

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação - FaE

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG

Especialização em Educação em Ciências

MARCELLE CRISTINA CORREIA SENA

**O USO DE UM LIVRO PARADIDÁTICO EM AULAS DE QUÍMICA:
IDENTIFICANDO PRÁTICAS EPISTÊMICAS NOS REGISTROS ESCRITOS DOS
ESTUDANTES**

**Belo Horizonte
2019**

MARCELLE CRISTINA CORREIA SENA

**O USO DE UM LIVRO PARADIDÁTICO EM AULAS DE QUÍMICA:
IDENTIFICANDO PRÁTICAS EPISTÊMICAS NOS REGISTROS ESCRITOS DOS
ESTUDANTES**

Versão Final

Monografia de especialização apresentada ao curso de Especialização em Educação em Ciências, do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de especialista.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientador: Fernando César Silva

**Belo Horizonte
2019**

S474u Sena, Marcelle Cristina Correia, 1990-
TCC O uso de um livro paradidático em aulas de química
[manuscrito] : identificando práticas epistêmicas nos registros escritos
dos estudantes / Marcelle Cristina Correia Sena. - Belo Horizonte,
2019.
40 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de
Minas Gerais, Faculdade de Educação.
Orientador: Fernando César Silva.
Bibliografia: f. 33-35.
Anexos: f. 36-40.

1. Educação. 2. Química -- Estudo e ensino (Ensino médio).
3. Química -- Métodos de ensino. 4. Química organica -- Estudo e
ensino (Ensino médio). 5. Química -- Livros didáticos.
I. Título. II. Silva, Fernando César, 1984-. III. Universidade
Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 540.7

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

Dados de Identificação:

ALUNO: MARCELLE CRISTINA CORREIA SENA

TÍTULO DO TRABALHO: O uso de um livro paradidático em aulas de Química: identificando práticas epistêmicas nos registros escritos dos estudantes

Banca Examinadora:

Professor Orientador: Fernando César Silva

Professor Examinador: Leandro Antonio de Oliveira

Parecer:

Aos ³⁰ dias do mês de novembro de 2019, reuniram-se na sala 540 do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) Marcelle Cristina Correia Sena.

Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho aprovado
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, ³⁰ de novembro de 2019

Assinatura da banca: *Leandro Antonio de Oliveira*
Fernando César Silva

NOTA: 90

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

A minha família e ao meu companheiro
João Vieira, por não medirem esforços
para que eu alcance meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me dar forças para conquistar meus sonhos e me abençoar com grandes vitórias. Aos meus pais, irmão e meu companheiro João, por estarem sempre ao meu lado e acreditarem no meu potencial. A UFMG e ao CECI, por me darem essa oportunidade de crescimento profissional e pessoal. Ao meu orientador Fernando, pelo suporte e incentivo durante essa caminhada, obrigada por acreditar na minha capacidade. Ao meu tutor Anderson, pelos ensinamentos e paciência ao longo desses dois anos de caminhada. Aos meus queridos alunos, pois sem eles essa pesquisa não seria possível. E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda.”

Paulo Freire

RESUMO

O uso de livros paradidáticos possui potencialidades no sentido de favorecer ações dos estudantes que se aproximam do fazer científico, como por exemplo, construir dados, considerar diferentes fontes de dados, citar, dentre outras. Dessa forma, buscamos identificar práticas epistêmicas nos registros escritos produzidos pelos estudantes, a partir de uma sequência didática de caráter investigativo. Nesta sequência didática um livro paradidático foi utilizado como recurso para fundamentar a resolução do problema proposto. As atividades realizadas pelos estudantes ao longo da sequência foram utilizadas como fontes de produção de dados, e a Análise Textual Discursiva foi empregada para análise desses dados. O uso do livro paradidático associado a um problema pode ter oportunizado o surgimento das seguintes práticas epistêmicas: problematização, elaboração de hipóteses, planejamento da investigação, construção de dados, consideração de diferentes fontes de dados e o uso a linguagem representacional. De acordo com o tema e a característica do problema proposto era esperado que o uso da linguagem representacional fosse uma das práticas epistêmicas mais oportunizadas. No entanto, não foi isso o que aconteceu. Isso nos leva a inferir que os estudantes não percebem as visualizações usadas na Química como componentes dos argumentos, mas como um artefato usado para ilustrar esses argumentos. Contudo, o uso do livro paradidático associado a um problema pode favorecer práticas epistêmicas relacionadas principalmente à produção do conhecimento.

Palavras chave: Educação Química. Ensino Médio. Química Orgânica. Construção do conhecimento químico.

ABSTRACT

The use of paradidactic books has great potential for actions with students who are close to doing scientific studies, such as, for example, building data, considering different sources of data, quoting, among other ways. Thus, we seek to identify epistemic practices in the written records produced by students, starting from an investigative didactic sequence. In this didactic sequence, a paradidactic book was used as a resource to support the resolution of the proposed problem. The activities performed by students throughout the sequence were used as sources of data production, and Textual Discursive Analysis was used to analyze these data. The use of the educational book associated with a problem may have gave opportunity to the emergence of the following epistemic practices: problematization, hypothesis elaboration, investigation planning, data construction, consideration of different data sources and the use of representational language. According to the theme and the characteristic of the proposed problem, the use of representational language was expected to be one of the most opportune epistemic practices. However, that is not what happened. This leads us to infer that students do not perceive the visualizations used in Chemistry as components of the arguments, but as an artifact used to illustrate those arguments. However, the use of the paradidactic book associated with a problem can favor epistemic practices related mainly to the production of knowledge.

Keywords: Chemistry Education. High School. Organic Chemistry. Construction of chemistry knowledge.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3. METODOLOGIA	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	33
ANEXO	36

1. INTRODUÇÃO

Quando se fala Química Orgânica em uma roda de conversa com amigos, na maioria das vezes, é comum ouvir: “*eu gostava de desenhar as cadeias carbônicas*”, “*como se falava? Met, et, prop ...*”, “*eu achei fácil dar nomes às cadeias carbônicas*”, dentre outras falas. Essas falas indicam que o ensino de Química Orgânica na Educação Básica tem sido pautado na construção de cadeias carbônicas e sua identificação a partir de nomes determinados pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC). Isso não quer dizer que a construção e os nomes não devam ser comentados, mas percebe-se que, além dessa ênfase, não existe uma discussão anterior à construção dessas cadeias carbônicas, mas a memorização de prefixos, infixos e sufixos.

O carbono, frequentemente, “cai de pára-quebras” nas aulas e nos textos do livro didático. Percebe-se que, em geral, não se discute com os estudantes o porquê de o carbono ser o foco de estudo da Química Orgânica, e não o oxigênio, por exemplo, que é um elemento mais abundante que o carbono. Se essa discussão sobre as características que conferem a versatilidade ao carbono, tornando-o essencial para a Química Orgânica não é feita, muito menos as relações entre os compostos orgânicos e suas propriedades físicas, químicas, biológicas e farmacológicas.

Loyola e Silva (2017) relataram a aplicação de uma oficina temática para estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública, usando as plantas medicinais para discussão de grupos funcionais. A partir do relato desses autores, nas atividades analisadas, os estudantes foram capazes de: i) identificar os grupos funcionais do princípio ativo da planta e sua relação com a atividade farmacológica e ii) a influência dos grupos funcionais do princípio ativo para a solubilidade no solvente utilizado na extração. Além desses conceitos, os estudantes perceberam o valor dos conhecimentos tradicionais e a importância da preservação da biodiversidade (Loyola e Silva, 2017).

Neste contexto, pode-se pensar em possibilidades de abordagens da Química Orgânica que vão além da discussão de “conceitos científicos [...] como produtos finalizados de um corpo de conhecimento” (Solino, Ferraz e Sasseron, 2015; p. 1). E o ensino por investigação distancia dessa discussão dos conceitos científicos como um produto final e aproxima do processo de construção desses conceitos, ao permitir, conforme apontado por Carvalho (2013), que: i) o estudante exponha seus conhecimentos prévios para trazer novos e ii) apresente e discuta suas ideias com seus colegas e professores.

