

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Instituto de Química - Câmpus de Araraquara

MAYCON MAGDALENA MARTINS

**AS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS NO CAPÍTULO “CARBONO” DE A
TABELA PERIÓDICA DE PRIMO LEVI: UM ESTUDO DESCRITIVO**

Araraquara
2025

MAYCON MAGDALENA MARTINS

**AS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS NO CAPÍTULO “CARBONO” DE A
TABELA PERIÓDICA DE PRIMO LEVI: UM ESTUDO DESCRITIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Instituto de Química,
Araraquara, para obtenção do título de
Licenciado(a) em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Massi
Coorientadora: Profa. Dra. Rafaela Valero

Araraquara

2025

M386t Martins, Maycon Magdalena
As transformações químicas no capítulo "carbono" de A
tabela periódica" de Primo Levi : um estudo descritivo / Maycon
Magdalena Martins. -- Araraquara, 2025
28 p. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Química) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Química,
Araraquara
Orientadora: Luciana Massi
Coorientadora: Rafaela Valero da Silva

1. Química. 2. Literatura. 3. Sistemas químicos. I. Título.

MAYCON MAGDALENA MARTINS

**AS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS NO CAPÍTULO “CARBONO” DE A
TABELA PERIÓDICA DE PRIMO LEVI: UM ESTUDO DESCRITIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Instituto de Química, Araraquara, para
obtenção do título de Licenciado(a) em
Química.

Data da defesa: 25/11/2025

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Luciana Massi

Prof. Me. Carlos Sérgio Leonardo Júnior

Prof. Dr. Michel Pisa Carnio

Dedico este trabalho à minha família e amigos, em especial a minha avó Enedina e minha mãe Cléia, por serem faróis que iluminam meu caminho.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho assim como minha formação de futuro licenciado em Química deve-se a minha avó Aparecida Enedina e minha mãe Cléia, que desde meus nove anos tiveram o árduo trabalho de me criar e em todas as situações priorizar a minha formação acadêmica, abdicando de momentos de lazer e até mesmo daquilo que mais gostam em prol de meu desenvolvimento intelectual. Que um dia possa retribuir por tanto, obrigado.

Além de todo apoio familiar, meus amigos fizeram-se companheiros indispensáveis quanto à caminhada no ensino superior, tanto aqueles que foram essenciais durante o ensino remoto na pandemia quanto presencialmente, sejam eles companheiros de gestão no diretório acadêmico ou em projetos de extensão, a eles meus agradecimentos.

Assim como os companheiros de projetos, um trio indispensável me acompanhou desde o primeiro contato universitário até o último adeus na graduação, são elas Beatriz, Lara e Camilla. Sou grato por me segurarem em momentos em que o único pensamento era cair, pelos risos e pelos melhores seis anos que poderia ter.

Ademais, amigos de longa data, presentes desde o ensino médio carecem de um agradecimento especial, pois, sem eles, nem chegaria perto de concretizar o sonho de cursar o ensino superior em uma das melhores instituições da América Latina, pública, gratuita e plural. Aline, Ana Clara, Anna Júlia, Giovanna, Larissa, Leticia, Lucas, Maísa e Rafael, vocês, mesmo que longe sempre se fizeram presentes em meu coração em todos os momentos, obrigado por tanto. Agradeço, também, com imenso carinho e admiração, aos meus professores do ensino médio que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal. O incentivo de cada um fez diferença no caminho que escolhi trilhar, agradeço em especial, à professora Rosana, pela dedicação, pelas conversas e pelo incentivo constante; à professora Shayene, por seu apoio durante os momentos de dúvida e incentivo quanto a escolha de meu curso; e à professora Márcia, por sua paciência, ensinamentos e exemplo de compromisso com a educação.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à Professora Doutora Luciana Massi, minha orientadora, por todo o apoio, dedicação e orientação ao longo deste trabalho.

Agradeço também à Professora Doutora Rafaela Valero, minha coorientadora, por sua disponibilidade, pelo olhar atento e pelas valiosas contribuições que enriqueceram significativamente este trabalho.

"Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de
compreender mais para temer menos."
(Marie Curie)

RESUMO

Este trabalho de natureza descritiva visa identificar as transformações químicas no capítulo “Carbono”, responsável por encerrar o livro *A Tabela Periódica* do químico e escritor Primo Levi. A escolha desse recorte surge a partir do princípio de que, no Brasil, ainda existe um baixo índice de envolvimento da população com a leitura, especialmente quando se trata de textos que abordam temas científicos. Esse cenário justifica a busca por alternativas que consigam aproximar os alunos da ciência por meio de recursos menos convencionais, como as narrativas literárias. O capítulo escolhido é particularmente relevante, pois exemplifica a capacidade de Levi em fundir a experiência humana com conceitos da Química, transformando conteúdos densos e técnicos em literatura. Essa combinação entre ciência e arte reforça a pertinência de explorar textos literários como ferramentas pedagógicas, ampliando as possibilidades de aprendizagem e tornando o conhecimento científico mais próximo da realidade dos estudantes. A metodologia utilizada é baseada em uma análise documental e descritiva. A leitura do capítulo “Carbono” permite identificar e categorizar os conceitos químicos ali presentes, evidenciando a forma como são articulados dentro da narrativa literária. Assim, o trabalho se estrutura em torno da ideia de que a literatura, longe de ser apenas um campo dedicado às artes e à expressão subjetiva, também pode conter e apresentar conteúdos científicos.

Palavras-chave: Primo Levi; Transformação química; Literatura; Química.

ABSTRACT

This descriptive study aims to identify the chemical transformations presented in the chapter “Carbon,” which concludes the book *The Periodic Table* by chemist and writer Primo Levi. The choice of this focus stems from the premise that, in Brazil, there is still a low rate of public engagement with reading, particularly when it comes to texts addressing scientific subjects. This context justifies the search for alternative approaches capable of bringing students closer to science through less conventional means, such as literary narratives. The selected chapter is particularly relevant, as it exemplifies Levi’s ability to merge human experience with chemical concepts, transforming dense and technical content into literature. This fusion of science and art reinforces the value of exploring literary texts as pedagogical tools, broadening the possibilities for learning and making scientific knowledge more relatable to students’ realities. The methodology adopted is based on documentary and descriptive analysis. A close reading of the chapter “Carbon” enables the identification and categorization of the chemical concepts presented therein, highlighting how they are interwoven within the literary narrative. Thus, this study is grounded in the idea that literature, far from being solely a domain of the arts and subjective expression, can also encompass and convey scientific content.

Keywords: Primo Levi; Chemical transformation; Literature; Chemistry.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
1 INTRODUÇÃO	3
1.1 A literatura na área de Educação em Ciências	3
1.2 Panorama da vida e obra de Primo Levi	5
1.3 As obras de Primo Levi na Educação em Ciências	8
2 METODOLOGIA	9
3 RESULTADOS	11
4 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

APRESENTAÇÃO

Desde minha infância, ao acompanhar minha avó enquanto ela realizava a confecção de sabão caseiro, até o ensino fundamental, sempre tive facilidade na disciplina de Ciências. A ciência esteve presente na minha rotina. Sempre fui taxado de curioso por todos, o que permanece até os dias atuais, pois toda vez em que via algo diferente de meu conhecimento era motivo de mergulhar em livros e na internet para saber do que se tratava e o principal, como.

Os anos foram passando e o contato com o mundo das descobertas e com a ciência foi aumentando, até que nos anos finais do ensino fundamental, em especial o nono ano, tive meu primeiro contato com a química. Mesmo que por apenas um semestre aquele ramo me chamou a atenção: como uma partícula tão pequena era capaz de estar presente em tudo, desde o menor organismo existente até enormes monumentos, montanhas, ou até mesmo no universo como um todo.

Minha paixão pela química durante o Ensino Médio aumentou e pude conhecer ainda mais sobre a ciência das partículas, capaz de explicar tudo ao nosso redor. Isso foi possível graças a uma professora de química, formada por um curso de Licenciatura em Química da Unesp de Araraquara. Em suas aulas, tinha facilidade com os conteúdos e assim pude perceber o quanto essa ciência é fundamental para a compreensão do mundo ao nosso redor, assim como seu papel no desenvolvimento de uma sociedade justa.

Ademais, essa docente foi de suma importância quanto ao incentivo para que eu pudesse pensar na possibilidade de ingressar em uma instituição pública de ensino superior, assim como me forneceu todo o apoio possível para que o sonho se tornasse realidade. Quanto à escolha do curso, foram necessárias conversas com familiares para saber as condições para que fosse possível me manter no ensino superior. Era necessário conseguir um trabalho para ajudar em casa, o que foi determinante para a escolha da licenciatura, o único curso de química do período noturno. Ao ingressar na universidade, o desejo de prosseguir na carreira docente não estava nos planos. A ideia de estar em uma sala de aula era distante dos meus desejos profissionais. Atuava na indústria e me via trabalhando dentro dela por todo o meu futuro. Porém, com avanço do curso, meu interesse se voltou para a área da educação, mesmo não desistindo da área industrial, especialmente para a História e Filosofia da Ciência. Tais áreas proporcionaram um entendimento quanto ao

desenvolvimento do pensamento científico e sua relação com a sociedade. Outro autor me chamou atenção durante os anos finais de minha graduação: Primo Levi. A história desse químico e escritor me interessou quanto a literatura e sua relação com a química. Suas narrativas presentes em obras como *A Tabela Periódica* mesclam seus conhecimentos científicos com sua história de vida.

