estudantes, o que proporcionou descontração, expectativa, curiosidade e risadas, características de um ambiente lúdico que

contribuiu significativamente para o engajamento e a apropriação dos conteúdos químicos abordados.

As respostas/conhecimento prévio levantadas pelos estudantes para os questionamentos podem ser verificadas no quadro 5.

Quadro 5. Questionamentos e resumo das respostas dos alunos da 3ª série em relação ao primeiro momento pedagógico

QUESTIONAMENTOS	RESPOSTAS	CATEGORIAS
1. Vocês sabem o que são agrotóxicos?	... produtos químicos/venenos orgânicos ... auxiliam no combate/prevenção de pragas, fungos e insetos ... substâncias que aumentam a produção	- Definição geral e Percepção negativa; - Função e aplicação - Objetivo econômico
2. Quais são os principais alimentos produzidos as margens do rio?	... soja, milho, arroz, cana de açúcar, bata doce, mandioca, amendoim, feijão	Diversidades de produtos alimentares e agricultura comercial e familiar
3. O que eles causam na água?	Contaminação da água e mata seres aquáticos, causa a intoxicação e a morte de peixes, afetam várias espécies marinha	Impactos ambientais na água, fauna aquática e biodiversidade
4. De que forma os agrotóxicos que chegam ao Rio Araguaia podem afetar a qualidade da água consumida pelas comunidades ribeirinhas?	... Intoxicando as pessoas e comunidades ribeirinhas que as consomem ... causando problemas de saúde as pessoas que consomem a água ... pelo consumo de alimentos que contém agrotóxicos em excesso.	Impactos na saúde humana (intoxicação e problemas de saúde)
5. Como podemos reduzir o uso de agrotóxicos nas áreas próximas aos rios?	...promovendo uma agricultura ecológica ...reduzir a quantidade de agrotóxicos nas plantações ... intensificar a fiscalização do uso dos agrotóxicos em excesso ... conscientização dos agricultores a usarem menos agrotóxicos	Soluções sustentáveis (Agricultura ecológica)

Fonte: autor (2025)

Dessa forma, a problematização possibilitou que os estudantes relacionassem o conteúdo escolar com situações concretas do contexto socioambiental que conhecem, abrindo caminho para um aprendizado mais significativo. Essa relação entre o conhecimento científico e a realidade local pôde ser percebida nas respostas dos alunos, quando afirmaram que “os agrotóxicos causam problemas de saúde às pessoas que consomem a água” e que “o consumo de alimentos com agrotóxicos em excesso também prejudica” (Quadro 5, Q4). Tais colocações evidenciam a compreensão de que os impactos ambientais atingem diretamente a saúde das comunidades ribeirinhas, confirmando que a problematização inicial favoreceu reflexões críticas sobre o uso de agrotóxicos e suas consequências para o meio ambiente e para a população local.

Durante o momento inicial, ao serem convidados a refletir sobre a contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos, os alunos revelaram percepções restritas ao tema proposto, sem mencionar espontaneamente outros rios importantes do estado, como o Meia Ponte, o João Leite ou o Dourados. Essa tendência pôde ser observada em falas como “O Rio Araguaia é o mais conhecido do nosso estado, todo mundo vai pra lá nas férias, e por isso ele precisa ser cuidado pra não ficar poluído” (A2 G2), que demonstram o reconhecimento da relevância simbólica do Araguaia, mas também a limitação do repertório de conhecimentos prévios a um contexto local específico.

Esse resultado confirma o que Freire (1987) defende ao destacar que o processo educativo deve partir da realidade concreta do educando, pois é a partir da problematização do mundo vivido que se desperta a consciência crítica. Nessa direção, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) explicam que o primeiro momento dos Três Momentos Pedagógicos tem como objetivo mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes e colocá-los em diálogo com situações-problema capazes de gerar conflito cognitivo.

No caso desta pesquisa, essa problematização ocorreu quando os estudantes foram convidados a refletir sobre as causas da contaminação do Rio Araguaia e os principais alimentos cultivados às suas margens. Muitos mencionaram o uso frequente de agrotóxicos nas plantações de soja, milho e arroz, relacionando esse uso ao modo de vida das comunidades locais. Durante o diálogo, surgiram questionamentos que revelam a curiosidade e o envolvimento dos alunos, como: “Professor, será que esses agrotóxicos não acabam indo parar dentro do rio?” (A1G5) e “Se a água do rio for usada para irrigar ou beber, isso pode fazer mal pra gente também?” (A2G3).

Essas falas demonstram que o tema despertou o interesse dos estudantes e promoveu um processo de reflexão sobre a própria realidade. Assim, a situação-problema proposta favoreceu o desenvolvimento do primeiro momento pedagógico descrito por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), ao provocar o conflito cognitivo e instigar a busca por novos conhecimentos sobre os impactos químicos e ambientais do uso de agrotóxicos no Rio Araguaia.

Pesquisas recentes corroboram essa perspectiva. Silva e Torres (2021), ao aplicarem a problematização em aulas de Química sobre impactos ambientais, também observaram que os estudantes inicialmente recorrem a exemplos próximos de seu cotidiano, mas com mediação docente são capazes de ampliar o olhar para compreender a complexidade socioambiental. Do mesmo modo, Souza e Ferreira (2022) verificaram que a introdução de problemáticas ligadas ao uso de agrotóxicos possibilitou que os alunos conectassem o conteúdo científico a questões sociais, mesmo quando não tinham repertório prévio aprofundado sobre o tema.

Assim, observa-se que a experiência com o primeiro momento nesta pesquisa está em consonância com a literatura: a problematização funcionou como gatilho para o pensamento crítico, permitindo que os alunos comesçassem a relacionar os conceitos químicos com situações do seu contexto social e ambiental, ainda que de forma inicial e mediada.

Isso torna o aprendizado mais relevante e interessante, e o aluno passa a entender por que está estudando aquilo. Moreira, (2014, p.4) entende que na educação dialógica, “estudar requer apropriação da significação dos conteúdos, a busca de relações entre os conteúdos e entre eles e aspectos históricos, sociais e culturais do conhecimento. Requer também que o educando se assuma como sujeito do ato de estudar e adote uma postura crítica e sistemática”. Os tópicos da Química Orgânica têm grande importância na construção do conhecimento, tanto no ambiente escolar quanto fora dele.

Ensinar química orgânica de forma que faça sentido para os estudantes, tem sido uma missão diária, pois fazer com que os alunos sintam interesse pelo tema se torna cada vez mais desafiador, é preciso contextualizar/problematizar os conteúdos, pois a partir disso ocorre o diálogo, troca de conhecimento e associação com a vivência do aluno, promovendo uma aprendizagem dinâmica e significativa. Tafner (2008, p. 2), aponta que

[...] a convivência entre educando e educador na sala de aula atualmente atesta que o ensino está totalmente desligado da vida real do educando. Parece que o educador, ao entrar em sala, esquece de todo o restante do mundo: dos conflitos mundiais, da globalização, das injustiças sociais, enfim, é como se as paredes da sala de aula

impedissem a entrada de objetos estranhos não previstos pelo programa adotado pela escola.

Nascimento, Ricarte e Ribeiro (2007) afirmam que os tópicos da química orgânica têm grande importância na construção do conhecimento, tanto no ambiente escolar quanto fora dele. No entanto, é evidente que este componente não é o principal. Para Freire (2015), um currículo desvinculado da realidade dos estudantes reforça práticas educativas que fragmentam o conhecimento e não consideram a vivência sociocultural dos sujeitos. Consequentemente, essa perspectiva torna impossível a compreensão de conceitos importantes para a educação dos alunos, uma vez que, na maior parte das vezes, estes não têm a oportunidade de um ensino contextualizado. Frequentemente, não conseguem associar o que é aprendido em sala de aula a situações concretas do seu dia a dia, contribuindo para que os estudantes se sintam desestimulados a aprender, Delizoicov; Angotti; Pernambuco, (2002).

Ainda nessa etapa inicial da discussão, constatou-se que as estratégias utilizadas conseguiram despertar a curiosidade dos alunos sobre o tema da contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos. Essa curiosidade ficou evidente nas falas e questionamentos espontâneos durante o diálogo, revelando o interesse em compreender as implicações ambientais e humanas do problema. Alguns estudantes perguntaram: “Professor, e o pessoal que se alimenta dos peixes irá se contaminar?” e “Esses agrotóxicos ficam no nosso corpo, pode nos matar?” (A4G3; A2G1). Tais indagações demonstram não apenas o engajamento da turma, mas também o surgimento de inquietações científicas e éticas em torno do tema. Esses indícios confirmam que o processo de problematização inicial foi eficaz para promover a curiosidade e estimular reflexões críticas sobre as relações entre o uso de agrotóxicos, a contaminação da água e os impactos à saúde humana.

Isso possibilitou uma interação significativa entre os alunos alinhada ao objetivo da educação problematizadora proposta por Freire (2011). De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) é fundamental que o aluno perceba a necessidade de adquirir conhecimentos que ainda não possui. Isso significa que é importante apresentar a situação em discussão como um problema que deve ser analisado e enfrentado. Essa abordagem é um aspecto essencial da problematização inicial.

No primeiro questionamento (“Vocês sabem o que são agrotóxicos?”), os estudantes apresentaram respostas como “produtos químicos/venenos orgânicos” ou “substâncias que aumentam a produção”. Tais falas evidenciam uma compreensão superficial, centrada em percepções comuns e genéricas. Ainda que demonstrem reconhecer o caráter químico e o uso

econômico dos agrotóxicos, não conseguem detalhar suas propriedades, funções específicas ou impactos ambientais.

Essa limitação revela a importância da mediação pedagógica para superar concepções cotidianas e aproximar os alunos de uma compreensão científica mais aprofundada. Para Piaget (1986) o conhecimento prévio apresenta um papel importante no processo de construção do conhecimento, pois quando novos estímulos são incorporados à estrutura cognitiva do sujeito, os pensamentos vão se expandindo. Esse processo ocorre por meio da interação entre esquemas apropriados presentes nas estruturas cognitivas e novas informações.

Uma das táticas cruciais no processo de ensino e aprendizado é o conhecimento prévio dos alunos, frequentemente negligenciado durante o ensino. No entanto, é um instrumento que favorece o aprendizado dos estudantes por meio da perspectiva dos próprios estudantes sobre os conceitos discutidos em sala de aula. Para Silva, Herbert e Soares:

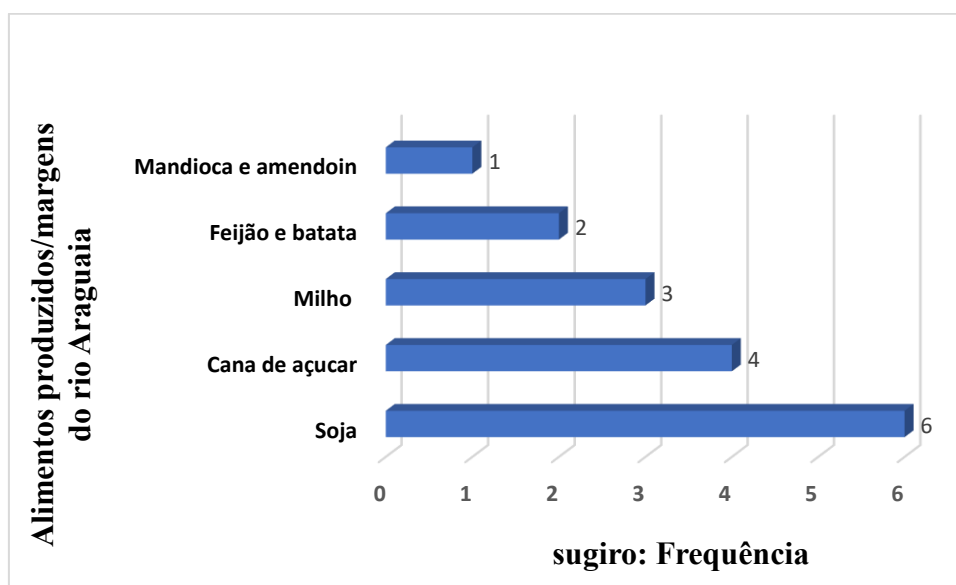
As concepções e conhecimentos prévios dos próprios alunos, pode promover uma mudança conceitual e, assim, iniciar uma construção concreta e significativa da aprendizagem, tendo como ponto de partida a perspectiva conceitual dos sujeitos. (2013, p.2)

Quando questionados sobre os principais alimentos produzidos às margens do Rio Araguaia, foi possível observar que as respostas apresentadas pelos alunos se mostraram bastante coerentes com a realidade agrícola das áreas ribeirinhas e das cidades próximas. Entre os alimentos mais citados estiveram “soja”, “milho”, “arroz”, “cana-de-açúcar”, “batata-doce”, “mandioca”, “amendoim” e “feijão” (Quadro 5, Q2). A recorrência dessas respostas evidencia que os estudantes possuem um repertório de conhecimentos empíricos relacionados ao contexto produtivo regional, demonstrando familiaridade com as práticas agrícolas predominantes nas margens do rio.

Essa percepção inicial indica que a problematização foi capaz de mobilizar saberes prévios vinculados à vivência cotidiana e à observação do território, favorecendo a contextualização do tema antes mesmo da introdução dos conceitos científicos. Essas culturas realmente predominam nas cidades goianas localizadas às margens do Rio Araguaia, como Aragarças, Aruanã e São Miguel do Araguaia. Segundo dados do IBGE (2023), os municípios localizados às margens do Rio Araguaia apresentam forte atividade agrícola, com destaque para o cultivo de soja, milho e arroz, que juntos representam mais de 80% da produção agrícola da região Centro-Oeste. Esses dados confirmam a coerência entre as respostas dos alunos e o perfil produtivo regional, indicando que suas percepções refletem a realidade econômica e ambiental

das áreas ribeirinhas observadas em Goiás. Essa prática agrícola em grande escala influencia diretamente o uso do solo e dos recursos hídricos, além de ter um impacto importante nos processos de contaminação ambiental. Isso sugere que a produção agrícola ao longo do Rio Araguaia é diversificada, o que reflete a adaptabilidade da agricultura local às condições do solo e do clima. O gráfico 1 mostra os alimentos que mais apareceram no questionamento 2.

Gráfico 1. Percepção dos estudantes da 3ª série/EM sobre alimentos produzidos nas margens do Rio Araguaia, GO.



Fonte: autor (2025)

A partir das respostas dos grupos, observou-se que a soja foi o alimento mais citado (6 vezes), seguida da cana-de-açúcar (4) e do milho (3). Esses três cultivos, amplamente associados ao agronegócio e ao uso intensivo de agrotóxicos, aparecem como predominantes na percepção dos estudantes. Tal resultado dialoga com a realidade agrícola das cidades goianas situadas às margens do Rio Araguaia, como Aruanã, Aragarças e São Miguel do Araguaia, onde a produção de soja, cana e milho representa uma das principais atividades econômicas (IBGE, 2022). Dessa forma, a análise reforça que o conhecimento prévio dos alunos está alinhado ao contexto socioeconômico local. Ressalta-se, entretanto, que em outras regiões do país esse resultado poderia ser distinto, a depender das culturas predominantes em cada localidade.

O fato de soja e cana-de-açúcar liderarem as respostas sugere que os alunos têm noção de algumas atividades agrícolas presentes na região, o que é um bom ponto de partida para aprofundar discussões sobre os impactos ambientais dessas plantações ao longo do Rio.

Já culturas como feijão, batata-doce, mandioca e amendoim foram menos citados, o que pode indicar que tais culturas são produzidas em menor escala na região ou, ainda, que não fazem parte do repertório sociocultural dos alunos no que diz respeito à agricultura local. É importante destacar que todos os estudantes participantes residem na zona urbana do município e, em sua maioria, vivem em regiões periféricas, com pouco ou nenhum contato direto com a atividade agrícola. Essa realidade influencia diretamente a forma como percebem e interpretam o espaço rural e sua produção, limitando suas referências ao que é difundido pela mídia ou aprendido superficialmente.

Em relação aos impactos dos agrotóxicos na água, as respostas refletem uma percepção dos impactos ambientais negativos dos agrotóxicos, embora o termo "espécies marinhas" esteja incorreto, visto que o Rio Araguaia não é um ambiente marinho, mas sim de água doce. No entanto, a compreensão sobre os danos ao ecossistema aquático é clara, porém é importante ressaltar que quando o aluno percebe que todo o conhecimento que ele possui é válido para conhecimentos posteriores, ele se sente motivado e seguro para reestruturar esses conhecimentos e aproveitá-los para os conceitos que estão sendo construídos.

Freire (2015, p. 31) afirma que “ensinar exige respeito aos saberes dos educandos”, instiga a reflexão sobre a importância de significar o que o estudante considera como relevante e, para tanto, o professor necessita perceber seu papel docente, não apenas como uma “tarefa de ensinar conteúdos, mas como ensinar a pensar certo.