Essa participação dos estudantes no processo de investigação oportuniza a ocorrência de práticas epistêmicas, pois eles conduzidos pelo professor propõem, comunicam e avaliam o conhecimento (Sasseron e Duschl, 2016). Na medida que o professor articula esse movimento de produção do conhecimento na sala de aula aproximando do fazer científico, assim como afirma Sasseron e Duschl (2016), o aparecimento dessas práticas epistêmicas indica o engajamento dos estudantes e o entendimento dos conceitos e ideias científicas.

Diante da importância desse tipo de abordagem no ensino, procuramos responder à seguinte questão de pesquisa: Quais práticas epistêmicas podem ser oportunizadas, por meio do uso de um livro paradidático, em uma sequência de aulas de Química Orgânica no Ensino Médio Para responder essa questão foram analisadas onze aulas de cinquenta minutos, utilizando o Ano Internacional da Tabela Periódica para problematizar o estudo sobre o carbono, e o livro paradidático como suporte na resolução do problema. Na literatura são encontrados diversos trabalhos sobre o Ensino de Química Orgânica, dos quais descrevemos alguns (Quadro 1).

Titulo	Breve Descrição	Fonte
Desenvolvendo Habilidades visuoespaciais: Uso de Software de Construção de Modelos Moleculares no Ensino de Isomeria Geométrica em Química.	Neste trabalho foi desenvolvido um método didático a ser utilizado com estudantes de Química, fazendo uso de ferramentas computacionais para visualização e compreensão de representações de conteúdos da Química, objetivando um ganho representacional e em habilidades visuoespaciais.	Raupp, Serrano e Moreira (2009).

Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação.	Neste trabalho foi discutido as etapas de projeto, produção, aplicação e avaliação da proposta do jogo Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos. O jogo teve função educativa, observada durante sua aplicação, ao mesmo tempo em que favoreceu aquisição de conhecimento em clima de alegria e prazer.	Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008).
Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS.	Este trabalho teve como objetivo analisar a aprendizagem de alunos do ensino médio de química, nos temas de isomeria, funções orgânicas e radicais livre com base em atividades que utilizaram a abordagem CTS.	Júnior e Silva (2014).
O petróleo e sua destilação: uma abordagem experimental no Ensino Médio utilizando mapas conceituais.	Neste trabalho, foi explorado o tema Destilação Fracionada do Petróleo, e os mapas conceituais foram elaborados em ocasião das pré e pós-atividades. O estudo foi conduzido dentro de um contexto de teoria e prática, trazendo o dia a dia de nossa sociedade.	Araújo, Bueno, Almeida. Borsato (2006).
Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química.	Neste trabalho foram apresentadas intervenções didáticas, nas quais a temática “Agrotóxicos” foi utilizada como eixo norteador na aprendizagem de conteúdos do programa de Química como, por exemplo, substâncias e misturas, tabela periódica, funções químicas, soluções, química ambiental e estudo do carbono, funções orgânicas e química ambiental.	Cavalcanti, Freitas, Melo e Filho (2010).
Dados Orgânicos: Um jogo Didático no Ensino de Química.	Este trabalho teve como objetivos propor um jogo didático para o Ensino de Química na temática nomenclatura das funções orgânicas, e também relatar a experiência de aplicação desse subsídio. Após a aplicação do jogo durante as aulas, puderam ser observados aspectos como motivação e interesse dos alunos em descobrir a nomenclatura dos compostos formados.	Souza e Silva (2012).

Quadro 1: Trabalhos sobre o Ensino de Química Orgânica a partir de diferentes estratégias didáticas.

Alguns desses trabalhos abordam conteúdos da Química Orgânica, utilizando diferentes ferramentas didáticas, como por exemplo, o uso de jogo, mapas conceituais e ferramentas computacionais. Diferentemente deles, discutimos as características do carbono para a formação dos compostos orgânicos, por meio de um livro paradidático.

A partir dos registros escritos produzidos pelos estudantes, buscamos identificar as práticas epistêmicas que surgiram. Utilizamos dos registros

escritos, pois esperávamos que a linguagem representacional seria uma das práticas epistêmicas mais frequentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Cada vez mais estudos recentes sobre o processo de ensino e aprendizagem em Ciências tem apontado para a necessidade de criar na sala de aula um ambiente de investigação, no qual os professores aproximam a cultura escolar da cultura científica. O ensino por investigação pode proporcionar aos alunos exporem seus conhecimentos prévios e adquirirem novos, discutindo suas ideias com os colegas e o professor, transitando do conhecimento espontâneo ao científico e entendendo conhecimentos já existentes (CARVALHO, 2013).

Apesar de diferentes entendimentos sobre o que seja o ensino por investigação, essa abordagem tem um elemento consensual: a proposição de um problema. Ainda usando as ideias de Carvalho (2013) essa abordagem pode iniciar por um problema para que os alunos sejam introduzidos no tema a ser estudado, oferecendo condições para que eles pensem e trabalhem o conhecimento científico referente ao conteúdo programático. Após a resolução do problema é necessária uma atividade de sistematização das ideias com alternativas em que os alunos possam pensar e discutir sobre o que fizeram para resolver o problema inicial. É importante também que o conhecimento seja contextualizado para que o aluno saiba a importância desse conhecimento do ponto de vista social.

Dentre os vários recursos que podemos utilizar para fomentar a investigação, temos os livros paradidáticos. De acordo com Campello e Silva (2018), a preocupação com a leitura, como uma responsabilidade de todos os educadores de uma escola, fez com que a produção e utilização desses livros crescesse. Os paradidáticos trazem a possibilidade de inserção dos estudantes no ambiente de leitura e interpretação de texto. Essa inserção é importante não só na disciplina de língua portuguesa, mas em todas as outras, ao mesmo tempo esse recurso contextualiza o tema, o que pode promover um entendimento do tema investigado.

Ainda de acordo com Campello e Silva (2018) para que haja qualidade em um livro paradidático o mesmo deve trazer informações corretas e que incentive a

aprendizagem do aluno tornando o estudo do tema mais interessante e menos “didatizado” como se pode encontrar em livros didáticos.

Parte da *sinopse* do livro “Os Botões de Napoleão: As 17 moléculas que mudaram a história”, exemplifica a noção de paradidático:

Os Botões de Napoleão é uma fascinante análise de 17 grupos de moléculas que, como o estanho daqueles botões, influenciaram o curso da história. Essas moléculas produziram grandes feitos na engenharia e provocaram importantes avanços na medicina e no direito. Além disso, determinaram o que hoje comemos, bebemos e vestimos.

Para Rodrigues (2015) os livros paradidáticos utilizados como ferramenta didática propiciam ao estudante a compreensão dos conceitos apresentados e também a possibilidade de interagir reflexivamente e criticamente com seu meio social, a fim de desenvolver a sua cidadania. Isso porque estes livros podem servir como mediadores para compreensão de conceitos de maneira mais contextualizada, além de poder articular diversos conceitos científicos, articular os conteúdos com a realidade do aluno, formar o aluno enquanto indivíduo crítico, reflexivo e criativo, e mediar a capacidade de ler e interpretar textos.

No processo de ensino aprendizagem a interação dos estudantes e a postura do professor articulando recursos didáticos e movimentos no processo de investigação podem favorecer práticas epistêmicas que são práticas sociais que uma comunidade utiliza para propor, comunicar, avaliar e legitimar o conhecimento que está sendo construído na sala de aula (SASSERON; DUSCHL, 2016 e KELLY, 2008).