Queria conhecer mais sobre a literatura no ensino de ciências, buscando apoio nas obras de Primo Levi, visto que elas, em especial a que contém a narrativa que norteia este trabalho, *A Tabela Periódica*, dispõem-se de uma química humanizada e fortemente contextualizada (Maciera, 2019). Não seria possível contemplar tantos temas neste trabalho de conclusão de curso; portanto, optamos por uma análise descritiva dos conteúdos sobre transformação química que estão presentes no capítulo “Carbono” que encerra o livro *A Tabela Periódica*.

1 INTRODUÇÃO

A presente seção deste trabalho de conclusão de curso tem como propósito apresentar um panorama da área de pesquisa, bem como as justificativas social e acadêmica para realização deste trabalho. Para isso, esta introdução se organiza do seguinte modo: é apresentada uma revisão bibliográfica quanto à utilização da literatura na área da Educação em Ciências e como são abordadas por diferentes autores, em diferentes ramos. Em seguida, por se tratar de uma pesquisa que possui como base um livro de Primo Levi, é apresentada uma seção sobre este autor assim como uma breve caracterização de suas obras. Por conseguinte, uma outra revisão bibliográfica que objetiva dar um panorama conciso de algumas obras que possuem como objeto de pesquisa as obras do químico e escritor Levi. Enfim, são apresentados os objetivos gerais e os objetivos específicos deste trabalho de conclusão de curso.

1.1 A literatura na área de Educação em Ciências

Nesta subseção serão apresentadas algumas pesquisas da área de Educação em Ciências que exploram a ligação existente entre a literatura e a educação científica, demonstrando o potencial da narrativa literária para abordar conceitos da ciência e analisam o uso didático de obras específicas em sala de aula.

Giraldelli e Almeida (2008) buscam investigar a utilização do conto infanto-juvenil "Tem um cabelo na minha terra!", Gary Larson enquanto estratégia pedagógica para o ensino de ciências. A partir da análise do discurso, o artigo analisa as falas ocorridas durante a leitura coletiva e obteve como resultado que o texto foi capaz de despertar a curiosidade, reflexão e construção de concepções pertinentes quanto à área da ciência.

Outro exemplo é a abordagem de conceitos científicos que estão implícitos em textos literários. Piassi (2015) analisa o caso dos romances *Naná* de Émile Zola e *A Caverna* de José Saramago. O autor fornece, em sua análise, as potencialidades desse tipo de literatura para promover motivação, pensamento crítico, criatividade e compreensão conceitual por parte dos alunos. O autor também destaca que o gênero contribui para relacionar o conhecimento científico às questões sociais, culturais e futuras, aproximando ciência e sociedade.

Já o estudo de Piassi (2013), propõe o emprego de obras de ficção científica, defendendo que a contribuição desse gênero textual é o desenvolvimento de uma maneira especial de pensar a realidade natural. São explicitadas características únicas que produções ficcionais possuem em relação ao raciocínio do mundo natural e que desencadeiam o estranhamento cognitivo, incentivando os estudantes quanto a problematização como ponto de partida para uma análise crítica.

Com o objetivo de analisar o ensino de mecânica quântica por meio da abstração científica, Lima e Ricardo (2019) se apoiam nas contribuições de Vygotsky sobre a formação dos conceitos científicos e nas ideias sobre representações semióticas de Raymond Durval para analisar uma intervenção didática que utilizou a obra *Alice no País do Quantum* de Robert Gilmore. O estudo aponta que a relação entre física e literatura pode ser uma ferramenta didática para o ensino de física.

A literatura brasileira também está presente nesses estudos. Groto e Martins (2015) trazem uma análise da utilização das obras *A reforma da natureza* e *Serões de Dona Benta* de Monteiro Lobato no ensino de ciências de maneira interdisciplinar. Segundo os autores, a abordagem de conteúdos científicos e de questões sobre natureza da ciência em turmas do ensino fundamental resultou na contribuição para a aprendizagem e na problematização de conteúdos científicos nelas contidos. Além de tais aspectos, também se nota que o professor de ciências deve se manter atento referente aos erros conceituais presentes em obras da literatura, o que muitas vezes ocasiona em concepções equivocadas de conceitos científicos (Groto; Martins, 2015).