Em relação ao conhecimento prévio sobre como os agrotóxicos podem afetar a qualidade da água consumida pelos ribeirinhos, percebe-se que respostas estão alinhadas com o entendimento dos alunos sobre os efeitos diretos da contaminação da água na saúde das comunidades, porém, parecem bastante focadas no efeito imediato da intoxicação, sem explorar a fundo as dimensões sociais e políticas da questão.

Segundo o Ministério da Saúde (2018), entre 2007 e 2015, foram registrados 84.206 casos de envenenamento por pesticidas. Durante este intervalo de tempo, os indivíduos adquiriram habilidades para lidar com a situação. Os estados do Tocantins, Espírito Santo, Paraná, Roraima e Goiás apresentaram índices de intoxicação que superaram em mais de duas vezes a média nacional, o que pode ter sido causado por uma maior incidência de intoxicação.

5.2 Segundo momento pedagógico – Organização do conhecimento

A correção das respostas foi um momento rico de aprendizado coletivo, pois todos perceberam as nuances nas respostas e as diferenças nas estruturas dos agrotóxicos. Além disso,

o processo de troca de perguntas e respostas entre os grupos ajudou a consolidar o conhecimento de cada aluno sobre as propriedades dos agrotóxicos e como essas substâncias interagem no ambiente, especialmente em ecossistemas aquáticos como o Rio Araguaia. Este momento gerou envolvimento dos alunos, pois eles puderam aplicar conceitos teóricos de química orgânica em um contexto real de impacto ambiental, tornando a aprendizagem significativa. Ao final da atividade, todos saíram com uma compreensão sobre como os agrotóxicos podem influenciar os impactos ambientais e a saúde humana.

O segundo momento pedagógico, focado no tema da contaminação do rio Araguaia por agrotóxicos, também foi marcado por um engajamento da maioria dos alunos, promovendo não apenas a interação entre eles, mas também um ambiente de aprendizagem colaborativa. De acordo com Silva (2011), os alunos participam da aprendizagem dos colegas, e isso faz com que o conhecimento seja construído conjuntamente.

Ao introduzir a química orgânica por meio da análise das estruturas de diferentes agrotóxicos, foi possível perceber como a organização em grupos e o uso de elementos lúdicos contribuíram significativamente para o processo de aprendizagem. Lopes (2004) argumenta que a conexão entre a diversão e o aprendizado traz vantagens, já que amplifica as habilidades dos estudantes ao permitir que o processo de aprendizagem ocorra de maneira prazerosa.

As respostas referentes aos questionamentos do segundo momento dos estudantes podem ser verificadas no quadro 6.

Quadro 6. Respostas dos estudantes referentes aos questionamentos do segundo momento pedagógico

Grupo	Classificação (1)	Carbonos e Ligações pi (2)	Carbonos sp² (3)	Carbonos Primários e terciários (4)
Grupo A	Correto	Correto	Errado	Parcial
Grupo B	Correto	Correto	Correto	Correto
Grupo C	Parcial	Correto	Parcial	Correto
Grupo D	Correto	Correto	Errado	Correto
Grupo E	Correto	Correto	Errado	Parcial
Grupo F	Correto	Parcial	Correto	Parcial

Fonte: autor (2025)

A atividade realizada com os seis grupos (A, B, C, D, E, F) permitiu identificar diferentes níveis de compreensão em relação aos conceitos de Química Orgânica aplicados à análise estrutural dos agrotóxicos. Esses níveis foram classificados em **três categorias**:

Compreensão total/CT (resposta correta): quando os alunos identificaram de forma adequada os conceitos solicitados, demonstrando domínio do conteúdo trabalhado.

Compreensão parcial/CP (resposta parcialmente correta): quando os estudantes apresentaram um raciocínio que indicava aproximação conceitual, mas ainda com lacunas, imprecisões ou incompletudes.

Ausência de compreensão/AC (resposta incorreta): quando as respostas evidenciaram concepções equivocadas ou confusões conceituais significativas, revelando dificuldade em estabelecer relações com os conceitos de Química Orgânica.

Assim, os resultados do Quadro 4 revelam não apenas os acertos, mas também os pontos em que houve avanços iniciais e, principalmente, as dificuldades que precisam ser retomadas em processos posteriores de ensino e aprendizagem.

Em relação à pergunta 1, foi possível observar que as respostas da maioria dos grupos estavam corretas e bem fundamentadas, revelando uma compreensão total (CT) dos conceitos de saturação, homogeneidade e fechamento. No entanto, no grupo C houve uma dificuldade específica quanto à hibridização do carbono em ligações duplas.

Aluno 1 do grupo C (A1GC): [...] professor nós não lembramos que uma cadeia que apresenta heteroátomos ela não pode ser homogênea.

(A2GC): [...] eu te falei, se tiver oxigênio entre carbonos, ela será heterogênea, mas você não me escutou.

Professor: [...] é isso mesmo! Os principais heteroátomos são oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo, se eles estiverem entre carbonos, a cadeia carbônica será heterogênea.

Percebe-se nesse momento que houve uma divergência entre respostas, e isso mostra as diferentes linhas de raciocínio dos alunos. A fala do aluno A1GC: “professor nós não lembramos que uma cadeia que apresenta heteroátomos ela não pode ser homogênea” evidencia uma compreensão parcial (CP), já que o estudante reconhece a importância da presença de heteroátomos, mas ainda demonstra lacuna conceitual ao misturar esse raciocínio com o conceito de hibridização. Por outro lado, a fala de A2GC: “eu te falei, se tiver oxigênio entre carbonos, ela será heterogênea, mas você não me escutou” mostra uma compreensão total (CT), pois o aluno identifica corretamente a função do oxigênio como heteroátomo na classificação da cadeia carbônica.

Para Marcuschi (2006), a divergência entre alunos estabelece diálogos construtivos. A partir da avaliação desse diálogo, pode-se observar a construção de conhecimentos coerentes resultantes da interação entre pares.

Em relação a quantidade de acertos relacionados da pergunta 2, percebeu-se que todos os grupos (A, B, C, D, E) compreenderam o conceito de ligação pi e quantidade de carbonos presente na cadeia carbônica, sendo formuladas respostas fundamentadas. Já o grupo F não conseguiu identificar a quantidade de carbonos presente na cadeia carbônica, porém conseguiram identificar a quantidade de ligações pi.

Aluno 1 do grupo F (A1GF): Eu achei que esses dois elementos que estavam ligados a esse ciclo presente na cadeia eram carbonos também, por isso nós erramos a quantidade de carbonos, que mancada professor.

No processo de correção em grupo, relacionado a terceira pergunta, constatou-se que dos seis grupos, três grupos (A, D, E) erraram totalmente a quantidade de carbonos hibridizados sp^2 , pois os grupos não lembraram que qualquer carbono que faz ligação dupla é considerado um carbono híbrido sp^2 .

Aluno do grupo A: [...] Professor, na estrutura do nosso agrotóxico existem três ligações duplas e elas não estão entre carbonos, o senhor falou que elas precisam estar entre carbonos.

Aluno do grupo D: [...] pois é professor, elas não estão entre carbonos, então como esses carbonos serão sp^2 ?

Aluno do grupo E: [...] Galera eu acho que agora eu saquei porque a gente errou.

Professor: [...] sabe?

Aluno do grupo E: [...] sim, lembrei que o senhor falou que a questão da ligação dupla entre carbonos serve para classificar a cadeia em saturada ou insaturada, porém todos carbonos que faz ligação dupla é sp^2 .

Professor: [...] Muito bem, é isso mesmo. Todo carbono que apresenta uma ligação dupla, independentemente, de ela estar ou não entre carbonos, estes serão carbonos hibridizados sp^2 .

Neste momento, percebe-se que a explicação do aluno do grupo E, aliada à intervenção do professor, foi fundamental para que o grupo D reformulasse sua compreensão sobre hibridização. Embora a transcrição não apresente uma fala explícita de reconhecimento imediato, a mudança posterior na resposta do grupo indica que a interação dialógica favoreceu a reconstrução conceitual. Torres (2007), destaca que a aprendizagem colaborativa ocorre por

meio do trabalho em grupo e pela troca entre os pares, uma vez que as pessoas envolvidas no processo aprendem juntas.

Ressalta-se que o conhecimento foi sendo construído gradualmente por meio das discussões em grupo. Ao compartilhar ideias, questionamentos e hipóteses, os estudantes tiveram a oportunidade de confrontar diferentes perspectivas, reelaborar conceitos e ampliar sua compreensão sobre o tema em estudo. Nesse processo, a colaboração não se restringiu à simples divisão de tarefas, mas representou um espaço de interação efetiva, no qual cada aluno pôde contribuir e, ao mesmo tempo, aprender com o outro.

Esse movimento coletivo favoreceu o desenvolvimento de um senso de responsabilidade compartilhada na formação do saber, estimulando a participação ativa e a valorização da fala do colega como parte essencial do processo de aprendizagem. Assim, o grupo se tornou não apenas um recurso de apoio, mas um ambiente de construção mútua do conhecimento, em que o diálogo e a cooperação desempenharam papel central.

É preciso que o professor esteja atento aos questionamentos de seus alunos, respeite suas respostas e mesmo tempo que possa acolhê-lo. É preciso tornar seus conceitos, mesmo que errados, em conceitos científicos, isso faz com que o aluno se sinta pertencente ao ambiente em que está. De acordo com Torres (2007) a pertença é a experiência de se sentir integrado a um grupo e ocorre devido à interação. Em outras palavras, o sentimento de pertencimento está vinculado à interação, cooperação e ao aprendizado.

Em relação à quantidade de acertos da pergunta 4, observou-se que apenas os grupos B, C e D conseguiram compreender corretamente os conceitos de carbono primário e terciário em uma cadeia carbônica, apresentando respostas bem fundamentadas, o que revela uma compreensão total (CT) desses conceitos. Já os grupos A, E e F apresentaram concepções equivocadas, como a de que o carbono primário seria apenas aquele ligado a outro átomo de carbono, o que se caracteriza como ausência de compreensão (AC), por demonstrar um erro conceitual persistente.

Assim, considerando o total de seis grupos, verifica-se que 50% das equipes alcançaram CT e 50% permaneceram em AC, evidenciando uma clara divisão nos níveis de entendimento. Esse dado indica que a turma se distribuiu em patamares distintos de aprendizagem, revelando tanto avanços quanto dificuldades na apropriação desse conceito, o que reforça a necessidade de retomada e consolidação no momento seguinte da sequência didática.

Freire (1987) defende que o conhecimento não se constrói de maneira individualizada, mas no diálogo, na escuta do outro e na superação coletiva das dificuldades.

Autores que investigaram a aplicação dos Três Momentos Pedagógicos no ensino de Ciências também destacam o papel do segundo momento. De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a organização do conhecimento deve ocorrer a partir de um movimento dialético: os saberes prévios dos estudantes são confrontados com conceitos sistematizados, num processo que só ganha sentido quando sustentado pela interação e pelo diálogo. Resultados semelhantes foram encontrados em pesquisa recente de Souza e Ferreira (2022), em que a análise de estruturas químicas no contexto do uso de agrotóxicos evidenciou que os alunos conseguiram avançar conceitualmente quando trabalharam em grupos, ainda que parte deles mantivesse compreensões parciais.

Do mesmo modo, Santos e Oliveira (2023) apontam que a aprendizagem colaborativa é fortalecida quando os estudantes participam de atividades que exigem argumentação e confronto de ideias, pois isso amplia sua autonomia e favorece a construção coletiva do saber científico. Tais resultados dialogam diretamente com os achados desta pesquisa, na qual as falas transcritas demonstram momentos em que alunos corrigem, complementam ou questionam os colegas, deslocando uma compreensão parcial para uma compreensão total.

Dessa forma, pode-se afirmar que o segundo momento pedagógico cumpriu papel fundamental na intervenção, não apenas pela sistematização dos conceitos de Química Orgânica, mas também por ter promovido a vivência da aprendizagem colaborativa como prática concreta, na qual o conhecimento emergiu do coletivo.

Aluno do grupo F (A1GF): [...] professor, mas carbono primário não é o carbono que está ligado a outro átomo de carbono?

Aluno do grupo B (A1GB): [...] um ou nenhum, na verdade existem quatro carbonos que não estão ligados a outros carbonos.

Professor: [...] isso mesmo! O carbono primário é o carbono que está ligado a um ou a nenhum átomo de carbono, então na estrutura do agrotóxico de vocês, é possível identificar seis átomos de carbonos primários, e vocês responderam apenas quatro. Em relação a quantidade de carbonos que esse composto apresenta, é possível observar os carbonos onde as ligações se cruzam ou se quebram, ou seja, tem um total de nove carbonos.

Aluno do grupo E (A1GB): [...] professor mas tem dois carbonos dentro do ciclo que está ligado a três carbono, então ele será terciário.

Professor: [...] Na verdade, dois desses carbonos que fazem parte do ciclo, estão ligados a apenas dois carbonos e um cloro, ou seja, ele será um carbono secundário.

Aluno do grupo E (AIGB): nossa eu confundi professor! Eu não observei direito, na verdade é um cloro.

Aluno do grupo A (A1GA): Professor, mas esses dois carbonos do ciclo que estão ligados ao cloro não seriam quaternários? Eles estão fazendo quatro ligações.

Professor: [...] Sim, eles estão fazendo quatro ligações, mas lembre-se que carbono quaternário é aquele que está ligado a quatro átomos de carbono.

Aluno do grupo A (A1GA): verdade professor, tinha esquecido.

Apesar de os conteúdos de cadeias carbônicas e classificações de carbono terem sido trabalhados há alguns meses com a turma, percebe-se que alguns grupos ainda confundem sobre classificação de carbonos e quantidade de ligações que o carbono faz. O grupo A, não havia compreendido que todos os carbonos fazem quatro ligações e nem por isso, podem ser classificados como quaternários, por isso é importante ter essa troca de ideia, percepções, interação, tanto na relação aluno/aluno e professor/aluno. Apesar de o conteúdo de classificação de cadeias e classificação de carbonos serem considerados conteúdos de fácil entendimento, alguns estudantes podem esquecê-los ao longo do ano escolar, especialmente no que diz respeito à classificação das cadeias carbônicas.

De maneira geral, os dados indicam que os alunos demonstraram boa capacidade de análise estrutural básica (Q1 e Q2), mas ainda enfrentam dificuldades em conceitos mais abstratos ou específicos, como hibridização (Q3). A atividade em grupo e a correção coletiva parecem ter sido importantes para promover o engajamento e a aprendizagem colaborativa, mas os resultados mostram que alguns conteúdos demandam abordagens complementares para que assim possam ser fixados.

Na etapa final do segundo momento pedagógico, após a discussão coletiva das questões propostas inicialmente a todos os grupos, foi sugerida uma atividade com o intuito de estimular a criatividade e potencializar a colaboração entre os estudantes. Cada grupo recebeu a orientação de elaborar uma “quinta pergunta”, de autoria própria, relacionada à estrutura orgânica do agrotóxico que estavam estudando. Em seguida, essa pergunta era repassada a outro grupo, que deveria respondê-la com base nos conhecimentos construídos ao longo da atividade.

A seguir, apresenta-se um quadro síntese com as perguntas elaboradas por cada grupo, os respectivos destinatários e um resumo das respostas e interações ocorridas durante essa etapa.

Quadro 7 – Perguntas elaboradas e respondidas pelos grupos de estudantes da 3ª série durante o segundo momento pedagógico

Pergunta elaborada/Grupo G = Grupo	Para quem foi enviada	Resposta
(G.A) - Identifique a quantidade de carbono quaternário presente na estrutura da atrazina. Justifique.	(G.C)	Nenhum carbono, pois carbono quaternário é o carbono que está ligado a quatro carbonos.
(G.B) – Quantas ligações pi existem na cadeia carbônica desse composto?	(G.E)	Existem ao total, cinco ligações duplas, logo o composto apresenta cinco ligações pi.
(G.C) – Como se chama o deslocamento das ligações duplas no anel benzeno?	(G.D)	Ressonância
(G.D) - Qual fórmula molecular do agrotóxico imicloroprida?	(G.F)	$C_9H_{10}O_2N_5$
(G.E) – A cadeia carbônica da cianazina pode ser classificada como aromática? Justifique.	(G.B)	Sim, pois apresenta o anel benzeno em sua estrutura
(G.F) – Quantas ligações duplas e carbonos sp^3 existem na estrutura do lorpirifós etil??	(G.A)	Existem quatro ligações duplas e quatro carbonos sp^3 , pois estes fazem ligações simples e se faz simples, são sp^3 .

Fonte: autor (2025)

A questão elaborada pelo Grupo A exigiu que os estudantes mobilizassem conhecimentos de Química Orgânica, especialmente no que se refere à classificação dos átomos de carbono em primário, secundário, terciário e quaternário, bem como à análise estrutural da molécula da atrazina, um agrotóxico utilizado na região do Rio Araguaia. O Grupo C respondeu de maneira clara e correta, afirmando que não há carbono quaternário na estrutura da atrazina, uma vez que esse tipo de carbono é caracterizado por estar ligado a quatro outros carbonos.