Na sequência didática proposta nesse trabalho podemos evidenciar o favorecimento de algumas práticas epistêmicas (Quadro 2) como a problematização em que o aluno retoma a questão problema do início da atividade, a elaboração de uma hipótese para explicar o problema, planejamento da investigação em que eles articulam estratégias para a resolução do problema, a coleta e registro de dados, consideração diferentes fontes de dados e, principalmente, o uso da linguagem representacional (SILVA, 2015), em que o

aluno utiliza visualizações (TALANQUER, 2011) como componentes dos argumentos mobilizados para defender suas ideias (PERINI, 2005).

Podemos explicar o favorecimento, principalmente, do uso da linguagem representacional, com a característica do problema proposto e o tema abordado. Na química orgânica a relação da representação da estrutura e a sua característica, é fundamental para dar significado ao conteúdo, pois é através dessas representações, por exemplo, que podemos estipular a relação das estruturas com as características e propriedades do composto que está sendo estudado.

Práticas sociais relacionadas ao conhecimento	Práticas epistêmicas	Detalhamento das práticas epistêmicas
Produção do conhecimento	Problematizar	Elabora um problema relacionado ao tema que está sendo estudado.
	Elaborar hipóteses	Elabora uma proposta de explicação para um problema.
	Planejar a investigação	Planeja estratégias para a investigação de um problema.
	Construir dados	Reuni e cataloga dados.
	Considerar diferentes fontes de dados	Recorre a alguma fonte de dados diferente do que foi solicitado para a resolução do problema.
Comunicação do conhecimento	Usar linguagem representacional	Utiliza visualizações para representar ideias próprias e fundamentar os argumentos.

Quadro 2: Práticas epistêmicas que podem ser favorecidas com o uso do livro paradidático para resolução do problema (ARAUJO, 2008; p. 7; SILVA, 2015; p. 62).

De acordo com Silva (2015) as práticas epistêmicas podem contribuir para o entendimento dos alunos acerca da natureza do conhecimento científico. Além disso, o aparecimento dessas práticas pode indicar o engajamento dos estudantes durante as atividades propostas (SASSERON; DUSCHL, 2016). Logo, ao se pensar em uma abordagem investigativa com o uso do livro paradidático, é fundamental reconhecer que práticas relacionadas à produção do conhecimento podem ser oportunizadas. No entanto, a diversificação dos recursos utilizados e o formato das atividades propostas podem favorecer outras práticas epistêmicas.

3. METODOLOGIA

A sequência didática construída pela professora/pesquisadora constituída de onze aulas de cinquenta minutos, utilizando o Ano Internacional da Tabela Periódica para problematizar o estudo sobre o carbono, e o livro paradidático como suporte na resolução do problema, foi aplicada em três turmas de terceira série do Ensino Médio de uma escola estadual localizada na região metropolitana de Belo Horizonte (MG), que está localizada em área de vulnerabilidade social. A escolha da série se deu porque o conteúdo abordado na sequência didática está relacionado com a Química Orgânica. Os alunos foram matriculados no turno matutino e possuem entre 16 e 17 anos. Em geral, eles são questionadores dentro de sala de aula, mas não disponibilizam tempo de estudo fora do ambiente escolar.

Antes da aplicação da sequência didática os estudantes já tinham estudado sobre: i) constituição dos compostos orgânicos, ii) características do átomo de carbono, iii) tipos de ligações entre os átomos de carbono e outros elementos, iv) escrita de fórmulas molecular e estrutural e, v) classificação de cadeias carbônicas. No entanto, a abordagem empregada pelo professor foi pautada principalmente na memorização de nomes e classificações das cadeias carbônicas.

A sequência didática foi organizada da forma descrita a seguir e esquematizada no Quadro 3. Na primeira aula a professora forneceu um texto, adaptado a partir de textos da literatura e vídeo, intitulado de “2019: O Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos”. O texto foi usado para suscitar a proposição do problema: “E você o que diria sobre essas propriedades “incríveis” do carbono?”. Os alunos foram instruídos a responder o problema a partir de seus conhecimentos prévios. Na segunda aula a professora propôs uma discussão, em grupos de no máximo 6 alunos, o que resultou em 7 grupos da turma A, 5 grupos da turma B e 5 grupos da turma C, totalizando 17 grupos.

Na terceira aula a professora forneceu um capítulo do livro paradidático “Os Botões de Napoleão: As 17 moléculas de mudaram a história” de Penny Le Couteur e Jay Burreson para cada grupo, onde continham as estruturas de algumas moléculas. A partir da leitura desse capítulo cada grupo deveria entregar um trabalho escrito, relacionando a molécula que foi selecionada para o mesmo com as propriedades do carbono. No livro paradidático haviam várias moléculas e dentre elas foram selecionadas aquelas que possibilitavam estudar o maior número de propriedades do carbono possível. Foram utilizadas as moléculas de Piperina (Capítulo 1), THC (Capítulo 6), Beta Caroteno (Capítulo 9), Penicilina (Capítulo 10), Sulfanilamida (Capítulo 10), Noretinodrel e Noretindrona (Capítulo 11), Bufotoxina do sapo (Capítulo 12) e a Cafeína (Capítulo 13).

Foram disponibilizadas para os grupos mais 4 aulas de 50 minutos cada, para elaborar, em sala, o trabalho, para que a professora pudesse acompanhar o desenvolvimento do mesmo. Após as aulas de preparação do trabalho, foram cedidas mais 4 aulas de 50 minutos cada para que os 17 grupos apresentassem o que tinham elaborado. Ao final a professora de forma expositiva sistematizou os conceitos que foram discutidos durante as aulas da sequência didática.

Aula	1ª aula	2ª aula	3ª aula – 7ª aula	8ª aula – 11ª aula
Síntese das atividades realizadas	Leitura e discussão de um texto para proposição do problema. Levantamento de ideias dos estudantes.	Planejamento para a resolução do problema.	Resolução do problema por meio do uso do livro paradidático.	Apresentação da proposta de resolução do problema. Sistematização. Atividade Final.
Práticas epistêmicas que podem ser favorecidas	1) Problematização; 2) Elaboração de hipóteses.	1) Elaboração de hipóteses; 2) Planejamento da investigação.	1) Construção de dados; 2) Consideração de diferentes fontes de dados; 3) Uso da linguagem representacional;	1) Uso da linguagem representacional; 2) Explicação.

Quadro 3: Distribuição de aulas de acordo com as atividades e as práticas epistêmicas favorecidas em cada uma delas.

Para a produção dos dados foram utilizados os registros escritos, pois era

esperado que a linguagem representacional seria uma das práticas epistêmicas mais frequentes.

Para analisar os dados foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD), que é uma abordagem qualitativa que visa a compreensão do fenômeno em estudo (MORAES; GALIAZZI, 2006), por meio da: i) unitarização, em que os textos são separados em unidades de significados e a articulação dos significados semelhantes que é chamada de ii) categorização, podendo gerar inúmeros níveis de categoria de análise (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Para conhecer as ideias dos estudantes as categorias (Quadro 4) emergiram no processo de análise e para identificar as práticas epistêmicas (Quadro 5) as categorias foram estabelecidas *a priori*, por meio da tese de Silva (2015). Em sua tese Silva (2015) considera 19 práticas epistêmicas sendo elas: problematizar, elaborar hipóteses, planejar investigação, fazer previsões, construir dados, considerar diferentes fontes de dados, concluir, citar, narrar, descrever, usar linguagem representacional, explicar, argumentar, exemplificar, opinar, definir/conceituar, generalizar, usar dados para avaliar teoria e avaliar a consistência dos dados.