A obra brasileira *Usina* de José Lins do Rego é analisada por Oliveira e Gonçalves (2019) como uma ferramenta para o ensino em uma abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), revelando seu potencial para questionar visões simplistas sobre ciência e tecnologia, estimular debates sobre decisões tecnológicas e discutir o impacto do desenvolvimento científico-tecnológico na cultura e sociedade.

Esses trabalhos ilustram que a área de Educação em Ciência tem se apoiado em produções literárias para ensinar ciências, como analisa Valero e colaboradores (2023). Dentre esses trabalhos, há um conjunto de produções que investigam as contribuições da obra de Primo Levi para a Educação em Ciências.

Apresentaremos essas produções a seguir, na subseção 1.3. Antes disso, apresentamos brevemente aspectos da vida e obra desse químico e escritor.

1.2 Panorama da vida e obra de Primo Levi

Primo Levi foi um químico e escritor nascido em 1919 na província italiana de Turim, cuja trajetória de vida foi marcada por sua formação acadêmica e experiência vivida em um campo de concentração nazista, o campo de Auschwitz. Levi construiu sua visão de mundo e, conseqüentemente, a sua produção literária com base em suas experiências no local (Russo, 2018). Concluiu sua graduação em química pela Universidade de Turim, no ano de 1941, concomitantemente à ascensão do fascismo e imposição das leis raciais (Valero *et al.*, 2023). Levi vivenciou essas restrições assim como as discriminações impostas à sua identidade judaica, o que influenciou sua sensibilidade quanto às questões humanitárias presentes em suas obras (Russo, 2018). A sua sobrevivência em Auschwitz, onde seu conhecimento químico se mostrou essencial, forneceu-nos o seu testemunho acerca da resiliência do ser humano diante da brutalidade, um tema recorrente de seus escritos.

A característica responsável por tornar as obras de Primo Levi únicas encontra-se na sua habilidade de unir a precisão e o rigor da química com sua profunda linguagem literária (Maciera, 2019). Sua formação científica possibilitou que desenvolvesse um olhar capaz de expor ao leitor as características que se manifestam em sua escrita através da clareza e detalhamento presentes em suas obras, mesmo quando explora temas complexos e carregados de significado emocional (Macieira, 2014).

Em sua produção literária, o químico e escritor demonstra sua especialidade de transformar conceitos da química em narrativas envolventes, ricas em detalhes e desprovidas de excessos (Maciera, 2019). Mesmo abordando conceitos químicos, traz à tona momentos que enfrentou e utiliza recursos literários como metáforas e analogias para tornar os conceitos químicos mais acessíveis e intuitivos para o leitor (Maciera, 2019). A obra *A Tabela Periódica* (1975) é um exemplo dessa habilidade. A estrutura da tabela de Mendeleiev serve como um fio condutor para explorar a natureza da matéria e a experiência humana de forma interconectada (Russo, 2018).

O capítulo que encerra o livro, "Carbono", em particular, ilustra a capacidade de Levi de narrar a trajetória de um elemento químico de maneira quase biográfica, transformando processos complexos em uma história fascinante e revelando um potencial significativo para a didática da química (Russo, 2018).

A *Tabela Periódica* contém 21 capítulos nomeados por diferentes elementos químicos, estabelecendo, assim, uma rica e complexa relação narrativa entre as propriedades singulares do elemento em questão e as experiências humanas pessoais (Russo *et al.*, 2023; Valero *et al.*, 2023). A habilidade de Primo Levi em personificar os elementos químicos, conferindo-lhes quase uma existência própria, e em narrar suas transformações com uma história rica em detalhes, demonstra um potencial único para tornar a ciência química mais tangível, menos abstrata e intimidante para os leitores em geral, e para os estudantes em particular (Gonçalves, 2014). O Quadro 01 apresentado abaixo traz o número de páginas de cada capítulo e seu conteúdo principal.

Quadro 01 - Organização do livro *A Tabela Periódica*

Título do Capítulo	Nº de páginas	Síntese do capítulo
Informações pré-textuais	7	Páginas introdutórias que contêm informações como número da edição, tradução e demais informações técnicas.
Argônio	14	Levi trata de sua infância e da comunidade judaica piemontesa, comparando seus membros aos gases nobres: isolados, discretos e resistentes.
Hidrogênio	5	O autor relata suas primeiras experiências científicas na adolescência, revelando a admiração pela Química.
Zinco	7	Trata do início de sua formação científica, em meio às dificuldades da Itália fascista.
Potássio	8	Passagem que ocorre em um laboratório da universidade que frequentou, onde aprende sobre os perigos de experimentos com substâncias reativas.
Níquel	14	Cita sua experiência profissional em uma mina, onde aprende a lidar com falhas e os desafios do mundo trabalhista.
Chumbo	11	Conto ficcional tratando de um alquimista que busca transformar chumbo em ouro, refletindo sobre desejo, fracasso e obsessão.
Mercúrio	9	Conto fictício envolvendo dois homens isolados em uma ilha, o tempo isolados acaba desencadeando desconfiança e instabilidade, como o próprio mercúrio.