Essa resposta evidencia uma compreensão total (CT) do conceito solicitado, revelando domínio na aplicação da definição de carbono quaternário e uma leitura consistente da estrutura química do agrotóxico em estudo.

Essa habilidade mobilizada pelos estudantes dialoga com a competência descrita na BNCC (EM13CNT104), que orienta a analisar e representar a composição, a estrutura e as transformações de materiais, relacionando-as a contextos do cotidiano, processos produtivos e questões socioambientais. Assim, a resolução da questão possibilitou que os alunos aplicassem um conceito específico da Química Orgânica em uma situação vinculada a um problema ambiental concreto, reforçando a integração entre conteúdo científico e realidade social.

Este momento de elaboração de perguntas e respostas favoreceu a aprendizagem ativa e colaborativa, pois incentivou os alunos não apenas a memorizar conceitos, mas a aplicar o conhecimento de forma crítica e interativa. Segundo Delizoicov e Angotti (2002), um dos objetivos desse momento, é habilitar os estudantes para a aplicação de seus conhecimentos, permitindo que eles apliquem a teoria científica em contextos reais.

O segundo momento pedagógico revelou-se essencial nesta pesquisa, pois foi nele que os alunos organizaram o conhecimento científico a partir das problematizações iniciais. Conceitos de Química Orgânica, como classificação de carbonos, cadeias e hibridização, foram sistematizados em um processo marcado pela aprendizagem colaborativa, em que os estudantes se apoiaram mutuamente, corrigindo equívocos e complementando respostas. Esse movimento confirma o papel do diálogo e da interação na consolidação do saber Freire (1987). Dessa forma, este momento consolidou-se como etapa indispensável para transformar o conhecimento prévio em compreensão crítica e significativa.

A questão elaborada pelo Grupo B e respondida pelo Grupo E solicitava a identificação das ligações presentes na cadeia carbônica do carbendazim. A resposta foi correta, uma vez que os alunos compreenderam que, na presença de uma ligação dupla, há a ocorrência simultânea de uma ligação sigma (σ) e uma ligação pi (π). Essa resolução demonstra uma compreensão total (CT) dos conceitos de ligações químicas, evidenciando a capacidade de aplicar a teoria à análise estrutural de um composto orgânico específico.

Essa atividade contribuiu para a fixação dos conceitos de Química Orgânica, estimulando a autonomia intelectual e a aprendizagem significativa por meio da investigação e do diálogo entre pares. Pesquisas no campo do Ensino de Química indicam que atividades realizadas em grupo, especialmente aquelas que envolvem a análise e problematização de estruturas orgânicas, favorecem a construção coletiva do conhecimento e ampliam a apropriação conceitual dos estudantes (Mortimer, 1997; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

Em relação ao grupo C que elaborou para o grupo D sobre o processo de descolamento das ligações duplas no anel benzeno, o grupo D respondeu corretamente. Isso evidencia o domínio conceitual do grupo C sobre compostos aromáticos, demonstrando que os estudantes compreendem o fenômeno da ressonância, fundamental para a estabilidade e reatividade do anel benzênico.

Além disso, a escolha dessa pergunta revela uma relação direta com o conteúdo trabalhado no jogo, uma vez que a imidacloprida, um dos agrotóxicos estudados, apresenta em sua estrutura um anel benzênico. Assim, os alunos não apenas aplicaram conhecimentos de química orgânica, como também conseguiram associá-los ao contexto real abordado, promovendo uma aprendizagem significativa. Isso mostra a capacidade de compreensão do conteúdo, aplicação e uma aprendizagem com significado. De acordo com Moreira, a aprendizagem significativa é uma

Aprendizagem com significado, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações; resulta da interação cognitiva não-arbitrária e não-literal entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos; depende fundamentalmente de conhecimentos prévios que permitam ao aprendiz captar significados [...] dos novos conhecimentos e, também, de sua intencionalidade para essa captação (Moreira, 2011, p. 8).

O grupo C formulou a seguinte indagação ao grupo F: Qual é a fórmula molecular do agrotóxico imidacloprida? O grupo F, ao responder, apresentou uma construção parcialmente correta da fórmula molecular da imidacloprida, identificando adequadamente os elementos carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N). Contudo, esqueceram que na estrutura desse agrotóxico havia um átomo de cloro, o que evidencia uma compreensão parcial (CP). Apesar da falta de atenção, a resposta demonstra um nível relevante de compreensão e apropriação dos conteúdos trabalhados, sobretudo no que diz respeito à contagem e organização de átomos em estruturas moleculares. Isso mostra que o grupo conseguiu, significativamente, compreender a quantidade de ligações que os átomos de carbono, oxigênio e nitrogênio fazem.

Essa variação nos desempenhos reforça a importância do segundo momento pedagógico como espaço para identificação das lacunas de aprendizagem e reorganização dos conteúdos científicos a partir da mediação docente, como defendem Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Além disso, evidencia o papel da avaliação formativa como diagnóstico para o planejamento do terceiro momento pedagógico.

Para Torres (2007), por meio da interação e a comunicação entre os pares, torna-se possível a superação de dificuldades relacionados a conceitos, essa comunicação entre os pares, gera um ambiente de aprendizado, onde uns aprendem com os outros.

O segundo momento pedagógico mostrou-se proveitoso neste processo, pois foi nele que os alunos puderam organizar e consolidar seus conhecimentos de Química Orgânica. As discussões em grupo, a elaboração das “quintas questões” e a resolução coletiva de problemas favoreceram não apenas a fixação de conceitos como hibridização, classificação de carbonos e ressonância, mas também a autonomia intelectual e a aprendizagem colaborativa. Os resultados evidenciam que os estudantes conseguiram fluir bem nos conteúdos, demonstrando avanços significativos na compreensão das estruturas químicas dos agrotóxicos analisados.

Essa experiência confirma que a organização do conhecimento não se limita à transmissão de conteúdos, mas se efetiva na interação, no diálogo e na reelaboração coletiva do saber. Nesse sentido, Torres (2019) ressalta que o segundo momento dos Três Momentos Pedagógicos é fundamental para a transição de concepções iniciais para compreensões mais sistemáticas, justamente porque promove a confrontação entre ideias e conceitos científicos. Além disso,

Pesquisas mais recentes também reforçam essa perspectiva. Souza e Pacheco (2023) apontam que a sistematização do conhecimento por meio do trabalho em grupo contribui para superar dificuldades conceituais persistentes, transformando erros em oportunidades de crescimento.

Assim, os achados desta pesquisa dialogam com a literatura ao evidenciar que o segundo momento pedagógico desempenha um papel decisivo na consolidação do saber científico, constituindo-se como uma etapa indispensável para que os estudantes avancem da problematização inicial para uma compreensão crítica, sistemática e colaborativa dos conceitos de Química.

5.3 Terceiro momento pedagógico – Aplicação do conhecimento – primeira e segunda rodadas

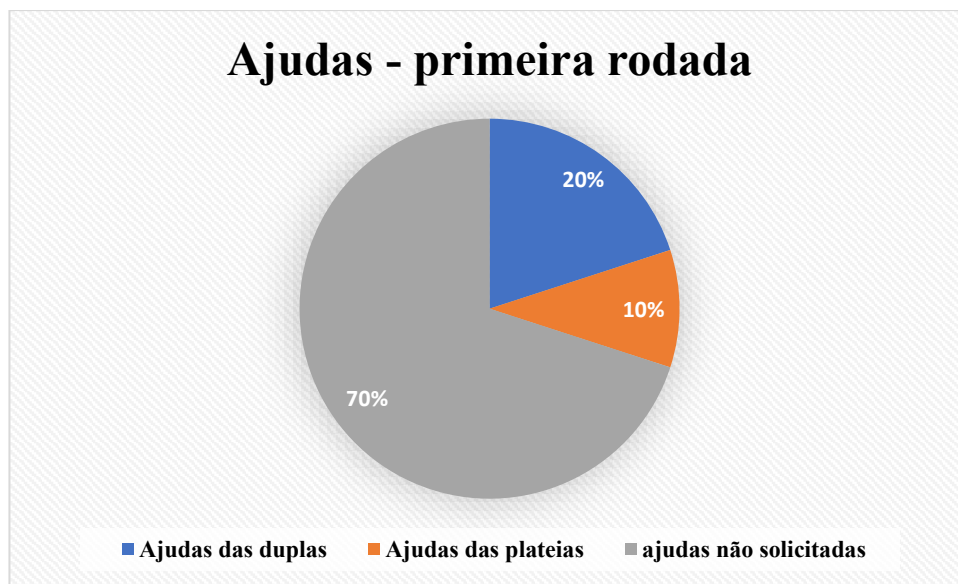
Neste terceiro momento, participaram do jogo 27 alunos, a primeira rodada contendo 13, a segunda contendo 14 alunos e a terceira 10. Na primeira rodada, os alunos ficaram organizados em três grupos de 3 (três trios) e duas duplas, na segunda rodada foram organizados em quatro grupos de 3 (quatro trios) e uma dupla e na terceira rodada em cinco duplas.

Nas duas primeiras rodadas do jogo TrilhaTox, os resultados evidenciaram o quanto os alunos foram capazes de aplicar os conhecimentos de Química Orgânica construídos no segundo momento pedagógico.

Na primeira rodada, com a participação de três trios e duas duplas (total de 13 estudantes), observou-se um bom desempenho geral, com apenas três erros (15%) e 17 acertos (85%). Esse resultado indica que a maioria dos participantes conseguiu utilizar de forma adequada os conceitos relacionados à contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos. O elevado número de acertos demonstra que os conteúdos estavam bem consolidados e que os alunos foram capazes de transpor o saber teórico para situações práticas e contextuais. Além disso, o número reduzido de ajudas (apenas três de um total possível de 10, correspondendo a 30%) sugere que os estudantes estavam confiantes no domínio dos conceitos (Gráfico 2). As solicitações de ajuda entre pares e da plateia, ainda que poucas, revelam a importância da cooperação e do diálogo, demonstrando que os alunos viam os colegas como sujeitos de conhecimento e possíveis colaboradores.

De modo semelhante, Ramos, Santos e Laburú (2017), ao desenvolverem um jogo para o ensino de Química Orgânica, identificaram que o caráter lúdico da atividade promoveu maior diálogo entre os discentes e facilitou a construção do conhecimento de forma cooperativa e significativa, aproximando o conteúdo da realidade dos alunos.

Gráfico 2 – Ajudas solicitadas pelas duplas e trios na primeira rodada



Fonte: autor (2025)

O número reduzido de ajudas solicitadas pode ser interpretado como um indicador de segurança dos alunos em relação ao conteúdo trabalhado. As duplas, ao optarem por tentar resolver os desafios por conta própria, demonstraram uma postura autônoma diante da tarefa, o que está alinhado com os objetivos do terceiro momento pedagógico: a consolidação do conhecimento como base para a atuação crítica e independente.

Para Delizoicov; Angotti, o segundo momento pedagógico é um momento adequado para aprofundar no conhecimento teórico que embasa o problema inicial. Por meio da aplicação e dos resultados do jogo, foi possível observar que a maioria dos alunos conseguiram compreender bem os conceitos trabalhados no segundo. Ainda sobre o segundo momento, o autor ressalta que

O núcleo do conteúdo específico de cada tópico será preparado e desenvolvido, durante o número de aulas necessárias, em função dos objetivos definidos e do livro didático ou outro recurso pelo qual o professor tenha optado para o seu curso. Serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem (Delizoicov; Angotti, 1992, p. 29).

Para Delizoicov e Angotti o segundo momento deve ser destinado a entender a teoria que embasa o conteúdo apresentado. Neste momento, os alunos devem relacionar os conteúdos que já carregam ao longo da vida aos conceitos científicos apresentados pelo professor.

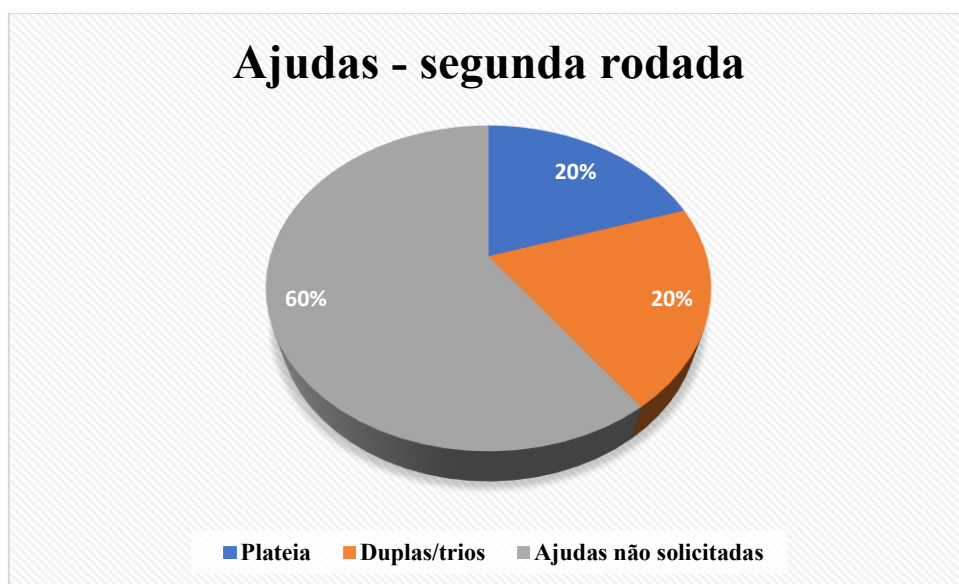
Na segunda rodada, entretanto, os resultados mostraram uma leve queda de desempenho: os acertos diminuíram para 14 (70%), enquanto os erros aumentaram para seis (30%), ainda que os desafios fossem os mesmos da rodada anterior. Esse contraste sugere que

fatores como tensão no momento do jogo, responsabilidade assumida pelos grupos e menor nível de atenção podem ter influenciado o rendimento. Por outro lado, notou-se um aumento na interação entre os alunos, que passaram a discutir com mais intensidade e empolgação, demonstrando aprendizado colaborativo no processo de resolução dos desafios. Nesse sentido, Kleiman (2006) ressalta que a aprendizagem colaborativa torna o ensino mais participativo e emancipador, pois desloca o foco da simples transmissão de conteúdos para a experiência interativa do estudante.

Outro aspecto relevante foi o crescimento do número de ajudas solicitadas, que passou de três para quatro. Esse dado reforça que, além do conhecimento prévio, as dimensões emocionais e sociais da aprendizagem tiveram papel central na dinâmica do jogo, confirmando a visão dos Três Momentos Pedagógicos de que aprender envolve mais do que conteúdos, abrangendo também as relações humanas e o contexto em que o estudante está inserido.

O gráfico 3 mostra a porcentagem das ajudas solicitadas as duplas/trios da rodada, assim como, as ajudas solicitadas à plateia.

Gráfico 3 – Ajudas solicitadas pelas duplas e trios na segunda rodada



Fonte: autor (2025)

Numa rodada onde as duas duplas e os três trios tinham direito a um total de 10 ajudas, apenas três ajudas (30%) foram usadas, sendo duas ajudas (20%) das outras duplas/trio da rodada e uma ajuda (10%) da plateia. Isso indica que a maioria dos alunos estavam confiantes em relação ao entendimento das estruturas orgânicas que foram trabalhadas nesse segundo momento. Esta independência é um sinal positivo, pois as duplas se sentiram capacitadas e

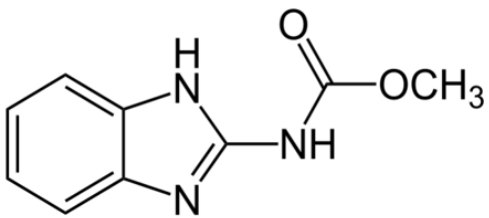
seguras para implementar os conceitos adquiridos durante o segundo momento. Este comportamento pode ser resultado de uma adequada organização e sistematização do conhecimento durante o segundo momento pedagógico, o que facilitou a assimilação e a utilização de conhecimentos durante a partida.

Apesar do número reduzido de ajudas, as que foram solicitadas entre pares indicam que houve oportunidades para cooperação e diálogo entre os participantes. O fato de que os estudantes solicitaram auxílio uns aos outros demonstra que a ideia do jogo também incentivou a interação/colaboração, incentivando o reconhecimento do próximo como um sujeito de conhecimento e possível colaborador na formação do saber.

Para Amaral (2009), os jogos de cooperação são instrumentos de união entre indivíduos, incentivando a coragem para correr riscos, reconhecendo a relevância do grupo e promovendo, por meio da interação, o crescimento da autoestima. A aprendizagem Cooperativa apresenta elementos que permitem aos alunos vivenciarem experiências que compensam a ausência de engajamento comum nas metodologias tradicionais, posicionando-os como participantes ativos no processo educativo Niquini (2006).