De acordo com Moraes (2003) as categorias emergentes correspondem a construções que o pesquisador elabora a partir das informações do *corpus* e as categorias *a priori* correspondem as construções que o pesquisador prepara antes de fazer a análise propriamente dita dos dados. A ATD permite, a análise dos registros escritos, a partir do empírico para a abstração teórica, demandando do pesquisador um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos, gerando iii) meta-textos que compõem os textos interpretativos. A análise textual discursiva reconstrói o entendimento da ciência e de seus caminhos de produção e o objeto da pesquisa e de sua compreensão (MORAES; GALIAZZI, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência didática foi iniciada com o texto “2019: O Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos”, que contemplava alguns elementos químicos importantes para o ser humano e onde eles estão presentes. Em seguida, o elemento carbono foi apresentado para a proposição do problema: “E você o que diria sobre essas propriedades “incríveis” do carbono?”. Com este problema era esperado que os alunos enfatizassem as propriedades do carbono, como por exemplo, fazer ligações com outros elementos e com ele mesmo, formando cadeias extensas, fazer ligações simples, duplas e triplas e outras propriedades. A atividade foi produzida individualmente, por oitenta e oito alunos, e a frequência, baseada nos alunos que responderam de acordo com as categorias que surgiram.

A partir dos registros escritos pelos estudantes algumas categorias surgiram, conforme indicado no Quadro 4.

E você o que diria sobre essas propriedades “incríveis” do carbono?			
Ordem	Categorias	Frequência	Transcrição da resposta
1 ^a	Enfatiza a importância do carbono, indicando sua presença nos compostos orgânicos.	45	E8A: “ <i>É um elemento presente em todas as moléculas orgânicas e que também compõe diversos compostos inorgânicos</i> ”.
2 ^a	Enfatiza a representação do carbono.	6	E19A: “ <i>quando jogamos na fórmula podemos visualizar as ligações do carbono com carbono e também com hidrogênio</i> ”.
3 ^a	Enfatiza a possibilidade de o carbono fazer ligações com ele mesmo e com outros elementos.	22	E18A: “ <i>ele é tetravalente o que permite fazer quatro ligações covalentes, podendo formar ligações com diversos outros elementos. As quatro valências do carbono são iguais, ligam-se diretamente entre si formando cadeias carbônicas</i> ”.
4 ^a	Enfatiza a importância do carbono, utilizando exemplos de compostos que não foram citados no texto.	10	E10C: “ <i>ele está presente em quase tudo que usamos, por exemplo: o grafite, que usamos na lapiseira para escrever</i> ”.
5 ^a	Não foi categorizado.	5	Estudante 27A: “ <i>Já que o carbono tem um lugar de destaque na tabela periódica, poderia ser mais usado na terra, assim algumas entidades teriam mais conhecimento sobre o carbono fazendo com que ele seja o</i>

			elemento mais abundante da terra”.
--	--	--	------------------------------------

Quadro 4: Categorias que emergiram a partir da análise das respostas dos estudantes para a questão levantada na primeira da aula.

Analisando as categorias podemos perceber que a primeira reúne as unidades constituintes, nas quais os quarenta e cinco estudantes não mencionaram as propriedades do carbono, mas afirmaram a importância desse elemento para a vida. Essas afirmações que aparecem nas respostas apresentadas por eles mostraram que os mesmos fizeram uma confusão com a palavra “propriedade”. Isso porque somente citaram a importância do elemento carbono, enfatizando sua presença na Química Orgânica. Estudos de Binsfeld, Auth e Macêdo, (2013) mostram que os alunos consideram importante aprender química orgânica afirmando que a mesma está presente no dia a dia, logo sempre buscam respostas que mostram que esses compostos estão presentes no cotidiano o que foi observado nas respostas de 45 estudantes à questão proposta.

A segunda categoria ilustrada pelo exemplo presente no Quadro 4 indicou que os seis estudantes enfatizaram a representação do carbono nas estruturas. Além disso, outros alunos responderam à questão citando a massa atômica e o símbolo do elemento. A baixa frequência dessa categoria pode estar relacionada a um problema que, de acordo com Giordan e Góis (2004), os estudantes enfrentam ao realizar atividades que exigem habilidade de visualização tridimensional de moléculas que são representadas bidimensionalmente em livros. Ainda de acordo com esses autores a construção de conceitos está relacionada com o formato visual com que os estudantes tiveram contato no decorrer da sua aprendizagem. Sendo assim, fazer representações é uma tarefa que demanda mais do que uma simples resposta a uma questão, mas a uma abstração por parte do estudante.

Na terceira categoria foi enfatizada a possibilidade de fazer ligações com ele mesmo e com diferentes elementos, indicando o que era esperado que o aluno respondesse na questão. Vinte e dois estudantes utilizaram as propriedades do carbono nas respostas, mostrando que essa é a segunda categoria de maior frequência. Em aulas anteriores a aplicação da sequência a

professora/pesquisadora já havia passado aos alunos, esse conteúdo, no entanto, a abordagem empregada foi pautada principalmente pela memorização de nomes e classificações das cadeias carbônicas. No entanto, pode ser que alguns estudantes conseguiram fazer algumas relações para responder, mesmo que de forma incompleta, o que era esperado.

Na quarta categoria, muito semelhante a primeira, foi abordada a importância do carbono utilizando exemplos de compostos que não foram citados no texto. Mais uma vez podemos ressaltar que dez alunos, relacionaram o estudo do carbono à química orgânica e dessa química com substâncias do dia a dia. De acordo com os estudos de Amaral, Xavier e Maciel (2009) os livros didáticos apresentam relações de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), com conteúdos da química orgânica, porém em alguns livros essa relação aparece em forma de exemplificação, discutindo pouco sobre as implicações dos compostos orgânicos, por exemplo, para o meio ambiente e ao contexto cultural e socioeconômico. Sendo assim, podemos observar que os alunos citaram substâncias que já ouviram falar ou que já viram sendo citados nos livros didáticos e que apresentaram o carbono em sua constituição.

Há também cinco alunos que em suas respostas não evidenciaram as propriedades do carbono e nem a importância desse elemento para a vida, exemplificando com passagens do texto ou até mesmo com seu conhecimento do dia a dia. Dessa maneira eles não entraram em nenhuma das categorias acima. No exemplo do quadro 4, podemos observar que ao utilizar a palavra “entidade” o aluno, se mostrou confuso naquilo que ele queria responder, o que dificultou a categorização da resposta.

Na segunda aula da sequência didática foi proposto para que, em grupo, os alunos discutissem uma proposta para planejar a resolução do problema, que estava relacionada ao estudo das propriedades dos átomos de carbono. Alguns estudantes consultaram o livro e em páginas da internet para pensar em propostas de planejamento para resolução do problema, indicando, basicamente, o uso de experimentos para estudar as propriedades dos átomos

de carbono e a apresentação de substâncias, como por exemplo, medicamentos, que apresentassem átomos de carbono.

A professora discutiu com todos os estudantes as propostas, argumentando que algumas propostas não eram possíveis, como por exemplo, utilizar o microscópio óptico para visualizar o átomo de carbono. Ela enfatizou a proposta de um dos grupos em estudar as propriedades do carbono, por meio do estudo de algumas estruturas de compostos orgânicos. Dessa forma, propôs a atividade da aula seguinte, na qual cada grupo deveria ler um capítulo do livro “Os Botões de Napoleão: As 17 moléculas que mudaram a história”, no qual continha a molécula que eles deveriam estudar para fundamentar a resolução do problema.

Na terceira aula os estudantes foram agrupados e cada grupo deveria entregar um trabalho escrito, relacionando a molécula que foi selecionada, às propriedades do carbono. A forma como isso seria abordado ficou a critério dos grupos, porém a professora sugeriu que eles mencionassem a importância da molécula do ponto de vista social e econômico, suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Além disso eles deveriam elaborar uma apresentação para defender suas ideias perante à turma e ao professor. O formato da atividade favorecia as seguintes práticas epistêmicas: construir dados, considerar diferentes fontes de dados, concluir, citar e usar linguagem representacional. A partir dos registros produzidos pelos estudantes foram identificadas as práticas epistêmicas indicadas no Quadro 5.