Fósforo	13	Levi relembra um relacionamento amoroso que deu errado e da monotonia do trabalho industrial, relacionando o fósforo ao brilho efêmero de emoções.
Ouro	9	Levi descreve sua prisão como membro da Resistência e os momentos de tensão e incerteza, com o ouro simbolizando algo valioso.
Cério	6	O capítulo traz relatos da sobrevivência do autor no campo de concentração, onde obtém cério e o troca por pão.
Cromo	10	Traz uma situação no trabalho em que resolve um problema técnico e destaca a precisão da Química quando bem aplicada.
Enxofre	3	Por conta de um erro, por pouco, trágico no laboratório o leva a refletir sobre risco, responsabilidade e aprendizado.
Titânio	3	Descrição de uma cena cotidiana envolvendo uma criança e tinta de titânio.
Arsênio	4	O químico desvenda um caso de contaminação por arsênio em açúcar, mostrando o papel social e investigativo do químico.
Nitrogênio	6	Primo Levi passa por uma tentativa frustrada de criar um cosmético, revelando as limitações da Química e os enganos da vaidade.
Estanho	4	Descrição de outra experiência frustrada em um laboratório doméstico, onde não consegue produzir cloreto de estanho.
Urânio	6	Levi analisa uma amostra suspeita pensando ser urânio, mas descobre que era cádmio.
Prata	8	Um reencontro com colegas do passado desperta lembranças e reflexões sobre o tempo.
Vanádio	10	O escritor se comunica com um ex-químico nazista.
Carbono	7	O capítulo que norteia este trabalho e encerra o livro, narra o percurso de um átomo de Carbono desde a natureza até o cérebro humano.
Apêndice (Introdução/capa)	1	Folha de prelúdio da entrevista com o autor.
Philip Roth entrevista Primo Levi	8	Entrevista entre Philip Roth e Primo Levi, publicada originalmente em 26 e 27 de novembro de 1986, no jornal diário italiano La Stampa.
Cronologia da vida e das obras de Primo Levi	7	Cronologia dividida em anos, a qual conta a trajetória da vida de Primo Levi, assim como o desenvolvimento de suas obras.
Total	209	-

Fonte: Elaboração própria.

1.3 As obras de Primo Levi na Educação em Ciências

A seguir, expomos dois estudos da área de Educação em Ciências que analisam as potencialidades de *A Tabela Periódica*.

Targino e Giordan (2021) relatam a elaboração e aplicação de uma sequência didática chamada de "Elementos químicos na natureza e na sociedade: o desastre socioambiental do Rio Doce" aplicada para alunos do primeiro ano do Ensino Médio. O foco da análise apresentada no artigo está nas interações discursivas observadas durante a abordagem dos capítulos do livro *A Tabela Periódica*, destacando a retextualização de pequenos trechos pelos estudantes e pelo professor, momentos de iniciação e avaliação de interação, além da reflexão quanto às propriedades dos elementos químicos.

Já Sá (2020) dá enfoque aos indícios da mobilização de conhecimentos profissionais de professores em formação inicial a partir da leitura do livro *A Tabela Periódica*. A reflexão parte dos capítulos "Hidrogênio", "Zinco", "Ferro", "Potássio", "Níquel", "Ouro", "Cério", "Cromo", "Prata", "Arsênio", "Nitrogênio" e "Carbono", no contexto de uma disciplina que estuda estratégias e instrumentos para o ensino de química na educação básica em um curso de Licenciatura em Química. Fundamentando-se em referenciais teóricos sobre as necessidades formativas de professores de ciências e os conhecimentos que orientam a prática docente. Seus resultados indicam que um espaço dedicado à leitura crítica e à reflexão contribuem para a mobilização de conhecimentos profissionais relevantes.

Não identificamos trabalhos que se debruçam sobre como Primo Levi aborda a química especificamente no capítulo "Carbono" da obra *A Tabela Periódica* de Levi.