Nas primeiras duas rodadas, algumas duplas e trios apresentaram dificuldades em resolver corretamente determinados desafios relacionados à sua região. Os enunciados desses desafios, assim como as respostas fornecidas pelos alunos, estão organizados nos quadros a seguir:

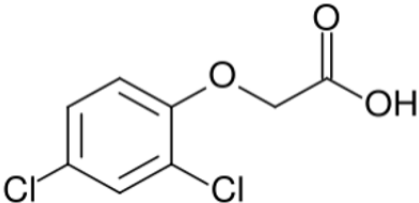
Quadro 8 – Respostas da dupla 2 em relação ao questionamento

Pergunta	Respostas/dupla 2 A = aluno, D = dupla
Quanto carbonos e ligações pi existem na estrutura desse composto?  CARBENDAZIN	A1D2: No total existem 5 ligações pi nesse composto, você lembra que só existe ligação pi em ligação dupla ou tripla? A2D2: não acho que sejam 5 ligações pi, até porque, das cinco ligações duplas que existe nesse composto, apenas três estão entre carbonos. A2D2: melhor a gente pedir uma ajuda da plateia Ajuda (plateia): só tem três ligações duplas entre carbonos, então na minha opinião também são três ligações pi. A1D2: certo! Então a resposta é três ligações pi.

Fonte: autor (2025)

A partir da análise das falas dos Alunos 1 e 2, percebe-se que A1 apresenta domínio de conteúdo ao explicar que o composto apresenta 5 ligações pi, independentemente de ela estar ou não entre carbonos. Já A2 e a ajuda da plateia classificam as ligações pi como sendo somente aquelas que estão entre carbonos, o que torna a resposta da dupla incorreta. Segundo Moreira (2006), aprender com os erros é uma forma natural e fundamental de construir conhecimento. Os humanos cometem erros o tempo todo, mas aprendem corrigindo-os.

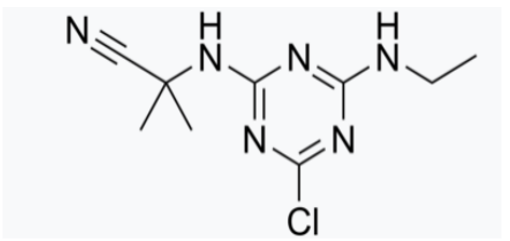
Quadro 9 – Respostas do trio 3 em relação ao questionamento

Pergunta	Respostas/Trio 3 A = aluno, T = trio
O 2,4-D clomazone pode ser classificado como um hidrocarboneto aromático?  CLOMAZONE	A1T3: O que é mesmo um composto aromático? Não estou lembrando A3T3: vamos querer umas ajuda das outras duplas. A2T3: essa eu também não estou lembrando, melhor a gente pedir uma ajuda das duplas T4 (ajuda): A resposta é sim, pois na estrutura existem o benzeno.

Fonte: autor (2025)

Percebe-se que a ajuda solicitada a T3 não recordou o conceito de compostos aromáticos, o que levou à solicitação de ajuda ao T4. Embora T 4 demonstrasse domínio sobre o conceito de aromaticidade, não atentou para o termo “hidrocarboneto”, que se refere a compostos formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio. No caso da estrutura analisada, havia ainda a presença de outros elementos químicos, como oxigênio e cloro, o que invalida a classificação como hidrocarboneto.

Quadro 10 – Respostas do trio 4 (T4) em relação ao questionamento

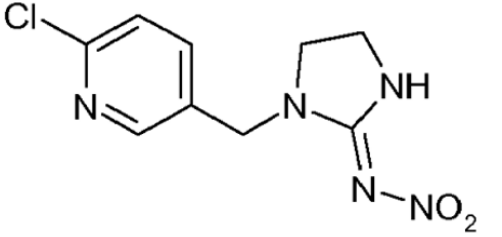
Pergunta	Respostas/Trio 4 A = aluno, T = trio
Classifique a cadeia carbônica da cianazina em homogênea ou heterogênea e identifique a quantidade de carbonos primários.  CIANAZINA	A1T4: Ela é heterogênea porque tem cinco nitrogênios entre carbonos concordam? A2T4: sim! A2T4: carbono primário é o que está ligado a um carbono. A3T4: então tem três carbonos primários. T5 (ajuda): A resposta é sim, pois na estrutura existem o benzeno.

Fonte: autor (2025)

Embora o trio tenha demonstrado domínio conceitual ao reconhecer corretamente a cadeia como heterogênea, apresentou dificuldades na identificação da quantidade de ligações pi. O equívoco cometido decorreu de uma concepção limitada, na qual os estudantes associaram ligações pi exclusivamente às ligações duplas entre carbonos, desconsiderando a possibilidade de sua ocorrência em outras estruturas insaturadas, como aquelas que envolvem heteroátomos (por exemplo, nitrogênio ou oxigênio em ligações duplas com carbono). Após solicitar ajuda à plateia, a intervenção recebida manteve o erro, o que evidencia uma lacuna coletiva na compreensão sobre o conceito de insaturações e ligações pi no contexto das estruturas orgânicas.

Nesta rodada, os Trios T3, T4 e T5 erraram dois desafios cada, somando um total de seis erros. T3 solicitou uma ajuda do T4 e uma ajuda da plateia e T4 uma ajuda da plateia e do T3. No quadro 7, destacam-se os erros cometido por essas duplas referentes aos desafios de sua região e isso pode ser observado no quadro a seguir:

Quadro 11 – Respostas do trio 3 (T3) em relação ao questionamento

Pergunta	Respostas/trio 3/Erro 1 A = aluno, T = trio
Identifique a quantidade de carbonos secundários no composto orgânico imidacloprida.  IMIDACLOPRIDA	A3T3: o que é mesmo carbono secundário? A2T3: é um carbono que faz ligação dupla. A1T3: nada haver... deve ser um carbono que faz duas ligações. A2T3: mas todo carbono faz quatro ligações e não só duas. A1T3: ah! É verdade, vamos pedir uma ajuda do trio 4 então. T4 (ajuda): carbono secundário é o carbono que tá ligado a dois carbonos. A2T3: nossa é mesmo, nem lembrava disso. A1T3: então nesse caso tem um carbono, os outros só estão ligados a um ou nenhum carbono. Tem um terciário também porque ele está ligado a três carbonos. Plateia (ajuda): exatamente! Só tem um terciário.

Fonte: autor (2025)

Na questão sobre a identificação da quantidade de carbonos secundários na molécula de imidacloprida, T3 demonstrou dificuldades conceituais, confundindo a definição de carbono secundário com a presença de ligações duplas ou com o número total de ligações que o átomo de carbono realiza. Apesar de reconhecerem que todo carbono deve completar quatro ligações, a associação equivocada indica uma compreensão parcial do conceito, uma vez que não conseguiram aplicá-lo corretamente ao exercício proposto.

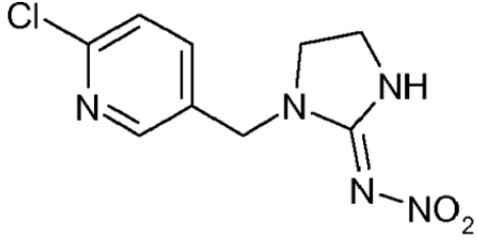
Ao solicitarem auxílio de T4, obtiveram a explicação adequada de que o carbono secundário é aquele ligado a dois outros carbonos. Contudo, mesmo após essa intervenção, T3 não chegou ao resultado correto, que seria identificar a presença de dois carbonos secundários na molécula. Esse desencontro evidencia que, embora a interação tenha favorecido reflexões, a internalização do conceito ainda não foi consolidada.

Isso ressalta dois aspectos pedagógicos relevantes: primeiramente, o erro como elemento constitutivo do processo de aprendizagem, já que possibilita aos estudantes debaterem, confrontarem hipóteses e avançarem em direção ao conhecimento científico Delizoicov; Angotti; Pernambuco (2002). Em segundo lugar, destaca-se a importância da interação social na construção do saber, visto que a busca de ajuda entre grupos e a participação

da plateia proporcionaram um espaço de diálogo e cooperação que, ainda que não tenha levado à resposta correta.

Dessa forma, observa-se que, mais do que o acerto da resposta, o momento foi marcado pela problematização, pelo confronto de ideias e pela necessidade de reelaboração conceitual, o que revela avanços no processo formativo, ainda que parciais.

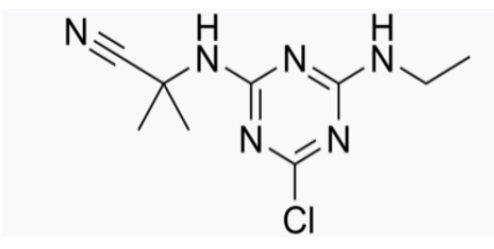
Quadro 12 – Respostas do trio 3 (T3) em relação ao questionamento

Pergunta	Respostas/trio 3/Erro 2 A = aluno, T = trio
Quantos carbonos terciários e carbonos sp^3 existem nessa cadeia carbônica?  IMIDACLOPRIDA	A3T3: nesse composto só tem um carbono terciário. A2T3: verdade! Só tem um mesmo, ele este ligado a três carbonos, está na parte do hexágono. A1T3: em relação a carbonos sp^3 eu não estou lembrando. A3T3: deve ser um carbono que está fazendo ligação dupla, eu acho né. A1T3: vamos pedir uma ajuda da plateia. Ajuda (plateia): também não lembro o que é um carbono sp^3. A2T3: então vamos responder que são 4 carbonos, pois na estrutura tem 4 carbonos com ligações duplas.

Fonte: autor (2025)

Foi possível observar que a trio e a ajuda solicitada não conseguiram responder o desafio sobre a quantidade de carbonos sp^3 , pois acabaram se confundindo com o conceito de carbonos sp^2 , já que estes fazem ligações duplas. Já em relação a quantidade de carbonos terciários, trio conseguiu responder corretamente e isso mostra que no segundo momento, a dupla conseguiu entender o conceito de carbono terciário.

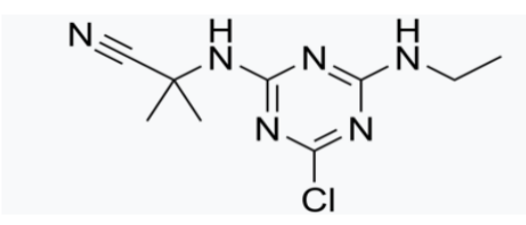
Quadro 13 – Respostas do trio 4 (T4) em relação ao questionamento

Pergunta	Respostas/trio 4/erro 1 A = aluno, T = trio
Classifique a cadeia carbônica da cianazina em homogênea ou heterogênea e identifique a quantidade de carbonos primários.  CIANAZINA	A1T4: ela tem cadeia heterogênea, porque tem cinco nitrogênios entre carbonos. A3T4: isso mesmo, essa parte é fácil. A2T4: agora em relação a quantidade de carbonos primários eu acho que são quatro. A3T4: não lembro, melhor pedir uma ajuda ao trio 3. T3 (ajuda): carbono primário é o que está ligado a um carbono. A1T4: então são quatro carbonos primários.

Fonte: autor (2025)

Os alunos do T4 responderam corretamente a classificação da cadeia carbônica da cianazina, isso mostra que eles conseguiram entender bem o conceito de cadeia heterogênea e de heteroátomos, porém a ajuda solicitada também esqueceu que carbono primário é carbono que está ligado a um ou a nenhum átomo de carbono. Na estrutura da cianazina existem um total de 8 carbonos primários, sendo cinco deles três deles ligados a outros carbonos e 3 ligados a nenhum outro átomo de carbono.

Quadro 14 – Respostas do trio 4 (T4) em relação ao questionamento

Pergunta	Respostas/trio 4/erro 2 A = aluno, T = trio
Existe carbono primário na cadeia carbônica da cianazina? Quanto(s) ? e terciário?  CIANAZINA	A3T4: a quantidade de carbonos primários são quatro, mesma pergunta anterior né. A2T4: verdade. A3T4: quaternário só tem um A2T4: o que é mesmo carbono quaternário? A1T4: é um carbono que está ligado a quatro carbonos. A2T4: lembrei! Então é só um mesmo.

Fonte: autor (2025)

Nesta pergunta, a dupla foi desafiada a identificar a presença e a quantidade de carbonos primários e quaternários na estrutura da cianazina. A resposta apresentada demonstrou um entendimento parcial do conteúdo, a dupla respondeu corretamente a quantidade de carbonos quaternários, mas não identificou corretamente os carbonos primários.

No entanto, a dificuldade em identificar carbonos primários pode indicar uma lacuna na habilidade de interpretar estruturas moleculares mais complexas, especialmente no reconhecimento de átomos de carbono ligados a apenas um outro carbono.

As lacunas presentes no desempenho dos alunos, apontam para a necessidade de reforçar conceitos básicos de química orgânica, como a distinção entre carbonos primários, secundários, terciários e quaternários. Durante a dinâmica, mesmo com o erro, a correção foi feita de maneira colaborativa, proporcionando a oportunidade de revisão e aprendizado para toda a turma.

O jogo, nesse contexto, cumpriu seu papel de tornar o erro parte do processo de construção do conhecimento, de forma lúdica e participativa. O jogo, nesse contexto, cumpriu seu papel de tornar o erro parte do processo de construção do conhecimento. Segundo Kishimoto (1993), o jogo desempenha um papel crucial na formação de indivíduos e na aquisição de saberes.

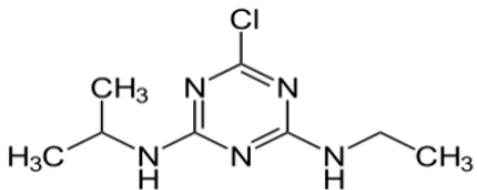
Ferreira et al. (2023) também apontam para os benefícios da ludicidade no ensino de Química ao relatarem a aplicação de um jogo de tabuleiro em turmas do Ensino Médio. Os autores concluíram que a ludicidade proporcionou uma aprendizagem criativa e envolvente, gerando entusiasmo entre os participantes e maior assimilação dos conceitos revisados.

Além disso, o erro no jogo teve um papel fundamental para tornar a dinâmica mais divertida e engajadora. Quando uma dupla errava, o momento de pagar a prenda ou imitar um som trazia leveza e quebrava a tensão do jogo. Essa estratégia não apenas animava os participantes, mas também reforçava a ideia de que errar faz parte do processo de aprendizagem. O ambiente descontraído favoreceu a participação ativa de todos, inclusive da plateia. Assim, o erro deixou de ser visto como algo negativo e passou a ser um motor para a construção coletiva do conhecimento. Nessa perspectiva, Piaget afirma que

O jogo é uma atividade influente para o exercício da vida social e da atividade construtiva da criança. É possível observar que todo jogo, mesmo os que envolvem regras ou uma atividade corporal, abre espaço para a imaginação, a fantasia e a projeção de conteúdos afetivos, além de toda a organização lógica implícita. Por isso “deve-se compreender as manifestações simbólicas dessas atividades lúdicas e procurar-se adequá-las às necessidades das crianças”. Piaget (1976, p.48)

Ao jogar em dupla, os alunos conseguem aprender um com o outros, trocar ideias, entrar em confronto promovendo uma construção de conhecimento de forma colaborativa. De acordo com Andrade (2020) a aprendizagem colaborativa, realizada entre pares ou em grupos, consiste na formação de duplas dentro da sala de aula, incentivando a construção conjunta do saber e a troca de informações.

Quadro 15 – Respostas do trio 5 (T5) em relação ao questionamento

Pergunta	Respostas/trio 5/erro 1 A = aluno, T = trio
Quanto carbonos hibridizados sp^2 existem nesse composto orgânico?  ATRAZINA	A2T5: carbono sp^2 é o carbono que faz ligação dupla entre carbonos. A3T5: sim! A1T5: nesse caso não tem nenhum carbono sp^2, porque tem 3 ligações duplas, mas nenhuma está entre carbonos. A2T5: mas precisa estar entre carbonos? A3T5: eu acho que sim! Na verdade, não lembro. A2T5: vamos pedir uma ajuda da plateia então. Ajuda (plateia): eu também não lembro se a ligação precisa estar entre carbonos. A1T5: eu acho que sim. A2T5: vamos responder é que nenhum carbono sp^2.

Fonte: autor (2025)

Na questão referente à identificação da quantidade de carbonos hibridizados sp^2 na molécula de atrazina, T5 apresentou dificuldades conceituais desde o início. Quando questionados, um dos alunos afirmou: “carbono sp^2 é o carbono que faz ligação dupla entre carbonos” (A2T5), reduzindo a hibridização sp^2 apenas a esse caso específico. Em seguida, outro colega completou: “nesse caso não tem nenhum carbono sp^2 , porque tem 3 ligações duplas, mas nenhuma está entre carbonos” (A1T5). As falas revelam uma interpretação equivocada do conceito, uma vez que a hibridização sp^2 não se restringe a ligações duplas entre carbonos, mas a qualquer carbono que esteja ligado por uma dupla ligação, independentemente do átomo envolvido.