Práticas Epistêmicas	Descrição para identificação das práticas	Grupos
Construção de dados	Coleta e registra dados a partir de capítulos específicos do livro os Botões de Napoleão e outras referências relacionadas ao que está sendo trabalhado.	Todos
Consideração de diferentes fontes de dados	Recorre a alguma fonte de dados diferente do que foi solicitado para a resolução do problema.	Todos
Citação	Faz referência explícita às inscrições produzidas pela professora.	G5C
Descrição	Aborda um objeto em termos de características de seus constituintes.	G4A, G7A
Utilização da linguagem representacional	Utiliza visualização para representar ideias próprias.	G1A, G3A, G3C

Quadro 5: Práticas epistêmicas identificadas nos registros escritos produzidos pelos estudantes para resolução do problema proposto.

Durante as aulas seguintes a professora acompanhou as discussões dos estudantes nos grupos para conhecer as ideias deles para resolução do problema e complementar a identificação das práticas epistêmicas no momento da análise dos registros escritos. Alguns estudantes não tinham lido o capítulo do livro, e a professora pediu muita seriedade nesse trabalho, com isso ela conseguiu que poucos desses que não tinham lido, lessem. Alguns grupos já haviam escrito boa parte do trabalho em casa e nessas aulas estavam pensando em como poderiam apresentar. Surgiu ideias de apresentar com maquete, *slides* e estruturas feitas com bolinhas e palitos.

A professora deixou livre a escolha de como apresentar. Nas quatro últimas aulas os grupos apresentaram o trabalho e ao final a professora fez uma sistematização das ideias utilizando o quadro, onde ela escreveu algumas das estruturas apresentadas e assim identificou as propriedades do carbono em cada uma delas. A partir disso foram feitas as análises dos trabalhos e os resultados apresentados a seguir.

Nos trabalhos escritos é possível perceber que: i) os grupos G2A, G3A, G4A, G5A, utilizaram de trechos do livro na íntegra, ii) os grupos G6A, G2C, G4C, G5C indicaram as referências utilizadas no trabalho e não utilizam o livro, iii) os grupos G4A, G5A, indicaram as referências utilizadas no trabalho, sendo uma delas o livro paradidático e, iv) o grupo G4B utilizou de cópia da internet (sem alterações). Entendemos que há a *construção de dados* na elaboração do trabalho, pois, de acordo com Silva (2015), os alunos coletaram e registraram os dados dando a oportunidade ao leitor de visualizar as informações que foram pedidas na instrução do trabalho escrito.

Em todos os trabalhos foi possível identificar a prática epistêmica *considerar diferentes fontes de dados*. De acordo com Araújo e Mortimer (2010) essa prática epistêmica, está relacionada à produção do conhecimento, uma vez que os grupos utilizaram de outras fontes de dados além do livro paradidático para resolver o problema. Na maioria dos trabalhos isso ficou evidenciado pela presença de *sites* de *internet* que os alunos colocaram nas referências e nos trechos utilizados.

A prática epistêmica *descrever* que de acordo com Araújo e Mortimer (2010), está relacionada à comunicação do conhecimento, pode ser evidenciada no trabalho escrito do G7A, no qual o grupo escreve a fórmula molecular e estrutural do composto noretinodrel e em seguida escreve a seguinte passagem: “O noretinodrel é composto de 20 átomos de carbono, 26 átomos de hidrogênio, 2 átomos de oxigênio.”, evidenciando a composição, em relação aos átomos, da estrutura. Isso porque eles abordaram a estrutura do composto em termos de características de seus constituintes (SILVA, 2015).

O grupo G5C ao mostrar a estrutura do β -caroteno classificou a cadeia carbônica e os átomos de carbono do composto, evidenciando momentos da fala da professora, que antes de iniciar o trabalho explicou esses tópicos em sala de aula. É possível notar na seguinte passagem do trabalho “*Insaturada: possui pelo menos uma ligação dupla ou tripla entre os carbonos*”, que há a prática epistêmica *citar*. De acordo com Silva (2015) essa prática é um recurso textual utilizado pelos estudantes para fazer referência explícita às inscrições produzidas pela professora.

Na sequência didática proposta era esperado que algumas práticas epistêmicas pudessem aparecer, mas ela favorecia, principalmente, a *linguagem representacional*. Como dito anteriormente e de acordo com Perini (2005) a relação da representação visual no espaço contribui para o significado das figuras, favorecendo a referência da mesma ao que se quer dar significado. Na química orgânica essa relação é fundamental para dar significado ao conteúdo, pois através das representações de estruturas, por exemplo, podemos determinar seu significado estipulando sua relação com a figura e as características do composto que está sendo estudado. O grupo G1A fez referência a estrutura relacionando a mesma com as propriedades do carbono, o que pode ser evidenciado na seguinte passagem “*Podemos ver que essa cadeia é aromática e insaturada. Temos átomos de carbono que se ligam em outros compostos químicos.*”. Além desse grupo outros três, G3A, G7A e G3C também utilizaram inscrições para representar ideias próprias, porém menos aprofundadas que o do primeiro grupo.

Outros aspectos que chamaram atenção na análise é que o grupo G3A ao representar a fórmula estrutural do Tetra-hidrocanabinol (THC), identificou os grupos funcionais presentes na estrutura, o que é muito trabalhado em sala de aula de química, porém apenas em forma de “conceitos científicos [...] como produtos finalizados de um corpo de conhecimento” (Solino, Ferraz e Sasseron, 2015; p. 1). No grupo G5B cada integrante fez sua pesquisa individual sobre o tema para depois fazerem o trabalho como um todo. Em muitos trabalhos em grupo os integrantes ao invés de discutirem sobre o trabalho, separam partes para que cada aluno possa fazer.

O trabalho escrito do grupo G2C possui partes em que o grupo escreve sobre as propriedades do carbono sem relacionar com a estrutura do composto, ou seja, eles fixam o carbono como se fosse uma “substância” a parte. E para finalizar a professora sugeriu que no trabalho escrito os grupos escrevessem sobre as propriedades físicas do composto estudado e o grupo G3B utilizou os conceitos de ponto de fusão e ebulição e coeficiente de solubilidade, por exemplo, sem se referir a substância que eles estavam estudando. Isso é evidenciado na seguinte passagem *“entende-se por ponto de fusão a temperatura em que uma substância passa do estado sólido para o estado líquido...”*.

Como dito anteriormente o formato dessa atividade favorecia as práticas epistêmicas: *construir dados, considerar diferentes fontes de dados, concluir, citar e usar linguagem representacional*, porém a atividade também favoreceu a prática epistêmica *descrever* e em nenhum momento foi notada a prática *concluir*. Para explicar esse fato devemos levar em consideração a natureza da sequência didática desenvolvida. Resolver um problema proposto, exige dos estudantes que eles construam e colem dados, o que apareceu em todos os trabalhos. Como os alunos estavam trabalhando com estruturas de compostos orgânicos era possível que eles abordassem o objeto de estudo em termos das características de seus constituintes, por isso a prática epistêmica *descrever* apareceu.

A utilização da linguagem representacional, apesar de ser a prática que era mais

esperada, devido a característica do problema proposto e do tema, não teve tanta frequência, isso pode estar relacionado ao fato de que os estudantes não conseguem fazer a relação das representações das figuras com as características do que está sendo estudado. De um modo geral, as práticas epistêmicas favorecidas nas atividades vão depender da estrutura das atividades, da natureza do conhecimento trabalhado e da condução do professor (SILVA, 2015).

Contudo, desenvolver práticas epistêmicas podem contribuir para a percepção do estudante acerca da natureza do conhecimento científico, principalmente na relação de evidências experimentais e a teoria. Além disso, a articulação entre diferentes tipos de práticas epistêmicas, faz parte de uma nova forma de olhar, dar sentido aos fenômenos e validar os conhecimentos produzidos do ponto de vista da ciência escolar (SILVA, 2015).