Assim, esta pesquisa tem como objetivo geral sistematizar a abordagem da química no capítulo "Carbono" do livro *A Tabela Periódica* de Primo Levi. Este objetivo geral se desdobra nos seguintes objetivos específicos:

- Sintetizar as transformações químicas pelas quais o átomo de Carbono sofre no capítulo;
- Conceituar os processos químicos envolvidos nessas transformações;

2 METODOLOGIA

A seção de metodologia de uma pesquisa tem a função de fornecer ao leitor quais meios, instrumentos e dados foram utilizados para que a pesquisa pudesse ser realizada. A presente pesquisa trata-se de uma análise documental. Analisaremos o capítulo que encerra a obra *A Tabela Periódica* de Primo Levi, portanto, não haverá coleta de dados em campo ou aplicação de instrumentos de pesquisa como questionários ou entrevistas. Outro ponto a salientar trata do caráter descritivo da pesquisa que, segundo Gil (2008a), trata-se da descrição sistemática das características de determinada população, fenômeno e neste caso, do capítulo em si. O capítulo “Carbono” de *A Tabela Periódica* constitui o nosso *corpus* de análise. Como afirmamos anteriormente, *A Tabela Periódica* configura-se como um conjunto de capítulos no qual cada um dos 21 capítulos é nomeado por um elemento químico específico. “Carbono” se destaca quanto aos objetivos da presente pesquisa, por se configurar como uma narrativa da jornada desse elemento químico fundamental para a existência da vida como a conhecemos. Desde suas formas inorgânicas presentes no mundo mineral, até sua incorporação em moléculas biológicas que sustentam os seres vivos participando do ciclo biogeoquímico.

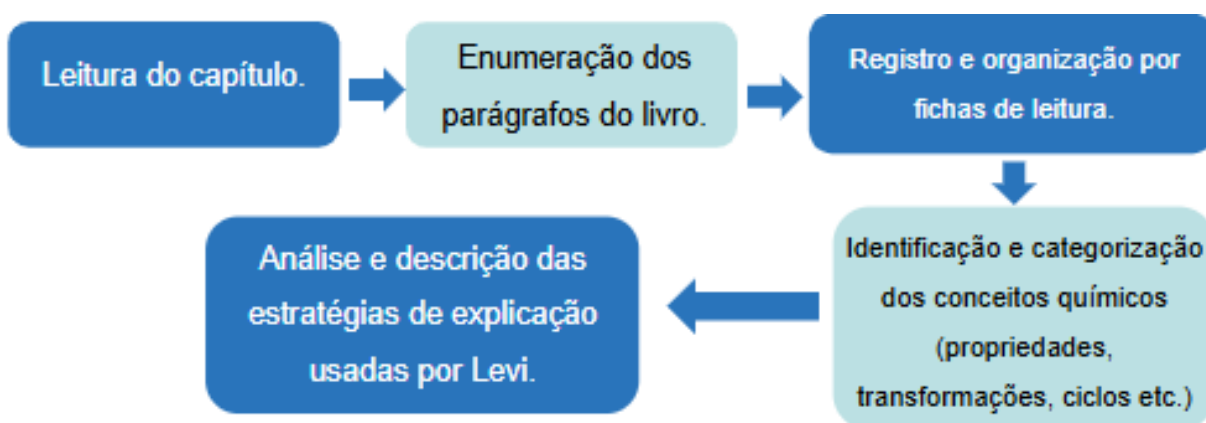
A análise dos dados foi realizada em etapas, seguindo os objetivos específicos propostos e tendo como guia as etapas fornecidas por Gil (2008b): para atingir o primeiro objetivo específico foi realizada uma leitura e uma imersão no capítulo. Diversas leituras do capítulo “Carbono” foram feitas para a compreensão da narrativa do autor. Por seguinte, foi realizada a identificação e categorização dos conceitos químicos direta ou indiretamente. Essa identificação foi realizada por meio da busca por termos, descrições de processos, propriedades de elementos e reações químicas.

Para se concretizar o segundo objetivo específico, os conceitos identificados foram categorizados de acordo com suas características (ex: propriedades de elementos, transformações químicas, ciclos biogeoquímicos etc.). Para registro dos trechos da narrativa que contêm conceitos químicos e outras observações relevantes à pesquisa, foi utilizado o sistema de fichas de leitura, proposto por Gil (2008b). As fichas funcionam como um instrumento que auxilia na organização das informações de um livro, artigo ou outro tipo de texto. Elas permitem registrar, de

forma resumida, as principais ideias, autores, pontos de vista e outras informações relevantes do texto, facilitando a compreensão e posterior utilização da informação.

Para a identificação das narrativas utilizadas por Levi para explicar tais conceitos, foi feita, durante a leitura, a separação em fichas quanto a esses elementos. Tais etapas estão organizadas no esquema mostrado pela Figura 01:

Figura 1 - Esquema representando as etapas de análise do capítulo



Fonte: Elaboração própria.