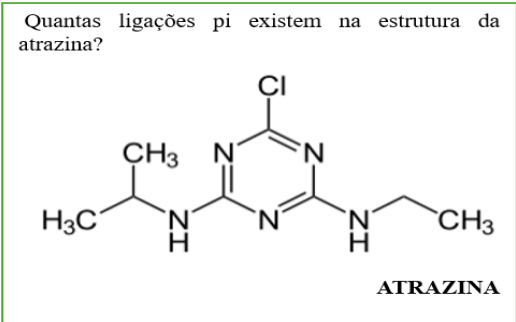
A dúvida persistiu quando outro estudante questionou: “mas precisa estar entre carbonos?” (A2T5), demonstrando insegurança e confirmando a fragilidade conceitual. Ao recorrerem à plateia, a dificuldade foi reforçada: “eu também não lembro se a ligação precisa estar entre carbonos” (ajuda – plateia). A partir dessas falas, evidencia-se uma ausência de

compreensão (AC), tanto do trio quanto do grupo consultado, visto que a resposta correta seria identificar três carbonos sp^2 na molécula.

Para Piaget (1975), situações que provocam desequilíbrio cognitivo permitem que o sujeito revele suas estruturas de pensamento e reorganize seus esquemas mentais diante do confronto com novas informações. Já Torres (2014) reforça que a aprendizagem colaborativa se dá justamente nesse processo de troca, em que diferentes hipóteses são confrontadas e discutidas.

Embora a resposta final tenha sido incorreta, o processo dialógico evidenciou as concepções alternativas dos estudantes e ofereceu ao professor a oportunidade de intervir de forma direcionada, consolidando o jogo como espaço formativo.

Quadro 16 – Respostas do trio 5 (T5) em relação ao questionamento

Pergunta	Respostas/trio 5/erro 2 A = aluno, T = trio
Quantas ligações pi existem na estrutura da atrazina?  ATRAZINA	A1T5: tem três ligações duplas, então serão três ligações pi. A2T5: mas essas ligações duplas não estão entre carbonos! A1T5: é mesmo! A2T5: então será nenhuma ligação pi? A3T5: eu acho que sim! A2T5: então a resposta é nenhuma.

Fonte: autor (2025)

A questão envolvia identificar a quantidade de ligações pi na estrutura química da Atrazina, um herbicida amplamente utilizado e frequentemente encontrado como contaminante no Rio Araguaia. A resposta correta é 3 ligações pi, pois há três ligações duplas na estrutura da molécula. O raciocínio dos alunos, mostra uma falha conceitual importante, pois eles associaram, incorretamente, a existência de ligações pi exclusivamente a ligações duplas entre carbonos, ignorando que qualquer ligação dupla, independentemente dos átomos envolvidos, envolve uma ligação pi, ou seja, nas ligações duplas sempre existe uma ligação pi.

Correia (2010) argumenta que os erros cometidos pelos alunos devem ser encarados de forma positiva e construtiva, sendo utilizados como recurso metodológico capaz de contribuir para a reorientação da prática pedagógica dos professores, em vez de servirem como motivo de rotulação dos estudantes.

5.4 Última rodada

A rodada final do jogo, focada na Região 6, que continha um total de cinco cartas/desafios, foi caracterizada por uma rica e intensa experiência de aprendizado colaborativo. Neste momento, participaram 10 estudantes, provenientes das rodadas anteriores (primeira e segunda), e a dinâmica do jogo criou um espaço propício para a prática dos saberes assimilados, ao mesmo tempo em que incentivou a interação dos alunos de forma construtiva e crítica.

Diferente das primeiras rodadas, os alunos não pediram ajuda da plateia, o que mostrou que eles estavam mais independentes na hora de resolver os desafios. A última rodada foi mais difícil, com cinco perguntas em vez de quatro, o que refletiu o aprofundamento nos temas estudados.

Das cinco perguntas/desafios respondidos, erraram apenas uma, porém a resposta não foi totalmente errada, mas sim, parcialmente, que por sua vez, não deve ser interpretado como uma falha isolada, mas sim para um ponto de atenção conceitual que pode ser retomado em momentos posteriores de aprendizagem.

A capacidade dos estudantes de solucionar quase todos os desafios sem a assistência da plateia demonstra autonomia cognitiva e confiança no conhecimento adquirido. Portanto, as informações do gráfico indicam que o jogo, particularmente a última rodada, serviu como um ambiente eficaz para a aplicação crítica do conhecimento, consolidando as aprendizagens adquiridas durante os momentos anteriores.

O aspecto importante dessa rodada foi a quantidade de debates produtivos que aconteceram. Esses encontros, ao contrário de serem conflitos, foram momentos de grande colaboração, nos quais os alunos trocaram ideias, ajustaram suas respostas e trabalharam juntos para encontrar soluções melhores. Nesta perspectiva, os alunos estavam não apenas aplicando o conhecimento de forma individual, mas também participando de uma construção coletiva. Torres e Irala (2014) afirmam que no processo de aprendizagem colaborativa, o aluno é o protagonista e o educador apenas estabelece cenários de aprendizado, sem interferir diretamente nas tarefas realizadas pelos integrantes de um grupo. Ainda para a autora Torres, os alunos devem ser o centro do processo educativo.

Para a autora

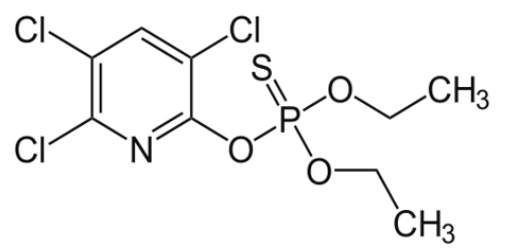
aprendizagem é um processo ativo que se dá pela construção colaborativa entre os pares; os papéis do grupo são definidos pelo próprio grupo; a autoridade é compartilhada; o professor é um facilitador, um parceiro da comunidade de aprendizagem; ocorre a centralização da responsabilidade da aprendizagem no aluno, existe a corresponsabilidade pelo processo de aprendizagem do colega. (TORRES, 2007. P. 341)

A última rodada evidencia que os alunos conseguiram construir um conhecimento sólido acerca dos conceitos químicos trabalhados na primeira e segunda rodada do jogo, isso mostra que por mais que o nível tenha aumentado, eles conseguiram compreender de forma crítica os conceitos trabalhados no segundo momento pedagógico.

Essa base teórica permitiu que, no terceiro momento, durante o jogo, os estudantes se sentissem confiantes para resolver os desafios propostos em cada região do rio, com destaque para a última rodada, marcada por intensa colaboração e aprofundamento do conhecimento. Em relação ao primeiro momento, este proporcionou o amadurecimento das ideias, promoveu a colaboração entre os participantes e criou um ambiente propício à construção coletiva do conhecimento.

No quadro 13, destaca-se o erro parcialmente cometido pelo grupo da última rodada do jogo sobre o desafio dois da região seis da trilha.

Quadro 17 – Respostas do grupo 6 (G6) relacionada à pergunta

Desafio/pergunta 2	Respostas/rodada final A = aluno, G = grupo
Qual a fórmula molecular desse composto orgânico?  LORPIRIFÓS ETIL	A1G6: A gente tem que olhar que cada curva que a linha faz é um carbono. A3G6: essa pergunta é difícil, se a gente esquecer um carbono a menos, já era! Né professor? Professor: sim! não podem esquecer de nenhum átomo. A2G6: então eu já vou anotar aqui que tem três oxigênios na estrutura e 3 cloros. A1G6: exatamente! A4G6: eu acho que tem 8 carbonos. A5G6: eu acho que tem 9 carbonos, você esqueceu de contar um. A4G6: ah! É verdade, tem nove mesmo. A4G6: todos concordam que são nove carbonos? A7G6: deixar eu ver direito. A7G6: concordo com vocês. Grupo: tem nove mesmo. A1G3: agora vamos procurar os hidrogênios que o mais difícil.

	A7G6: eu contei dez hidrogênios. A4G6: já eu contei onze, você esqueceu que na parte fechada da cadeia tem um hidrogênio. A8G6: é verdade! A3G6: então são nove carbonos, onze hidrogênios, três oxigênios, três cloros, um enxofre e um fósforo, confere? A7G6: sim! A7G6: então a resposta é $C_9H_{11}Cl_3O_3POS$.
--	--

Fonte: autor (2025)

Na rodada final, G6 enfrentou cinco desafios e obteve um desempenho notável, acertando quatro deles e errando apenas parcialmente a questão sobre a fórmula molecular do clorpirifós etil. A interação do grupo durante a resolução da tarefa demonstrou uma análise cuidadosa e colaborativa. Logo no início, os alunos destacaram a importância de atenção ao contar todos os átomos: “A gente tem que olhar que cada curva que a linha faz é um carbono” (A1G6). Essa preocupação coletiva foi reforçada quando outro estudante alertou: “essa pergunta é difícil, se a gente esquecer um carbono a menos, já era!” (A3G6).

O diálogo evidencia a construção conjunta da resposta, com verificações, correções e validações mútuas: “eu acho que tem 9 carbonos, você esqueceu de contar um” (A5G6), seguido pela confirmação: “ah! É verdade, tem nove mesmo” (A4G6). A contagem de hidrogênios também envolveu conferências sucessivas, até que um aluno percebeu a omissão: “já eu contei onze, você esqueceu que na parte fechada da cadeia tem um hidrogênio” (A4G6). Ao final, o grupo consolidou uma resposta praticamente correta: “então são nove carbonos, onze hidrogênios, três oxigênios, três cloros, um enxofre e um fósforo” (A3G6).

Apesar do bom raciocínio, houve a omissão de um átomo de nitrogênio, o que levou à fórmula molecular incompleta. Esse detalhe caracteriza uma compreensão parcial (CP), pois, embora dominassem a lógica de análise estrutural e identificassem quase todos os elementos, deixaram de incluir um componente essencial. Por outro lado, o processo coletivo de contagem e validação evidenciou a predominância de compreensão total (CT) na maior parte do raciocínio.

De modo geral, a análise da terceira etapa que correspondente ao jogo, evidenciou um processo de aprendizagem em constante evolução. Nos primeiros desafios, observaram-se concepções equivocadas e até mesmo situações de ausência de compreensão (AC), como no caso da identificação dos carbonos sp^2 na atrazina, em que tanto o grupo quanto a plateia não conseguiram aplicar corretamente o conceito. Em outras situações, como na contagem dos carbonos secundários da imidacloprida, as falas mostraram uma compreensão parcial (CP),

marcada por confusões, mas também pela ativação de reflexões coletivas. Já na rodada final, destacou-se o avanço conceitual, com predomínio de compreensão total (CT) e apenas um erro parcial, devido à omissão de um átomo de nitrogênio na fórmula molecular do clorpirifós etil. Esse desempenho, considerado excelente, reflete não apenas o envolvimento e a colaboração proporcionados pelo jogo, mas, sobretudo, o percurso construído nos primeiro e, em especial, no segundo momento pedagógico.

O levantamento dos conhecimentos prévios no primeiro momento possibilitou mapear as concepções iniciais dos alunos sobre os agrotóxicos e suas implicações, enquanto a organização do conhecimento, realizada no segundo momento, foi decisiva para consolidar as bases teóricas sobre química orgânica e estruturas moleculares. Como destacam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a aprendizagem significativa exige a articulação entre problematização, organização e aplicação do conhecimento, permitindo que o saber se reconstrua a partir da realidade concreta do aluno.

Dessa forma, o jogo reafirmou o potencial da abordagem lúdica como ferramenta avaliativa e formativa, mostrando que o desempenho alcançado não foi produto de um momento isolado, mas da integração dialógica dos três momentos pedagógicos. Ao articular problematização, organização e aplicação, a prática revelou-se capaz de promover não apenas a apropriação dos conteúdos de química orgânica, mas também o desenvolvimento da cooperação, da criticidade e do protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente proposta pedagógica, desenvolvida com base nos Três Momentos Pedagógicos, teve como objetivo promover uma aprendizagem de forma lúdica e colaborativa, por meio da problematização crítica da contaminação do Rio Araguaia e seus impactos ambientais e sociais, com ênfase nos agrotóxicos utilizados na agricultura local. Desde o primeiro momento, em que foram mobilizados os conhecimentos prévios dos alunos, até a organização do conhecimento no segundo momento, cada etapa desempenhou papel essencial na construção da aprendizagem. O levantamento inicial possibilitou mapear as concepções dos estudantes sobre o tema e aproximá-los de sua realidade socioambiental; já a organização do conhecimento favoreceu a sistematização e a compreensão teórica dos conceitos de química orgânica, preparando o terreno para a etapa final.

Assim, a aplicação do jogo no terceiro momento não pode ser entendida de forma isolada, mas como um processo dialético que articulou problematização, aprofundamento teórico e aplicação prática. O jogo favoreceu não apenas a consolidação dos conteúdos de química orgânica, mas também o desenvolvimento da aprendizagem colaborativa, do pensamento crítico e da valorização do trabalho em equipe. A troca de ideias, os desafios propostos e a participação da plateia evidenciaram um ambiente de aprendizagem dinâmico, reflexivo e integrador.

Além disso, foi possível perceber a distância entre o imaginário dos estudantes e a realidade agrícola local, o que reforça a importância de práticas pedagógicas contextualizadas, que considerem o território, a vivência e as limitações do público escolar. Dessa forma, os três momentos pedagógicos mostraram-se interdependentes e fundamentais para o alcance dos objetivos: o primeiro, ao despertar a curiosidade e situar o problema; o segundo, ao consolidar os fundamentos teóricos; e o terceiro, ao mobilizar esses saberes em uma prática lúdica e coletiva.

7. REFERÊNCIAS

AMARAL, João Batista Freire do. *Jogos cooperativos: o jogo e o esporte como um exercício de convivência*. São Paulo: Phorte, 2009.

ANDRADE, Sabrina. Saiba como a aprendizagem, entre pares colabora para o melhor aprendizado dos alunos. Disponível em: <inserir link> Acesso em: 05/03/2025

BAUER, M. W.; GASKELL, G. Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. Editora Vozes Limitada, 2017.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio (PCNEM): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação. Brasília: MEC: Setec, 2000.

BROTTO, F. Jogos Cooperativos: o jogo e o esporte como um exercício de convivência. Santos: Projeto Cooperação, 2001.

CAILLOIS, Roger. Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem. Editora Vozes Limitada, 2017.

CARVALHO, A. M. P. de. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CASTRO, Maria de Fátima; MENEZES, Denise de Almeida. Aprendizagem colaborativa: princípios e possibilidades. In: _____. *Metodologias ativas na educação*. Curitiba: CRV, 2018. p. 131-146.

CASTRO, T., Pimentel, M., Castro, A., & Gadelha, B. (2018). Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional.

CAVALCANTI, E. L. D. O lúdico no ensino de química: jogos didáticos e resolução de problemas. João Pessoa: UFPB, 2013.

CHASSOT, A. **Para Que(m) é Útil o Ensino?** 2ªed. Canoas: Ulbra, 2004.

CUNHA, M. B. *Jogos no Ensino de Química: Contribuições Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula*. *Química Nova na Escola*, v.34, n.2, p.92-98, 2012.

CUNHA, M.B. **Jogos didáticos de química**. Santa Maria: Grafos, 2000. _____. Jogos de química: desenvolvendo habilidades e socializando o grupo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 12, 2004. Resumos ENEQ – 028. Goiânia, 2004.

DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. & PERNAMBUCO, M. M. C. A. (2002). **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez.

DELIZOICOV, Demerval; ANGOTTI, José Luiz. *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, Demerval; ANGOTTI, José Luiz; PERNAMBUCO, Maria Vitória. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002. Disponível: <inserir link> Acesso em: 15/10/2022

DOIZE, W.; MUGNY, G. *Psicologia social e desenvolvimento cognitivo*. Lisboa: Ed. Instituto Piaget, 1997.

FLICK, Uwe. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 50. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia - Saberes necessários à prática educativa*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, Maria Rúbia Viana de; BATINGA, Verônica Tavares Santos. *Um olhar para pesquisas que abordam jogos didáticos no ensino de química na perspectiva histórico-cultural de Vigotski*. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)**, 2023. Anais... 2023. (Trabalho completo).

HUIZINGA, Johan. *Homo ludens: o jogo como elemento da cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2008.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura**. São Paulo:

HUIZINGA, Johan. Natureza e Significado do Jogo. In: _____. *Homo ludens: O jogo como elemento da cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2008, p. 5-31

JOHNSON, R. T.; JOHNSON, D. W.; STANNE, M. B. **Cooperative Learning Methods: A Meta-Analysis**, 2000.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. *O jogo e a educação infantil*. São Paulo: Pioneira, 1994.