Para finalizar a sequência didática e mensurar o que os estudantes haviam entendido sobre o conteúdo a professora aplicou uma atividade em que através da seguinte passagem proferida por um parlamentar “Sem carbono não existiria vida! O carbono é o constituinte dos compostos essenciais para a vida: proteínas, carboidratos, ácidos nucleicos e etc. Por isso, os compostos de carbono, estudados na química orgânica, não prejudicam o planeta. Dessa forma, a liberação de agrotóxicos formados por compostos orgânicos pode ser liberada tranquilamente, pois não causam impactos ambientais.” os alunos deveriam, individualmente, analisar as ideias desse parlamentar a partir dos conceitos estudados na disciplina de química orgânica.

Era esperado que os alunos relacionassem as propriedades do carbono às visualizações dos agrotóxicos, ou seja, usar da linguagem representacional (SILVA, 2015) para compor os argumentos utilizados por eles para mostrar os equívocos cometidos pelo parlamentar na situação hipotética. No Quadro 6 foram categorizadas as ações realizadas pelos estudantes na atividade final.

Ordem	Categorias relacionadas às ações dos estudantes	Frequência
1 ^a	Traz a percepção de que se algo é orgânico então é natural e faz bem.	11

2 ^a	Traz passagens do texto “2019: O Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos”.	3
3 ^a	Traz as vantagens e desvantagens do uso de agrotóxicos.	21
4 ^a	Enfatiza a presença do carbono nos agrotóxicos (compostos orgânicos), mas sem relacionar com as suas propriedades.	20
5 ^a	Traz passagens sobre agrotóxicos e as propriedades do carbono, porém separadamente.	10
6 ^a	Relaciona a estrutura dos compostos orgânicos com as propriedades do carbono.	2

Quadro 6: Categorias que descrevem as ações dos estudantes na atividade final.

A primeira categoria com frequência de onze alunos, traz a percepção que os alunos possuem de que se algo é orgânico então é natural e faz bem não para o ambiente e para o ser humano. Essa categoria pode ser ilustrada pela seguinte passagem do estudante 5C: *“se os agrotóxicos contem necessariamente matéria orgânica não fazem mal ao meio ambiente”*. Percebemos que os estudantes apenas concordam com o parlamentar, não apresentam argumentos para sustentar essa concordância. Mediante ao problema colocado, consideramos que não houve a oportunização de uma prática epistêmica, pois eles não mobilizaram os conceitos científicos discutidos para a resolução do problema.

Na segunda categoria os alunos trazem passagens do texto da primeira atividade da sequência didática, como pode ser ilustrado a seguir na fala do estudante 2A: *“O carbono além de estar presente em todas as substâncias orgânicas está também presente em algumas substâncias inorgânicas.”* Os estudantes fazem referência explícita ao texto, mas não trazem argumentos que indiquem a incoerência do parlamentar sob a perspectiva da ciência. O trecho citado pelos estudantes não foi discutido no sentido de confrontar com a colocação do parlamentar.

A terceira categoria foi relacionada às demais de modo que os alunos somente apresentaram sobre as vantagens e desvantagens do uso de agrotóxicos, conforme transcrito da fala do estudante 21C: *“eles fazem mal para o solo, para a água, e poluem o ar também, assim prejudicando os animais, os seres humanos e as próprias plantas onde o agrotóxico é utilizado.”* e *“o uso de agrotóxicos na química orgânica é bom para os vegetais e a eliminação de pragas e etc...”*. Os estudantes também não discutiram a colocação do parlamentar.

Na quarta categoria os alunos enfatizaram a presença do carbono em substâncias orgânicas, mas sem relacionar com as propriedades do mesmo. Não utilizaram as visualizações para comporem as ideias registradas na atividade. Na passagem do estudante 17C: *“Os agrotóxicos não são constituídos somente por carbono, em sua composição estão presentes também outros elementos químicos como: bromo (Br), cloro (Cl), enxofre (S), fósforo (P) e etc, que podem causar modificações no ambiente e contaminação de seres vivos”*. O motivo do aluno não conseguir fazer essa relação pode estar ligado ao fato de ele ter dificuldade de representar as figuras no espaço, pois através de representações de estruturas podemos determinar as relações das propriedades do átomo que está sendo estudado e essas estruturas (PERINI, 2005).

Na quinta categoria os estudantes tratam do agrotóxico e das propriedades do carbono, porém separadamente. Em uma das respostas o aluno 13C traz o seguinte: *“... porém os agrotóxicos não tem apenas carbono, pois até mesmo o carbono faz ligação com outros elementos, então isso pode ser muito prejudicial. Os agrotóxicos tem muitas vantagens por ter o carbono, mas apesar disso dependendo do seu uso, pode causar muitos danos à saúde.”* Apesar de ser uma categoria mais explicativa que a quarta, a relação de discussão pode ser considerada a mesma, uma vez que, os estudantes mencionam as propriedades do carbono, porém não as relacionam com as estruturas, mostrando mais uma vez a dificuldade de representação de estruturas e a relação com as propriedades do átomo que está sendo estudado (PERINI, 2005). No entanto, os estudantes confrontaram a fala do parlamentar, trazendo uma característica do átomo de carbono (*“o carbono faz ligação com outros elementos”*) e indicaram que independente do agrotóxico ser um composto orgânico, o uso indiscriminado pode causar danos à saúde.

A categoria 6 se aproxima do objetivo da questão em que dois estudantes relacionaram a estrutura dos compostos orgânicos com as propriedades do carbono, porém não faz relação diretamente aos agrotóxicos, subentende-se que eles consideram que os agrotóxicos são os compostos orgânicos, então quando eles os citam eles estão querendo citar os próprios agrotóxicos. Temos

como ilustração dessa categoria a seguinte passagem do estudante 28A: *“As moléculas orgânicas necessitam o que chama de cadeia carbônica, ou seja, um átomo de carbono se liga a outro formando uma fila. Esta propriedade do átomo de carbono possibilita a existência de compostos orgânicos...”*. Nessa categoria os estudantes utilizam da linguagem representacional, ou seja, de visualizações para representar ideias próprias e fundamentar os argumentos (SILVA, 2015). Além disso eles conseguem relacionar as representações das estruturas com as propriedades do carbono para dar significado ao que está sendo estudado (PERINI, 2005).

Nesse trabalho foi pensada a importância da contextualização dos conteúdos de química orgânica, e utilizado na sequência didática o livro paradidático, pois esse recurso pode favorecer a evolução conceitual dos estudantes. Essa ferramenta didática pode levar ao estudante a compreensão dos conceitos apresentados e também a possibilidade de interagir reflexivamente e criticamente com seu meio social, exatamente porque os livros paradidáticos podem permitir uma compreensão de conceitos de maneira mais contextualizada (RODRIGUES, 2015).

Além de permitir essa contextualização, a interação dos estudantes e a postura do professor articulado com esses tipos de recursos didáticos, e movimentos no processo de investigação pode favorecer ações que os levem a propor, comunicar, avaliar e legitimar o conhecimento que está sendo construído na sala de aula, ações essas chamadas de práticas epistêmicas (SASSERON E DUSCHL, 2016). Pode-se perceber também que, o uso do livro paradidático e o ambiente interativo associado ao problema favoreceu ações dos estudantes que se aproximam do fazer científico, como por exemplo, construir dados, considerar diferentes fontes de dados, citar, dentre outras.

5. CONCLUSÕES

A aproximação da cultura escolar da cultura científica ainda é um desafio em salas de aula de ciências. Muitos são os recursos didáticos utilizados para facilitar essa relação. Nesse trabalho foi proposto uma sequência didática investigativa, utilizando como recurso didático um livro paradidático, que teria como objetivo identificar práticas epistêmicas, principalmente o uso da linguagem representacional, nos registros escritos produzidos pelos estudantes.