A escolha de Atkins e Jones (2012) e Chang e Kenneth, 2013 para embasar a explicação química deste trabalho é baseada em sua vasta utilização durante minha graduação, o que colaborou quanto à compreensão e seleção dos tópicos necessários para a análise e também explicação dos conteúdos químicos identificados.

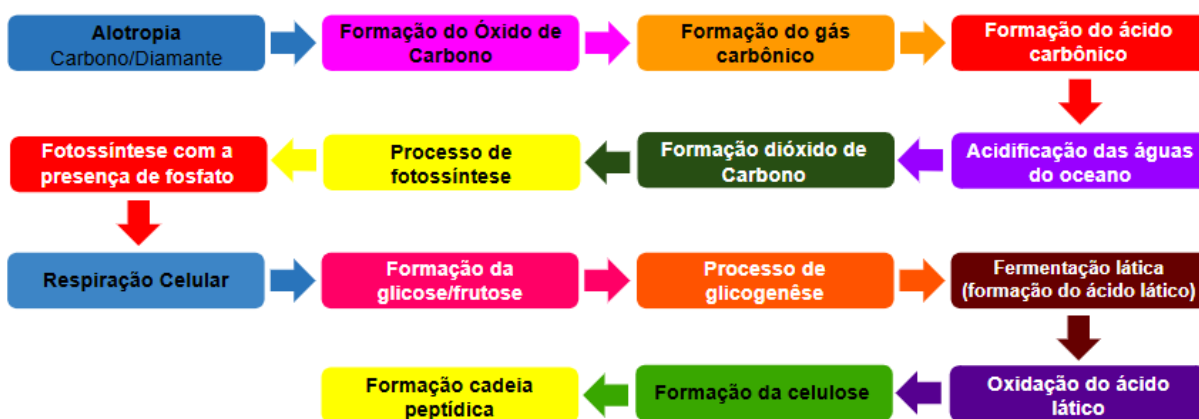
Quanto a Nelson *et al.* (2022) da mesma forma que os anteriores, a escolha para ser a base dos conceitos bioquímicos se justifica pelo conhecimento prévio do livro, o que proporciona uma melhor familiaridade com o material assim como a linguagem utilizada nele.

3 RESULTADOS

Nesta seção, apresentamos a análise do capítulo “Carbono”, presente no livro *A Tabela Periódica* de Primo Levi. Nele, leitores acompanham a trajetória de um átomo de Carbono que se liga a outros átomos, formando diferentes compostos. Nesse contexto, a história pode ser interpretada como a narrativa de transformações químicas pelas quais o átomo em questão passa.

Foram encontradas cerca de 15 transformações químicas, que foram analisadas com o uso de equações químicas (quando necessário) assim como conceitos científicos. A sequência de transformações encontradas está disposta na Figura 02:

Figura 2 - Sequência das transformações encontradas no capítulo “Carbono”



Fonte: Elaboração própria.

No capítulo aqui analisado, Primo Levi narra a história de um único átomo de Carbono. Tal elemento químico passa por diferentes transformações biogeoquímicas: sai de uma rocha, circula na atmosfera, participa da fotossíntese, integra-se a plantas, animais, incluindo o corpo de seres humanos. No desfecho, o Carbono-personagem torna-se parte do cérebro do autor, enquanto escreve o próprio livro.

A princípio podemos observar a trajetória do átomo na natureza, sendo levado pelo vento ou sofrendo combustão. Iniciando a jornada do átomo de Carbono, no parágrafo de número dois é possível identificar a presença de transformações inorgânicas.

Transformação, do verbo transformar, é qualquer tipo de alteração que modifica ou dá uma nova forma (Rios, 2007). No parágrafo dois, o átomo de Carbono que é um personagem na narrativa de Levi, ainda não passou por nenhuma transformação, no entanto, o autor faz menção a diferentes formas que compostos formados exclusivamente por esse átomo podem assumir; essas formas são os alótropos. A formação de alótropos pode ser interpretada como uma transformação química.

Assim sucede que cada elemento diga alguma coisa a alguém (a cada qual uma coisa diferente), como os vales ou as praias visitadas na juventude: talvez se deva abrir uma exceção para o Carbono, porque diz tudo a todos, ou seja, não é específico, assim como Adão não é específico como antepassado; a não ser que se encontre hoje (por que não?) **o químico eremita que dedicou sua vida à grafite ou ao diamante** (Levi, 1994, p. 184, grifo nosso).