KLEIMAN, Angela B. *Oficina de leitura: teoria e prática*. 11. ed. Campinas: Pontes, 2006.

LOPES, M. C. *Ludicidade humana: contributos para a busca dos sentidos do humano*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2004.

Lopes, M. G. 2005. *Jogos na educação: criar, fazer, jogar*. São Paulo: Cortez.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E.D.A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E.D.A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Técnicas de pesquisa*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996. **MARCUSCHI, Luiz Antônio.** *Produção textual, análise de gêneros e compreensão*. São Paulo: Parábola Editorial, 2006.

MESSEDER NETO, Hélio da Silva.; MORADILLO, Edilson Fortuna. O Lúdico no Ensino de Química: considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. *Química Nova na escola*. São Paulo, v. 38, n. 4, p. 360-368, 2016.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?. *Cadernos de saúde pública*, v. 9, n. 3, p. 237-248, 1993.

MINEIRO, Márcia. Ludicidade: compreensões conceituais de pós-graduandos em educação. *São Paulo*, v. 45, e208494, 2019.

MONTENEGRO, P.P, **Letramento Científico**: o despertar do conhecimento das Ciências desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, julho de 2008.

MORAES, T. S. **Estratégias inovadoras no uso de recursos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia**. Fernando Luís de Queiroz de Carvalho. 2016. Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia à Educação) - Universidade do Estado da Bahia, Bahia, 2016.

MOREIRA, M. A. (2011). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf>

Moreira, M. A. (2014). Grandes desafios para o ensino da física na educação Contemporânea. Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa subversiva. *Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB*, 2006. Disponível em: <<http://www.serie-estudos.ucdb.br/serie-estudos/article/view/289>> Acesso em: 20/04/2025.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Concepções alternativas e mudança conceitual no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 6, p. 20-24, 1997.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**: Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p.199- 215, 2012.

NASCIMENTO, M. P.; SANTOS, R. A. L.; RICHETTI, G. P. Jogo didático como estratégia para o ensino de química orgânica: oxouno 1.0. In: Simpósio Mineiro de Educação Química, 3, 2015, UFJF - Juiz de Fora. Anais... UFJF - Juiz de Fora, 2015.

NASCIMENTO, Talita; RICARTE, Marcos Juliano.; RIBEIRO, Silvia Martins. *Repensando o Ensino de Química a Nível Médio*. In: Congresso Brasileiro de Química, 47. Anais... Natal: CBQ, 2007.

NIQUINI, D. P. O Grupo Cooperativo: uma metodologia de ensino. 3. ed. Brasília: Universa, 2006.

Pesquisa recente (2025) – professor como mediador do lúdico:
SANTOS, J. P.; MORAES, C. A. O brincar como estratégia pedagógica intencional na educação infantil. *Revista de Educação, Prática e Saberes (REPS)*, v. 9, n. 1, p. 101-117, 2025. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/rebs/article/view/13924>. Acesso em: 9 set. 2025.

PIAGET, J. (1994). O juízo moral na criança (2.^a ed.). São Paulo: Summus.

PIAGET, J. A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1971.

PIAGET, Jean. *A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação*. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PRENSKY, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill.

QUEIROZ, Danielle Teixeira. et al. Observação participante na pesquisa qualitativa: conceitos e aplicações na área da saúde. *Revista enfermagem UERJ*, v. 15, n. 2, p. 276-283, 2007.

RAMOS, Elaine da Silva; SANTOS, Fernanda Alves Campolin; LABURÚ, Carlos Eduardo. O uso de ludicidade como ferramenta para o Ensino de Química Orgânica: o que pensam os alunos. *ACTIO: Docência em Ciências*, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 119-136, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/6810>>Acesso em: 06/04/2025

ROBAINA, J. V. L. Química através do lúdico: brincando e aprendendo. Canoas: Ulbra, 2008.

SANTANA; Eliana Moraes; REZENDE, Daisy de Brito. O uso de jogos no ensino e aprendizagem Química: Uma visão dos alunos do 9º ano do ensino fundamental. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), Curitiba, 2008. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/eneq/_ousodejogosnoensinoeapre.trabalho.pdf Acesso em: 10/05/2025

SANTOS, A. P.; OLIVEIRA, C. R. A aprendizagem colaborativa no ensino de Química: avanços e desafios. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v. 19, n. 2, p. 88-104, 2023.

Segundo Arends (1995 apud TORRES & IRALA, em “**Aprendizagem colaborativa: teoria e prática**”)

SILVA, R.; TORRES, J. (2021). A problematização no ensino de Química: impactos ambientais como ponto de partida para a aprendizagem significativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 21, n. 3.

SILVA, T. P. A Utilização do Jogo Ludo Químico como Instrumento Motivador e Facilitador da Aprendizagem de Cinética Química na 2ª série do Ensino Médio do Colégio Estadual Professor José Abdalla. Universidade Estadual de Goiás, monografia de graduação. Anápolis, 2012.

SILVA, Vitor de Almeida; HERBERT, Márlon; SOARES, Flora Barbosa. Conhecimento Prévio, Caráter Histórico e Conceitos Científicos: O Ensino de Química a Partir de Uma Abordagem Colaborativa da Aprendizagem. 3. ed. São Paulo: Pesquisa no Ensino de Química, 2013. 11 p.

SOARES, M.H.F.B. Jogos e Atividades para o Ensino de Química. Goiânia: Kelps, 2013.

SOARES, Márlon H. F. B. Sobre os jogos e as possíveis relações com a epistemologia genética de Jean Piaget: em um tabuleiro de xadrez. In: CLEOPHAS, Maria. G.; SOARES, Márlon H. F. B. (org.) Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências: Teorias da Aprendizagem e outras interfaces. São Paulo: Livraria da física, 2018.

SOUZA, A.; FERREIRA, M. (2022). O uso de situações-problema no ensino de Química: o caso dos agrotóxicos. *Química Nova na Escola*, v. 44, n. 2.

TAFNER, Elisabeth Penzlien. Reflexões sobre o ensino e a realidade do educando. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2008. Anais... 2008.

TORRES, P. L. Aprendizagem Colaborativa: Teoria e Prática. Coleção Agrinho. 2009. Disponível em: <https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2_03_Aprendizagem-colaborativa.pdf> Acesso em: 10/03/2025

TORRES, P. L. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. Petrópolis: Vozes, 2014.

TORRES, P. L. Laboratório on-line de aprendizagem: uma experiência de aprendizagem colaborativa por meio do ambiente virtual de aprendizagem eureka@kids. Cadernos CEDES, São Paulo, v. 27, n. 73, p. 335-352, set./dez. 2007.

TORRES, Patrícia Lupion; IRALA, Esrom Adriano F. *Aprendizagem colaborativa: teoria e prática*. [S.l.], 2004. Capítulo “**A aprendizagem colaborativa e cooperativa**”, p. 61. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271136311_Aprendizagem_colaborativa_teor%C3%ADa_e_pr%C3%A1tica. Acesso em: 10/012025.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 2009.

VASCONCELLOS, T. Jogos e Brincadeiras no contexto escolar. In: TV Escola – Salto para o futuro. Jogos e brincadeiras: desafios e descobertas. A. XVIII, boletim 07, mai. 2008.

VASCONCELOS, Mário Sérgio. **A difusão das idéias de Piaget no Brasil**. São Paulo:

ANEXO - PROJETO EDUCACIONAL

Contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos: o lúdico e os três momentos pedagógicos no ensino de química

O Produto Educacional intitulado “Os três momentos pedagógicos no ensino de Química a partir de um jogo sobre a contaminação por agrotóxicos no Rio Araguaia” apresenta aderência direta ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (UEG), estando vinculado à Linha de Pesquisa 2 – Metodologias e Recursos Educacionais para o Ensino de Ciências e ao Eixo 5 – Recursos, Tecnologias e Ferramentas no Ensino.

O desenvolvimento do produto deriva da pesquisa realizada no âmbito do programa e fundamenta-se nos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002) como base metodológica. O Produto Educacional Primário contempla os dois primeiros momentos pedagógicos — problematização e organização do conhecimento — materializados em atividades ilustradas, textos de apoio, práticas investigativas e quadros explicativos que articulam conceitos de Química Orgânica ao tema socioambiental da contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos.

O Produto Secundário, o jogo TrilhaTox, corresponde ao terceiro momento pedagógico, configurando-se como instrumento lúdico, avaliativo e formativo que possibilita aos alunos aplicar, de forma colaborativa e contextualizada, os conhecimentos construídos nas etapas anteriores. Nesse processo, os jogos didáticos se apresentam como recurso potente. Mais do que uma atividade de entretenimento, eles podem assumir função pedagógica ao criar situações de desafio, cooperação e tomada de decisão. Como ressalta Soares (2008), o jogo educativo ressignifica o erro, transformando-o em oportunidade de reflexão, enquanto Cavalcanti (2013) evidencia que a ludicidade aumenta o engajamento dos alunos e favorece um ambiente de descontração crítica. Torres (2014) complementa, destacando que a aprendizagem colaborativa, mediada por atividades lúdicas, fortalece o diálogo e a negociação de significados entre pares.

Ao envolver os estudantes em atividades colaborativas e lúdicas, cria-se um espaço em que o conhecimento não é apenas transmitido, mas construído coletivamente. O trabalho em duplas, trios e grupos amplia as possibilidades de aprendizagem, pois cada aluno contribui com sua visão, compartilha dúvidas e constrói soluções em conjunto. Assim, o jogo se torna mais do que uma ferramenta de avaliação: é um instrumento formativo, que possibilita aprender brincando, desenvolver o pensamento crítico e exercitar a cooperação.

Portanto, a integração dos Três Momentos Pedagógicos com o uso de jogos didáticos representa uma estratégia pedagógica inovadora e significativa para o ensino de Química. Ao mesmo tempo em que valoriza a ludicidade e a colaboração, mantém o foco na construção do conhecimento científico e na formação crítica dos estudantes diante de questões sociais e ambientais relevantes.

Assim, o PE mantém vínculo teórico, metodológico e empírico com a dissertação, expressando a aplicação prática do conhecimento gerado pela pesquisa. A proposta reafirma a identidade do programa ao integrar metodologia estruturada, recursos didáticos e ludicidade contextualizada, contribuindo para o ensino de Ciências crítico e significativo no contexto da Educação Básica.

A finalidade do material é tornar o ensino de Química mais atrativo, crítico e significativo, superando práticas tradicionais baseadas na memorização. O PE favorece a aprendizagem contextualizada, estimula o pensamento científico e socioambiental e contribui para a formação cidadã dos estudantes, ao abordar temas que conectam ciência, meio ambiente e sociedade.

Com baixa complexidade de aplicação, o material pode ser utilizado por professores da rede pública, pois requer apenas recursos acessíveis, linguagem clara e organização pedagógica detalhada. Apresenta ainda potencial de replicabilidade, podendo ser adaptado para outras realidades escolares e utilizado em projetos interdisciplinares.

A proposta representa uma inovação de médio teor, ao articular uma metodologia consagrada (os Três Momentos Pedagógicos) com uma estratégia lúdica inédita e contextualizada, validada empiricamente durante a pesquisa. O impacto educacional e social do PE evidencia-se na valorização da prática docente, na promoção da consciência ambiental e na construção coletiva do conhecimento químico de forma crítica, participativa e prazerosa.

O Produto Educacional enquadra-se na categoria PTT1 - Material Didático/Instrucional e foi desenvolvido para turmas da 3ª série do Ensino Médio. Organizado segundo os Três Momentos Pedagógicos, o material reúne atividades ilustradas, textos, roteiros e exercícios que compõem a problematização e a organização do conhecimento, além de um jogo educativo TrilhaTox, utilizado e aplicado no terceiro momento. Validado no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UEG, o produto apresenta-se como uma proposta didática acessível, replicável e voltada à aprendizagem contextualizada e significativa de alguns conceitos de química orgânica.

O impacto deste Produto Educacional é classificado como médio, pois o material foi concebido, aplicado e avaliado no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UEG, gerando resultados pedagógicos concretos e benefícios educacionais diretos, ainda que sua disseminação para outros contextos esteja em fase inicial.

A aplicação do produto em turmas do Ensino Médio evidenciou melhoria significativa na compreensão de conceitos de Química Orgânica, especialmente na identificação de estruturas e funções químicas, além de promover maior engajamento, participação e reflexão crítica sobre os impactos ambientais causados pelos agrotóxicos. O jogo TrilhaTox, como culminância do processo de ensino, favoreceu a aprendizagem colaborativa de química orgânica, o diálogo entre pares e a formação de atitudes responsáveis em relação ao meio ambiente.

O impacto também se manifesta na formação docente, ao oferecer uma metodologia acessível, contextualizada e replicável, que contribui para a prática de professores da rede estadual, incentivando o uso de recursos lúdicos e temáticas locais. Dessa forma, o PE promoveu uma transformação real no ensino de Química, aproximando ciência e sociedade e reafirmando o compromisso social da pós-graduação profissional.

O Produto Educacional impactou diretamente o ensino de Química no Ensino Médio, promovendo melhor compreensão de conceitos de Química Orgânica e maior engajamento dos alunos ao relacionar ciência e meio ambiente. Pode ser facilmente replicado em outras turmas e escolas, graças ao baixo custo, linguagem acessível e metodologia estruturada nos Três Momentos Pedagógicos, apresentando abrangência regional com potencial de expansão nacional. Classifica-se como de baixa complexidade, por utilizar materiais simples e aplicáveis em salas regulares, e de médio teor inovativo, ao combinar metodologias consolidadas com um jogo didático contextualizado sobre a contaminação do Rio Araguaia, integrando ludicidade, consciência ambiental e aprendizagem significativa.

Primeiro momento pedagógico – problematização inicial

Neste primeiro momento, o professor deverá apresentar o tema “Contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos” de maneira interativa e reflexiva, buscando levantar os conhecimentos prévios dos alunos e prepará-los para uma compreensão mais aprofundada sobre os impactos ambientais e sociais do uso de agrotóxicos.

Organização da turma

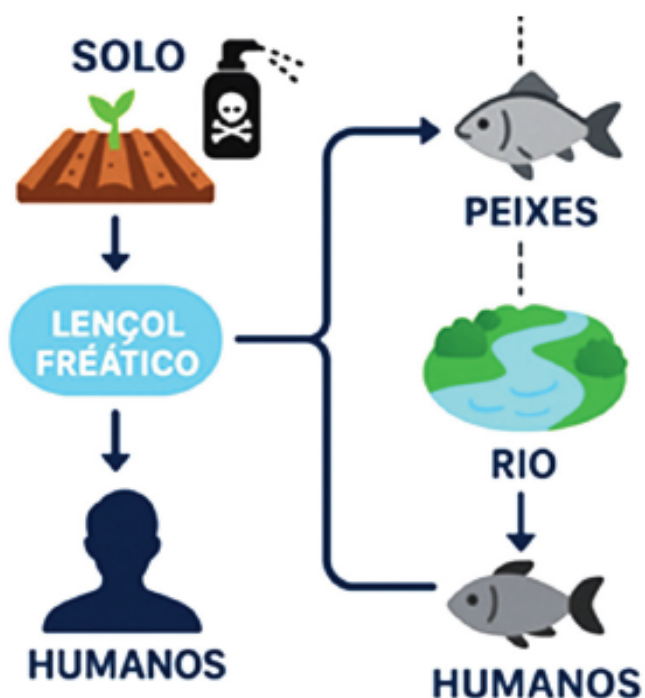
O Professor deve organizar os alunos em seis grupos. Essa estratégia promove a colaboração e garante que todos os estudantes possam participar ativamente, compartilhando percepções e ideias.

Introdução do tema

Utilize um data show ou outro recurso visual para introduzir o problema da contaminação do Rio Araguaia.

Entregue a cada grupo um questionário com perguntas que incentivem a reflexão sobre a relação entre o uso de produtos químicos na agricultura, os danos ambientais e sociais e dê um tempo para que os estudantes possam responder.

QUESTIONÁRIO 1



Sugestão de questionário:

1

Vocês sabem o que são agrotóxicos?

2

Quais são os principais alimentos produzidos às margens do Rio Araguaia?

3

O que os agrotóxicos causam na água?

4

De que forma os agrotóxicos que chegam ao Rio Araguaia podem afetar a qualidade da água consumida pelas comunidades ribeirinhas?

5

Como podemos reduzir o uso de agrotóxicos nas áreas próximas aos rios?

Fonte: autor (2025)

Discussão coletiva

- ✓ Após a realização da atividade, promova uma roda de discussão em que cada grupo apresente suas respostas.
- ✓ Incentive a troca de ideias e o debate, estimulando os alunos a pensarem de forma crítica sobre a complexidade do problema ambiental apresentado.
- ✓ Aproveite esse espaço para esclarecer dúvidas e complementar informações, valorizando tanto o saber científico quanto o conhecimento prévio dos alunos.