Na primeira atividade era esperado que os alunos mostrassem as propriedades do carbono como resposta, porém observamos que o texto utilizado para subsidiar à questão favoreceu a maioria dos estudantes responder sobre à importância de se aprender a química orgânica e que a mesma está presente no cotidiano. Além disso, em muitas respostas observamos que os alunos citaram substâncias que contêm carbono e que eles já ouviram falar ou que já viram em livros didáticos. Isso mostra também que os estudantes fizeram confusão com o conceito de propriedade, uma vez que, eles não souberam falar o que a questão estava pedindo.

Na segunda atividade os alunos tinham que investigar uma maneira de estudar as propriedades do carbono e apresentar isso para a turma e para a professora. Através dos resultados podemos perceber que a participação dos estudantes no processo de investigação oportunizou a ocorrência de práticas epistêmicas como, construir dados, considerar diferentes fontes de dados, citar, descrever e utilizar linguagem representacional foram favorecidas. Porém era esperado que o uso da linguagem representacional fosse uma das práticas epistêmicas mais oportunizadas. No entanto, não foi isso o que aconteceu. Isso nos leva a deduzir que os estudantes não percebem as visualizações usadas na Química como componentes dos argumentos, mas como um artefato usado para ilustrá-los.

Na última atividade era esperado que os estudantes utilizassem a linguagem representacional para representar ideias próprias e fundamentar seus argumentos, para assim finalizar a sequência didática, porém somente dois estudantes conseguiram chegar ao objetivo final dessa atividade, e mesmo

assim nenhum dos dois relacionou as propriedades do carbono ao uso dos agrotóxicos. Podemos pensar que os estudantes possuem uma dificuldade de representar as figuras no espaço, pois através de representações de estruturas os alunos são capazes de determinar as relações das propriedades do átomo que está sendo estudado e essas estruturas.

Acreditamos que o processo de investigação e a ocorrência das práticas epistêmicas apresentadas possibilitou o desenvolvimento e a evolução das ideias dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem. Além disso a sequência foi construída pensando na ampliação e na contextualização de conteúdos de química orgânica e para isso foi utilizado um livro paradidático, esse recurso foi essencial pois possui potencialidades no sentido de favorecer a evolução conceitual dos estudantes.

Podemos perceber também que o uso do livro paradidático associado ao problema favoreceu práticas epistêmicas relacionadas principalmente à produção do conhecimento. Não estamos propondo aqui uma lista de práticas epistêmicas ou se essa ou aquela prática foi oportunizada, mas mostrar para os professores que aliar o uso do livro paradidático ao um problema proposto possui potencial para engajar os estudantes e aproximá-los do fazer científico.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, A. O.; MORTIMER, E. F. As práticas epistêmicas e os tipos de texto presentes em aulas práticas de química. In: XV ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 2010, Belo Horizonte. Anais do XV ENDIPE- Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 2010.
- ARAÚJO, N. R. S.; BUENO, E. A. S.; ALMEIDA, F. A. S., BORSATO, D. O petróleo e sua destilação: uma abordagem experimental no Ensino Médio utilizando mapas conceituais. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, v. 27, n. 1, p. 57-62, 2006. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/1865/1570>>. Acesso em: 03 de out. 2019.
- AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. S.; MACIEL, M. L. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n.1, pp. 101-114, 2009. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/412/243>>. Acesso em: 24 de set. de 2019.
- BINSFELD, S. C.; AUTH, M. A.; MACÊDO, A. P. A Química Orgânica no Ensino Médio: evidências e orientações. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia SP. IX ENPEC, p. 1-8, 2013.
- CAMPELLO, B. S.; SILVA E. V. Subsídios para esclarecimento do conceito de livro paradidático. *Biblioteca Escolar em Revista*. Ribeirão Preto, v. 6, n. 1, p. 64-80, 2018. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/berev/article/view/143430/147738>>. Acesso em: 1 de out. de 2019.
- CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. *Ensino de Ciências por Investigação*. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, v. 1. p. 1-20, 2013. Disponível em <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2670273/mod_resource/content/1/Texto%206_Carvalho_2012_O%20ensino%20de%20ciências%20e%20a%20proposição%20de%20sequências%20de%20ensino%20investigativas.pdf>. Acesso em: 15 de jul. de 2019.
- CALVACANTI, J. A.; FREITAS, J. C. R.; MELO, A. C. N.; FILHO, J. R. F. Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, pp. 31-36, 2010. Disponível em <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc32_1/07-RSA-0309.pdf>. Acesso em: 3 de out. de 2019.
- FERRAZ, A. T.; SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. Cultura Científica Escolar: o que significa fazer ciência na escola? In: XV EPEF - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 2014, Maresias, São Sebastião - SP. XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - "Diálogo entre as múltiplas perspectivas na pesquisa em ensino de Física", 2014.
- GIORDAN, M.; GÓIS, L. Telemática Educacional e Ensino de Química: Considerações em Torno do Desenvolvimento de um Construtor de Objetos Moleculares. *Revista Latino-Americana de Tecnologia Educativa*, v. 3, n.2, pp. 41-59, 2004. Disponível em: <http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/tics/tepdf/giordan_gois-relatec-2005-ptb.pdf>. Acesso em: 3 de out. de 2019.

JÚNIOR, A. I. D.; SILVA, J. R. R. T. Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 1, pp. 60-69, 2016. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_1/11-EQF-47-14.pdf>. Acesso em: 3 de out. de 2019.

KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. In: Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda, 16-18 de fevereiro de 2005, New Brunswick, New Jersey, EUA.

LOYOLA, C. B. O.; SILVA, F. C. . Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais. *Química Nova na Escola*, p. 59-67, 2017. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_1/10-RSA-125-15.pdf>. Acesso em: 29 de ago. de 2019.

OLGUIN, C. F. A.; SCHUSTER, L. A Química dos óleos essenciais: uma proposta de experimentação investigativa. In: Roseli do Rocio Gomes Ribeiro; Juliana Wolff; Jane Celia Volpato. (Org.). OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE: PRODUÇÕES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS, 2013. 1ed.Curitiba: SEED - Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Programa de Desenvolvimento E, v. 2, p. 1-18, 2016.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>>. Acesso em: 16 de jun. de 2019.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006. Disponível em <www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>. Acesso em: 4 de set. de 2019.

PERINI, L. The truth in pictures. *Philosophy of Science*, v. 72, n. 1, pp. 262-285, 2005.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. *Experiência em Ensino de Ciências*, v. 4. n. 1, pp. 65-78, 2009. Disponível em: <www.cienciamao.usp.br/dados/eenci/ desenvolvendohabilidades.artigoCompleto.pdf> . Acesso em: 3 de out. de 2019.

RODRIGUES, M. A. A leitura e a escrita de textos paradidáticos na formação do futuro professor de física. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 21 n. 3, p. 765-781, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n3/1516-7313-ciedu-21-03-0765.pdf>>. Acesso em: 1 de out. de 2019.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as Práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, p. 52-67, 2016. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/viewFile/19/189>>. Acesso em: 8 de ago. de 2019.

SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. *Revista Ensaio*, v. 17, n. especial, p. 69-96, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00069.pdf>>. Acesso em: 10 de out. de 2019.

SILVA, M. B. A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia. 2015. 263f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, H. Y. S.; SILVA, C. K. O. Dados Orgânicos: Um Jogo Didático no Ensino de Química. *Holos*, Ano 28, v. 3, pp. 107-121, 2012. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/737/559>>. Acesso em: 3 de out. de 2019.

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, v. 33, n. 2, p.179-195, 2011.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA, R. C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciência e Cognição*, v. 13, n.1, pp. 72-81, 2008. Disponível em: <pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v13n1/v13n1a08.pdf>. Acesso em: 3 de out. de 2019.