Após a roda de discussão, em que cada grupo apresentou suas respostas, faça uma leitura coletiva do seguinte texto:

A contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos constitui um problema socioambiental que afeta diretamente as comunidades ribeirinhas e os ecossistemas da região Centro-Oeste do Brasil. Esse rio, considerado um dos mais importantes cursos d'água do país, é responsável por sustentar atividades de pesca, turismo, abastecimento de água e agricultura familiar. No entanto, a intensificação do uso de agrotóxicos nas plantações próximas às suas margens tem comprometido a qualidade da água e colocado em risco a biodiversidade local.

As principais causas desse processo estão associadas à expansão agrícola em larga escala, sobretudo das culturas de soja, milho e arroz, que exigem o uso frequente de defensivos químicos. Além disso, a ausência de fiscalização eficiente e o manejo inadequado desses produtos contribuem para a infiltração no solo e o escoamento superficial, resultando na chegada de resíduos tóxicos ao leito do rio.

Entre as consequências locais, destacam-se a redução da disponibilidade de água potável, o aumento de doenças relacionadas à exposição aos agrotóxicos e o comprometimento das atividades de subsistência, como a pesca artesanal. Estudos também apontam que a contaminação afeta diretamente a saúde das populações ribeirinhas, que muitas vezes consomem a água do rio sem tratamento adequado, ficando expostas a compostos químicos nocivos Silva, Sousa (2022).

Do ponto de vista ambiental, os impactos incluem a mortandade de peixes, a diminuição da diversidade biológica aquática e terrestre, além do desequilíbrio ecológico em áreas de mata ciliar. Esse cenário compromete não apenas a sustentabilidade da bacia hidrográfica do Araguaia, mas também a preservação de um patrimônio natural e cultural fundamental para a região.

Atividade de fixação do primeiro momento

Objetivo: estimular a participação e verificar a compreensão dos alunos sobre os impactos da contaminação do Rio Araguaia por agrotóxicos.

Instruções para atividade 1 – escolha correta

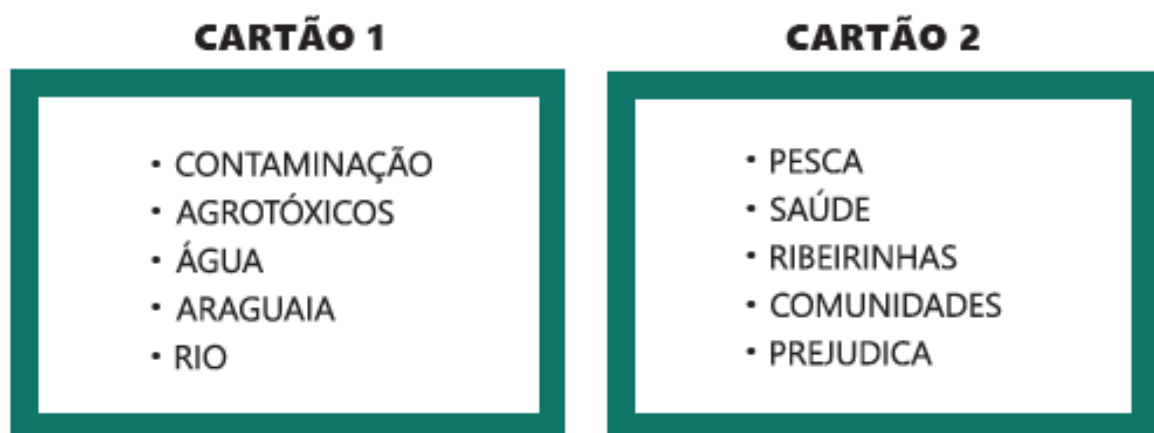
- ✓ Explique que você irá ler situações e cada grupo deverá levantar a mão ou um cartão colorido indicando a alternativa que consideram correta.
- ✓ Após cada resposta, faça uma breve discussão, explicando a alternativa correta.

SITUAÇÕES
O Rio Araguaia é importante porque é usado apenas para lazer.
O Rio Araguaia sustenta pesca, turismo, abastecimento e agricultura familiar.
O Rio Araguaia não tem relação com a vida das comunidades.
Uma consequência da contaminação do rio por agrotóxicos é o aumento da biodiversidade e melhoria da saúde das comunidades ribeirinhas.

Instruções para atividade 2 – frase escondida

- ✓ Distribua para cada grupo cartões com palavras embaralhadas.
- ✓ Explique que os alunos terão 1 a 2 minutos para organizar as palavras e formar uma frase correta.
- ✓ Explique que os alunos terão 1 a 2 minutos para organizar as palavras e formar uma frase correta.

Exemplo de cartões:



Fonte: autor (2025)

Segundo momento pedagógico – Organização do conhecimento

Nesta etapa, o objetivo é aprofundar os conceitos de Química Orgânica relacionados aos agrotóxicos previamente discutidos, proporcionando aos alunos condições de sistematizar o conhecimento científico e compreender melhor as estruturas moleculares. A turma deve ser organizada em seis grupos, e cada grupo receberá a estrutura química de um agrotóxico específico. Para conduzir a atividade, foram elaboradas quatro perguntas orientadoras, projetadas no datashow uma de cada vez. Cada grupo terá um tempo cronometrado para discutir e registrar suas respostas, o que estimula a concentração, a agilidade no raciocínio e a cooperação entre os integrantes.

As quatro questões propostas são:

1. Classifique a cadeia carbônica de seu agrotóxico quanto à saturação (saturada ou insaturada), homogeneidade (homogênea ou heterogênea) e fechamento (aberta, fechada ou mista).

2. Quantos carbonos e ligações π existem na estrutura do seu

3. Quantos carbonos hibridizados sp^2 existem na cadeia do seu

4. Quantos carbonos primários e terciários existem na estrutura orgânica do seu agrotóxico?

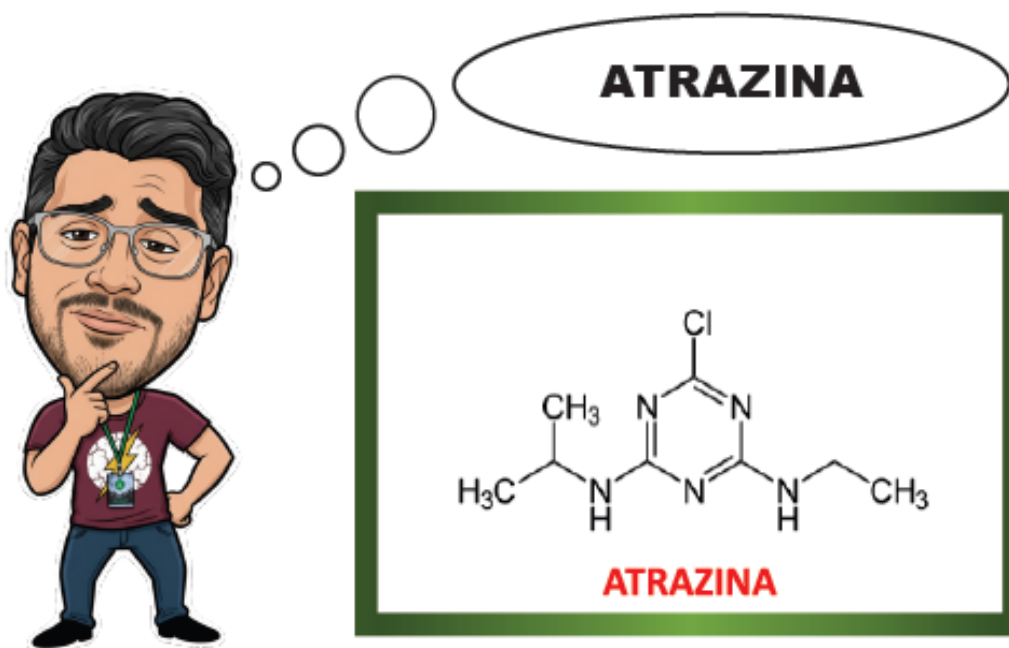
Elaboração pelos grupos

Além disso, cada grupo deverá elaborar uma quinta questão criativa, destinada a ser resolvida por outro grupo. Essa etapa amplia o caráter colaborativo e participativo da atividade, incentivando os alunos a assumirem papel ativo no processo de ensino-aprendizagem.

Recomenda-se um total de duas a três aulas para esta etapa, garantindo tempo para análise, discussão em grupo e socialização dos resultados. Ao final, os grupos devem apresentar suas respostas à turma, o que possibilita debate, correções e complementações coletivas. Essa socialização fortalece a aprendizagem colaborativa, pois os alunos aprendem tanto com suas próprias análises quanto com as explicações e intervenções dos colegas, preparando o caminho para a etapa seguinte, em que aplicarão esses conhecimentos no jogo didático.

Para a realização das atividades do Segundo Momento Pedagógico, foram propostas seis estruturas orgânicas dos agrotóxicos selecionados, cada uma disposta em páginas separadas. Essa organização permite que o professor utilize cada estrutura de forma independente, projetando-a no data show ou distribuindo-a em material impresso para os grupos.

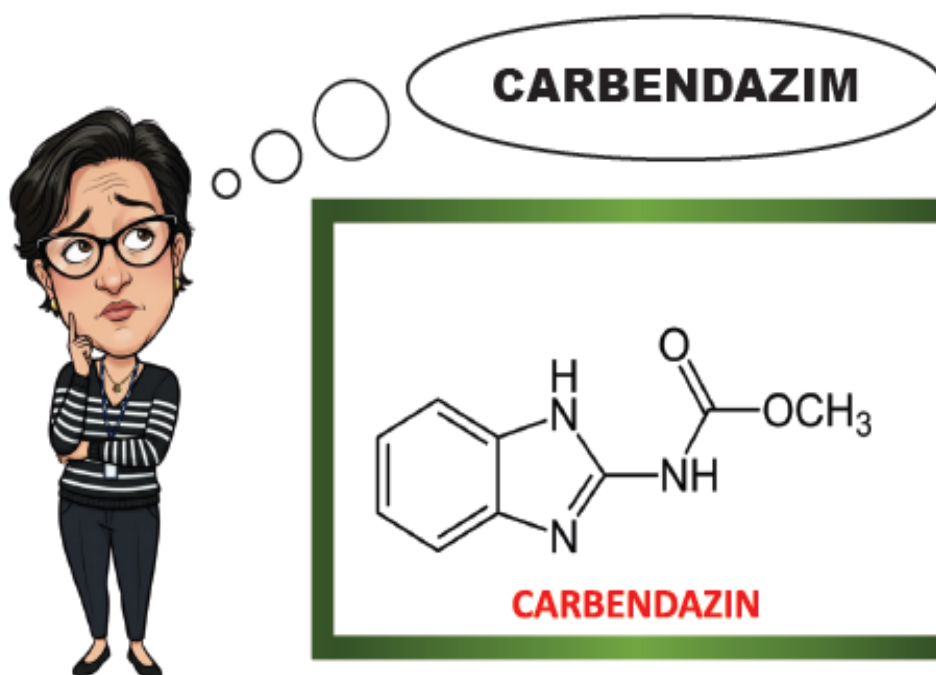
A proposta é que os alunos analisem cada estrutura a partir das quatro perguntas orientadoras projetadas em sala, respondendo dentro do tempo cronometrado. Essa dinâmica garante maior foco e engajamento, além de possibilitar ao professor conduzir a atividade de modo organizado e claro.



Herbicida da família das triazinas, usado no milho e na cana-de-açúcar para controle de plantas daninhas. É persistente no solo e solúvel em água, favorecendo a contaminação de rios como o Araguaia Anvisa (2019).

- 
- 1 Classifique a cadeia carbônica de seu agrotóxico quanto à saturação (saturada ou insaturada), homogeneidade (homogênea ou heterogênea) e fechamento (aberta, fechada ou mista).
 - 2 Quantos carbonos e ligações π existem na estrutura do seu agrotóxico?
 - 3 Quantos carbonos hibridizados sp^2 existem na cadeia do seu agrotóxico?
 - 4 Quantos carbonos primários e terciários existem na estrutura orgânica do seu agrotóxico?

Fonte: autor (2025)



Fungicida sistêmico empregado em feijão, milho e outras culturas. De difícil degradação, é encontrado em águas superficiais e pode causar efeitos tóxicos à saúde, como alterações reprodutivas Anvisa (2019).

1

Classifique a cadeia carbônica de seu agrotóxico quanto à saturação (saturada ou insaturada), homogeneidade (homogênea ou heterogênea) e fechamento (aberta, fechada ou mista).

2

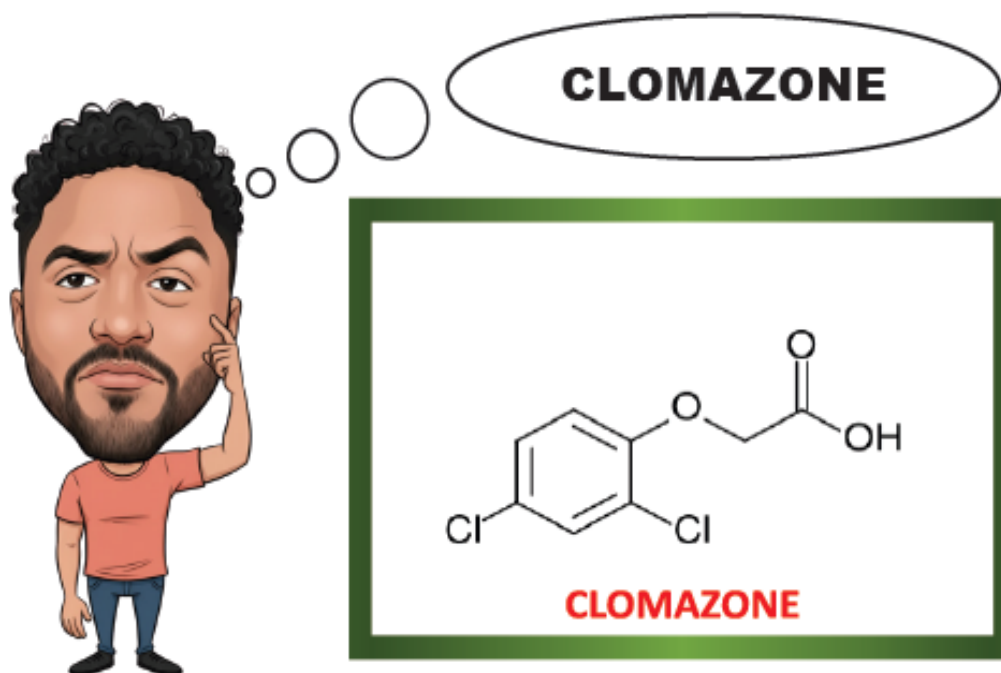
Quantos carbonos e ligações π existem na estrutura do seu agrotóxico?

3

Quantos carbonos hibridizados sp^2 existem na cadeia do seu agrotóxico?

4

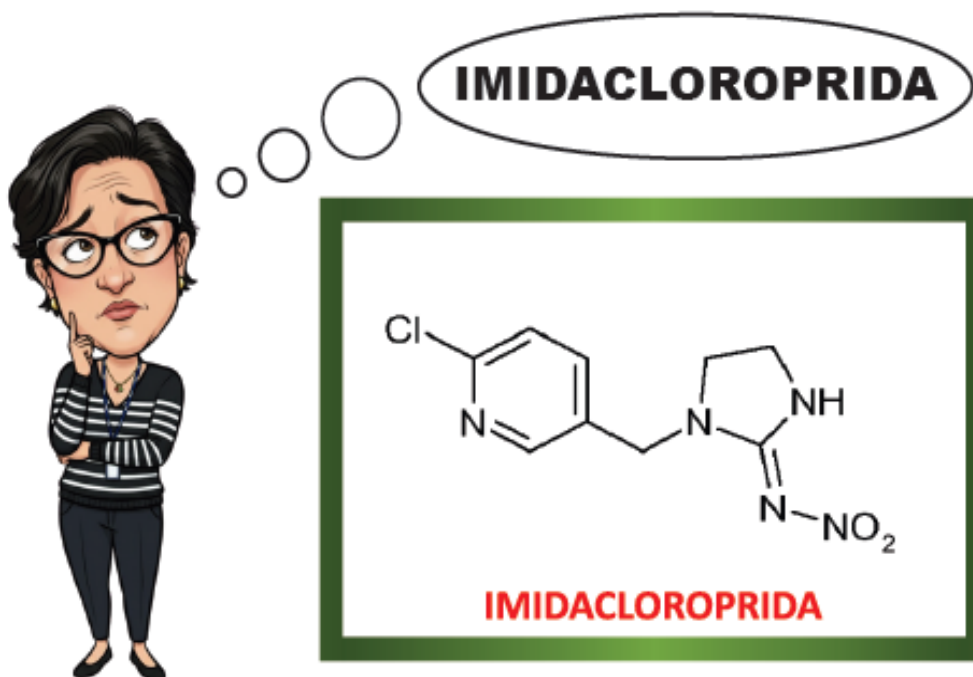
Quantos carbonos primários e terciários existem na estrutura orgânica do seu agrotóxico?



Herbicida seletivo usado em café, trigo e milho. Atua bloqueando a síntese de pigmentos fotossintéticos, causando branqueamento das plantas invasoras. Pode alcançar águas próximas as lavouras Mapa (2020).

- 1 Classifique a cadeia carbônica de seu agrotóxico quanto à saturação (saturada ou insaturada), homogeneidade (homogênea ou heterogênea) e fechamento (aberta, fechada ou mista).
- 2 Quantos carbonos e ligações π existem na estrutura do seu agrotóxico?
- 3 Quantos carbonos hibridizados sp^2 existem na cadeia do seu agrotóxico?
- 4 Quantos carbonos primários e terciários existem na estrutura orgânica do seu agrotóxico?

Fonte: autor (2025)



Inseticida neonicotinóide aplicado em arroz, batata e hortaliças. Muito eficaz contra pragas sugadoras, mas altamente tóxico para abelhas e já foi detectado em cursos d'água agrícolas Anvisa (2020).

1

Classifique a cadeia carbônica de seu agrotóxico quanto à saturação (saturada ou insaturada), homogeneidade (homogênea ou heterogênea) e fechamento (aberta, fechada ou mista).

2

Quantos carbonos e ligações π existem na estrutura do seu agrotóxico?

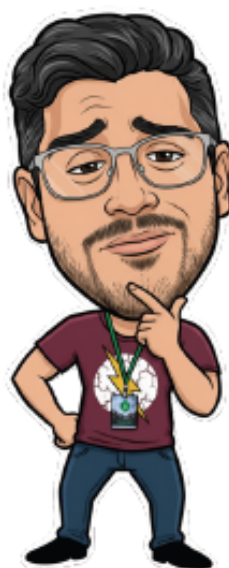
3

Quantos carbonos hibridizados sp^2 existem na cadeia do seu agrotóxico?

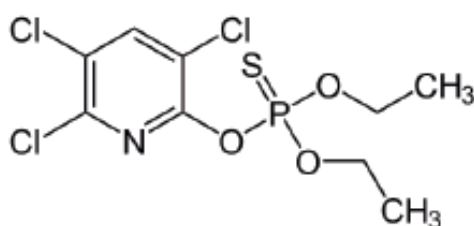
4

Quantos carbonos primários e terciários existem na estrutura orgânica do seu agrotóxico?

Fonte: autor (2025)



LORPIRIFÓSETIL



LORPIRIFÓS ETIL

Inseticida organofosforado aplicado em batata e feijão. Altamente tóxico para organismos aquáticos e associado a efeitos neurológicos em humanos, sendo de grande risco ambiental Anvisa (2019).

1

Classifique a cadeia carbônica de seu agrotóxico quanto à saturação (saturada ou insaturada), homogeneidade (homogênea ou heterogênea) e fechamento (aberta, fechada ou mista).

2

Quantos carbonos e ligações pi existem na estrutura do seu agrotóxico?

3

Quantos carbonos hibridizados sp^2 existem na cadeia do seu agrotóxico?

4

Quantos carbonos primários e terciários existem na estrutura orgânica do seu agrotóxico?



RESPOSTAS/GABARITO DAS PERGUNTAS SOBRE OS AGROTÓXICOS

Agrotóxicos	Pergunta 1	Pergunta 2	Pergunta 3	Pergunta 4
Atrazina	Saturada, heterogênea e mista	Carbonos = 8 Ligações pi = 3	3	P=5 T=0
Carbendazin	Insaturada, heterogênea e mista	Carbonos = 9 Ligações pi = 5	8	P=3 T=0
Clomazone	Insaturada, heterogênea e Mista	Carbonos = 8 Ligações pi = 4	7	P=2 T=0
Imidacloprida	Insaturada, heterogênea e mista	Carbonos = 9 Ligações pi = 4	6	P=6 T=1
Cianazina	Saturada, heterogênea e mista	Carbonos = 9 Ligações pi = 5	3	P=8 T=1
Lorpirifós etil	Insaturada, heterogênea e mista	Carbonos = 9 Ligações pi = 4	5	P=6 T=0

Terceiro momento pedagógico – Aplicação do conhecimento

Objetivo do jogo TrilhaTox

Proporcionar um momento de aplicação e consolidação dos conhecimentos construídos nos momentos anteriores, por meio de um jogo educativo e colaborativo que permite avaliar se os alunos compreendem as estruturas químicas dos agrotóxicos estudados, tais como: classificação de cadeias carbônicas, ligações π , hibridização de carbono e classificação de carbono nas estruturas orgânicas (primário, secundário, terciário ou quaternário).

O jogo se passa em uma trilha em formato do Rio Araguaia, dividida em seis regiões, cada uma representando um ambiente específico ao longo do rio. As regiões são:

1. Plantações de milho
2. Plantações de cana-de-açúcar
3. Plantações de soja
4. Plantações de arroz
5. Comunidades ribeirinhas
6. Cidades e mata ciliar

Cada região é associada a um tipo de agrotóxico estudado anteriormente e contém quatro cartas de desafios que os grupos deverão resolver durante as rodadas.

Funcionamento jogo TrilhaTox

O TrilhaTox é um jogo em formato de trilha do Rio Araguaia, dividida em seis regiões: milho, cana-de-açúcar, soja, arroz, comunidades ribeirinhas e cidades/mata ciliar. Cada região traz desafios químicos que os alunos devem resolver em duplas ou trios, relacionados aos agrotóxicos mais usados nessas áreas.

Organização

O Professor deve organizar as rodadas formando duplas ou trios e distribuí-los entre as seis regiões do Rio Araguaia. O jogo pode ser realizado em três rodadas, como na pesquisa original, ou adaptado conforme o número de alunos.

SUGESTÃO
Em turmas grandes (ex.: 40 alunos), realize quatro rodadas iniciais com cerca de cinco duplas por rodada e uma rodada final com os vencedores.

Papel da plateia

Durante as rodadas, os outros alunos da turma, que não estiveram participando ativamente, ficaram na plateia assistindo à rodada. Eles podiam ajudar as duplas/trios durante o jogo, conforme as regras abaixo.

Regras do jogo

Regras	Descrição
Ajudas disponíveis	Cada dupla ou trio tem direito a duas ajudas por rodada.
Origem das ajudas	Uma ajuda pode vir de outra dupla/trio participante. Uma ajuda pode vir dos alunos da plateia.
Frequência de uso	As ajudas só podem ser usadas uma vez em cada rodada.
Rodada final	Na última rodada, o grupo responsável não pode receber nenhum tipo de ajuda, devendo responder de forma totalmente autônoma.
Regras do Jogo TrilhaTox	

Fonte: autor (2025)

Cartas do jogo

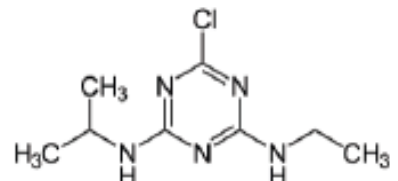
CARTAS

FRENTE CARTAS



CARTA 1

Quanto carbonos e ligações pi existem na estrutura da atrazina?

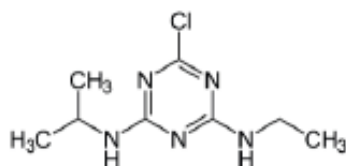


ATRAZINA

Fonte: autor (2025)

CARTA 2

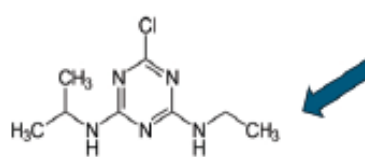
Quanto ao fechamento da cadeia carbônica, esse composto apresenta cadeia, aberta, fechada ou mista?



ATRAZINA

CARTA 3

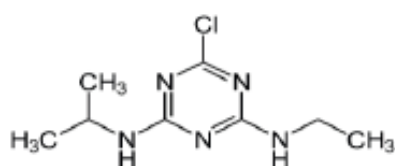
O carbono indicado pela seta na estrutura da triazina primário, secundário, terciário ou quaternário?



ATRAZINA

CARTA 4

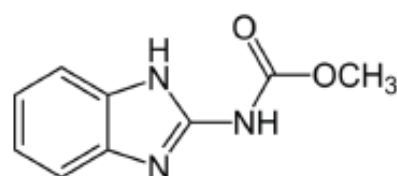
Quantos carbonos hibridizados sp^3 existem nesse composto orgânico?



ATRAZINA

CARTA 5

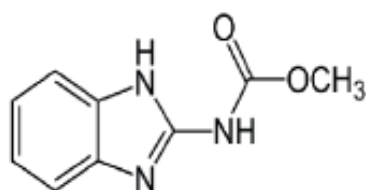
Quantos carbonos e ligações π existem na estrutura desse composto?



CARBENDAZIN

CARTA 6

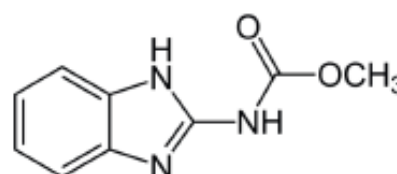
Quantas insaturações existem na estrutura do carbendazim?



CARBENDAZIN

CARTA 7

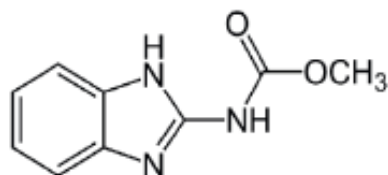
Quantos heteroátomos existem na cadeia carbônica do carbendazim?



CARBENDAZIN

CARTA 8

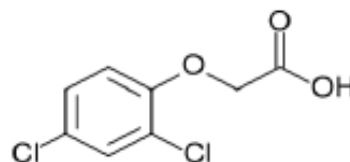
O carbendazim pode ser classificada como um composto orgânico aromático?



CARBENDAZIN

CARTA 9

O 2,4-D clomazone pode ser classificado como um hidrocarboneto aromático?

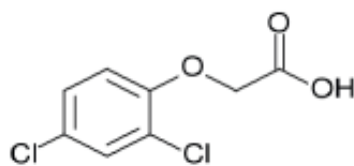


CLOMAZONE

Fonte: autor (2025)

CARTA 10

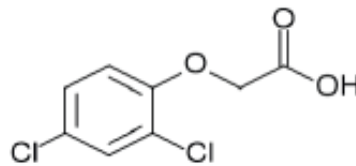
Quantos carbonos com hibridização sp^2 e sp^3 existem nesse composto?



CLOMAZONE

CARTA 11

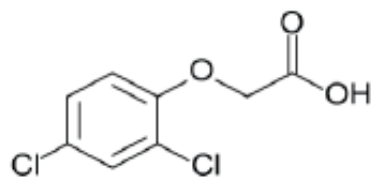
A cadeia carbônica do clomazone é homogênea ou heterogênea, saturada ou insaturada?



CLOMAZONE

CARTA 12

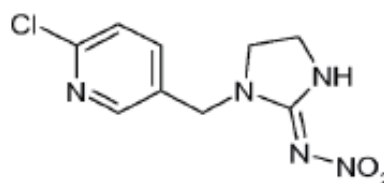
Quantos heteroátomos e carbonos primários existem na estrutura do clomazone?



CLOMAZONE

CARTA 13

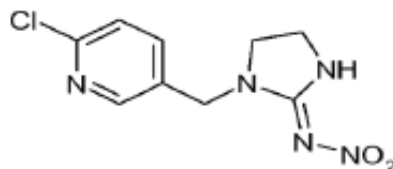
A cadeia carbônica do imidacloprida é saturada ou insaturada, acíclica ou cíclica?



IMIDACLOPRIDA

CARTA 14

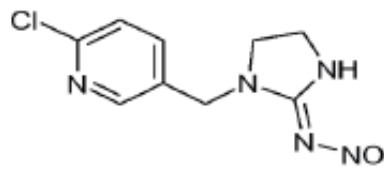
Identifique a quantidade de carbonos secundários no composto orgânico imidacloprida.



IMIDACLOPRIDA

CARTA 15

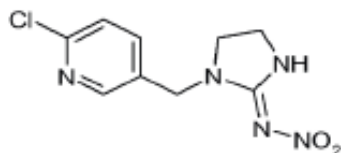
Quantos carbonos terciários carbonos sp^3 existem nessa cadeia carbônica?



IMIDACLOPRIDA

CARTA 16

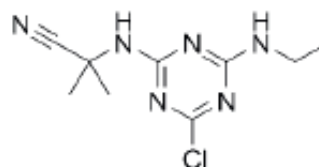
A cadeia carbônica do imidacloprida é homogênea ou heterogênea? Identifique também a quantidade de ligações π presente nesse composto



IMIDACLOPRIDA

CARTA 17

Classifique a cadeia carbônica da cianazina homogênea ou heterogênea e identifique a quantidade de carbonos primários.

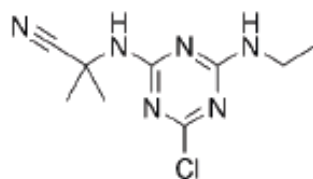


CIANAZINA

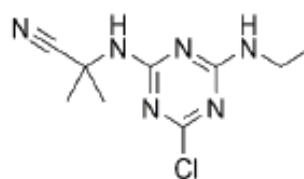
Fonte: autor (2025)

CARTA 18

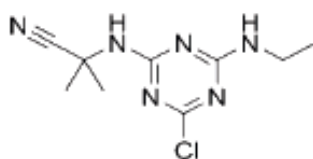
Quantos heteroátomos e carbonos existem na estrutura da cianazina?

**CIANAZINA****CARTA 19**

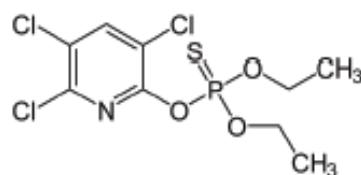
Existe carbono primários na cadeia carbônica da cianazina? Quanto(s) ? e quaternários?

**CIANAZINA****CARTA 20**

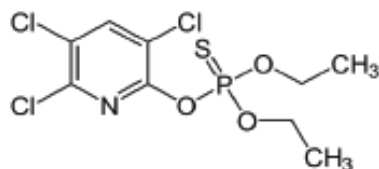
Classifique a cadeia carbônica do agrotóxico cianazina em acíclica ou cíclica e identifique a quantidade de carbonos hibridizados sp

**CIANAZINA****CARTA 21**

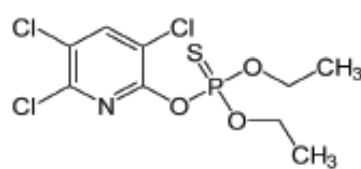
A cadeia carbônica do agrotóxico clorpirifós etil é saturada ou insaturada?

**LORPIRIFÓS ETIL****CARTA 22**

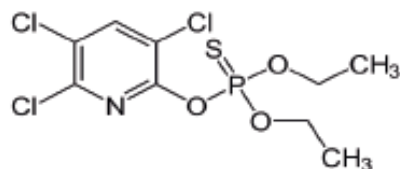
Na cadeia carbônica do agrotóxico clorpirifós etil existem carbono terciário? Quantos?

**LORPIRIFÓS ETIL****CARTA 23**

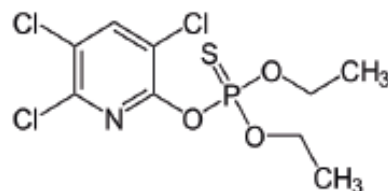
Quantos carbonos e carbonos hibridizados sp² e carbonos secundários existem na cadeia carbônica desse agrotóxico?

**LORPIRIFÓS ETIL****CARTA 24**

Quantos ligações duplas (entre carbonos) e carbonos sp existem na estrutura desse agrotóxico?

**LORPIRIFÓS ETIL****CARTA 25**

Qual a fórmula molecular desse composto orgânico?

**LORPIRIFÓS ETIL**

Fonte: autor (2025)

Discussão e reflexão final

Após a conclusão do jogo, o professor deve conduzir uma breve discussão coletiva com os alunos, refletindo sobre o aprendizado obtido durante o TrilhaTox.

SUGESTÃO
Agora que vocês concluíram todas as regiões da trilha, o que perceberam sobre a relação entre o uso dos agrotóxicos e o meio ambiente?
Gostaria de saber de vocês: como foi participar do jogo TrilhaTox?
Vocês se divertiram jogando e resolvendo os desafios?
O primeiro, o segundo momento e o jogo ajudaram a entender melhor alguns conceitos de Química e a perceber como os agrotóxicos afetam o Rio Araguaia e o meio ambiente?
O que acharam mais fácil ou mais difícil durante as rodadas?
Que parte do jogo mais chamou a atenção de vocês?