ANEXO A – Sequência didática

1ª aula: Problematização a partir do ano internacional da Tabela Periódica

→ Leitura individual do texto

2019: O Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos*

A Tabela Periódica dos Elementos Químicos é uma das realizações mais significativas da ciência, captando a essência não só da química, mas também da física e da biologia. É uma ferramenta única, permitindo ao cientista prever a ocorrência e as propriedades da matéria na Terra e no resto do Universo.¹

A Assembleia Geral das Nações Unidas, em 20 de dezembro de 2017, durante sua 74ª Reunião Plenária, proclamou o ano de 2019 como o Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos (AITP – 2019) (do inglês, *International Year of the Periodic Table of Chemical Elements – IYPT 2019*).²

O ano de 1869 é considerado o ano da descoberta do Sistema Periódico, pelo cientista russo Dmitri Mendeleev. O AITP 2019 também comemora os 150 anos do estabelecimento da Tabela Periódica dos Elementos Químicos. O Ano Internacional visa a reconhecer a importância da Tabela Periódica como uma das conquistas mais importantes e influentes da ciência moderna, que reflete a essência não apenas da química, mas também da física, da biologia e de outras áreas das ciências puras. O AITP 2019 é uma oportunidade para se refletir sobre os muitos aspectos da Tabela Periódica, incluindo sua história, o papel das mulheres na pesquisa científica, as tendências e as perspectivas mundiais sobre a ciência para o desenvolvimento sustentável, além dos impactos sociais e econômicos dessa área.²

É importante ressaltar que os estudos sobre a classificação dos elementos químicos, durante todo o século XIX, contribuíram para a descoberta de novos elementos. Um exemplo disso são os gases nobres, obtidos a partir da separação dos gases atmosféricos.³ Então, a partir desse número considerável de elementos que Mendeleev, pôde estabelecer o sistema periódico utilizado até

hoje. Além disso, com essa classificação, percebeu-se que havia lacunas na tabela, espaços vazios que poderiam ser ocupados, o que proporcionou a busca por novos elementos que pudessem preencher essas lacunas, totalizando atualmente, 118 elementos.³

Organizada em famílias que apresentam elementos com propriedades físicas e químicas semelhantes, a Tabela Periódica não deve ser decorada, mas sim entendida e interpretada. Devem-se reconhecer as principais propriedades dos elementos, e como eles estão ordenados na mesma, para que não haja necessidade de memorização, mas sim uma leitura e interpretação dessa ferramenta.³

Muitos dos elementos existentes na Tabela Periódica são conhecidos pelo público em geral e presentes no nosso cotidiano, como o ferro, ouro, prata, platina e oxigênio. Ademais, a maioria dos elementos quando combinados por meio de ligações químicas podem formar compostos de uso diário como é o caso do sal de cozinha (cloreto de sódio), formado a partir da ligação iônica entre os íons sódio e cloro. Os metais como ferro, chumbo, estanho, cobre, dentre outros, por exemplo, são manipulados em indústrias metalúrgicas sendo utilizados em diversos setores como construção civil, medicina, transporte, comunicação e etc.⁴

Outro elemento importante para a vida e presente em compostos orgânicos como o DNA, proteína e em todas as outras moléculas orgânicas, é o carbono. Esse elemento também constitui diversos compostos inorgânicos, como por exemplo, o gás carbônico. O carbono está localizado na coluna 6 da Tabela Periódica, e apresenta número atômico 6, massa atômica 12,01u e representado pelo símbolo C.⁵ O carbono não é o elemento mais abundante da Terra, mas ocupa lugar de destaque na Química. Podemos arriscar a dizer que ele, talvez seja, o mais importante da Tabela Periódica! Não que os outros não sejam importantes, mas o carbono possui propriedades incríveis! Pode ser que incrível não seja um adjetivo adequado em um texto de Química, mas as propriedades do carbono são tão distintas, que neste contexto caberia sim!

(Texto adaptado)

* Muitos trechos utilizados no texto foram retirados dos originais na íntegra das seguintes fontes:

¹ IYPT (2019). <https://www.iypt2019.org/about>

² UNESCO (2019). <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/ia/about-this-office/prizes-and-celebrations/2019-international-year-of-the-periodic-table-of-chemical-elements/>

³ 2019: O ano da Tabela Periódica <https://www.youtube.com/watch?v=hOxuY-MER7k>

⁴ Portal Educação

<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/esporte/industria-metalurgica/50338>

⁵ G1: O portal de notícias da Globo

<http://g1.globo.com/platb/observatoriog1/2007/07/17/o-carbono-e-a-vida/>

Atividade 1: E você o que diria sobre essas propriedades “incríveis” do carbono? Discussão do texto com toda a turma e formação dos grupos para que eles planejem uma forma de entender as propriedades do carbono. Nesse momento da aula, os alunos devem registrar tudo o que foi pensado para planejar uma forma de entender as propriedades do carbono.

2ª aula: Discussão das propostas de planejamento

Atividade 2: Em grupos vocês discutirão e registrarão, detalhadamente, uma proposta para estudar essas propriedades “incríveis” do carbono.

Observação: Pode ser que os estudantes não pensem em uma forma coerente de estudar as propriedades do carbono. Caso eles não consigam a professora deve oferecer a proposta, de estudar as propriedades do carbono por meio de moléculas presentes no livro paradidático: “Os Botões de Napoleão: As 17 moléculas que mudaram a história” de Penny Le Couteur e Jay Burreson.

3ª aula: Distribuição das moléculas para a pesquisa.

Neste momento a professora deve discutir as propostas que surgiram na atividade anterior, preparar uma discussão que leve os estudantes a perceberem que o estudo de estruturas de moléculas já conhecidas é a forma mais viável mediante os recursos que a escola possui e distribuir as moléculas que os grupos irão estudar. As moléculas: Piperina, Tetraidrocanabinol, Beta Caroteno, Penicilina, Sulfanilamida, Noretinodrel, Bufotoxina do sapo e Cafeína, foram selecionadas do livro “Os Botões de Napoleão: As 17 moléculas que mudaram a história.”, que será utilizado como suporte de pesquisa.

Atividade 3: Vocês deverão entregar um trabalho escrito, relacionando a molécula com as propriedades do carbono. A forma como isso será abordada ficará a critério do grupo. No entanto, sugerimos que no trabalho seja mencionada a importância da molécula do ponto de vista econômico, social, suas propriedades físicas (solubilidade, densidade, temperatura de fusão e ebulição etc), químicas (estruturas, transformações químicas que podem ocorrer etc) e biológicas. Além disso, vocês devem preparar uma apresentação para defenderem suas ideias perante a turma e a professora.

4ª aula a 7ª aula: Resolução do problema por meio do livro paradidático

Os grupos devem usar da criatividade para a apresentação, utilizando as moléculas para explicar as propriedades do carbono e a importâncias dessas estruturas para a sociedade.

8ª e 9ª aula: Apresentação da proposta de resolução do problema

10ª aula: Sistematização

Nessa aula a professora deve escrever no quadro as moléculas estudadas pelos grupos. Diante dessas moléculas ela deverá conduzir a aula perguntando aos alunos onde são encontradas as propriedades do carbono que eles identificaram nas moléculas, perguntando também as propriedades físicas e químicas relacionadas às estruturas e como eles a relacionaram, sempre mostrando nos desenhos do quadro e voltando ao foco da aula quando necessário. Para finalizar a professora deverá introduzir os grupos funcionais, os identificando nas estruturas, para assim, dar continuidade nas aulas seguintes.

11ª aula: Atividade Final

A atividade final constará da seguinte questão, a ser respondida individualmente: Sem carbono não existiria vida! O carbono é o constituinte dos compostos essenciais para a vida: proteínas, carboidratos, ácidos nucleicos etc. Por isso, os compostos de carbono, estudados na Química Orgânica, não prejudicam o planeta. Dessa forma, a liberação de agrotóxicos formados por compostos orgânicos pode ser tranquilamente aceita, pois não causam impactos ambientais”. Considerando que esse trecho foi proferido por um parlamentar que defende a liberação de agrotóxicos, escreva um texto analisando as ideias desse parlamentar, permeado pelos conceitos estudados na disciplina de Química Orgânica.