Ao mencionar o grafite e o diamante e sugerir essa diversidade do Carbono, que "diz tudo a todos", Levi se refere às diversas moléculas orgânicas, mas também pode-se fazer uma alusão indireta ao conceito de alotropia, definida em um importante livro de química como:

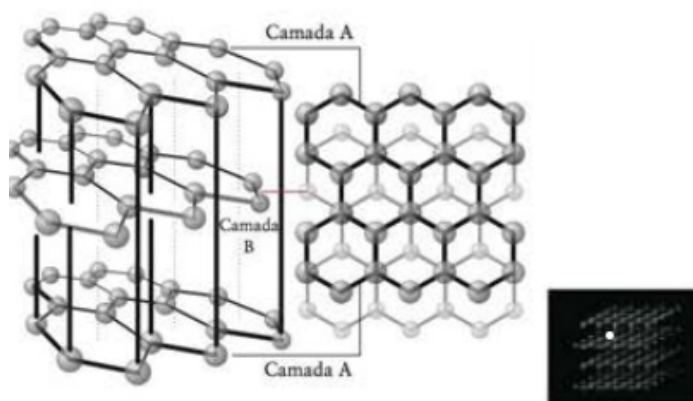
O diamante e a grafita são sólidos reticulares elementares. Essas duas formas de Carbono são **alótropos**, isto é, **são formadas pelo mesmo elemento e diferem na forma de ligação dos átomos** (Atkins; Jones, 2012, p. 185, grifo nosso).

O alótropo do Carbono, em uma de suas formas alotrópicas mais simples chamada de grafite pode ser descrito como:

A grafita, o componente mais importante da "mina" dos lápis, é um sólido negro, lustroso e condutor elétrico, que vaporiza em 3.700 °C. Ele é formado por folhas planas de átomos de Carbono hibridizados sp^2 ligados por covalência em hexágonos, lembrando as telas de arame de cercas de galinheiros. Existem, também, ligações fracas entre as folhas (Atkins; Jones, 2012, p. 185).

As folhas planas que compõem as moléculas de grafite e formam hexágonos podem ser observadas no exemplo fornecido pela Figura 1. A grafita é escorregadia devido à facilidade com que suas camadas podem deslizar umas sobre as outras quando ela está impura e existem átomos entre seus planos.

Figura 3 – Elementos básicos para elaboração de referências



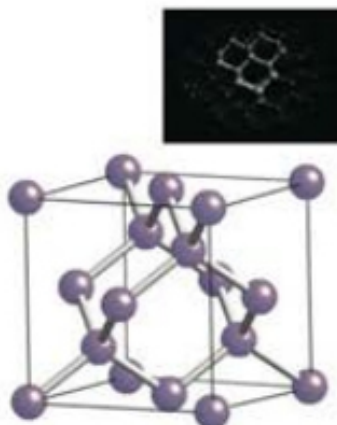
Fonte: Atkins e Jones (2012, p. 185).

Quanto ao outro alótropo do Carbono, o diamante, também mencionado no capítulo, detentor de uma estrutura mais complexa, é caracterizado da seguinte forma:

No diamante, os átomos de C estão ligados por covalência a quatro vizinhos por ligações σ híbridas sp^3 . O esqueleto tetraédrico estende-se por todo o sólido, como a estrutura de aço de um prédio muito grande. Essa estrutura explica a dureza excepcional do sólido (Atkins; Jones, 2012, p. 185).

A estrutura tetraédrica do diamante pode ser representada pela figura 2, em que cada esfera representa a localização do centro de um átomo de Carbono. Cada átomo forma uma ligação covalente híbrida sp^3 com cada um de seus quatro vizinhos.

Figura 4 – Estrutura do diamante



Fonte: Atkins e Jones (2012, p. 185).

Além de trazer a versatilidade do átomo de Carbono citando suas formas alotrópicas, o autor afirma que o Carbono “diz tudo a todos”, sugerindo sua condição universal, e que possui ligação com a vida e a matéria. Essa característica o aproxima da figura de Adão, não como sinônimo de antepassado, mas como um ancestral comum da humanidade. Outro destaque importante, ainda no mesmo trecho apresentado anteriormente é a referência final ao “químico eremita” reforçando que somente um estudioso restrito a uma de suas formas alotrópicas poderia ignorar essa abrangência, uma vez que, em sua totalidade, o Carbono se constitui como elemento “versátil”.

A seguir, no parágrafo de número quatro o autor traz a composição da rocha calcária para dar início a trajetória do átomo de Carbono, nela o átomo em questão se liga a outros átomos como o oxigênio e o cálcio resultando na formação dessa rocha.

Nosso personagem, pois, jaz há centenas de milhões de anos **ligado a três átomos de oxigênio e a um de cálcio, sob a forma de rocha calcária**: já possui uma longuíssima história cósmica atrás de si, mas vamos ignorá-la. (Levi, 1994, p. 185, grifo nosso).

No trecho, Levi define o elemento utilizando uma linha do tempo de centenas de milhões de anos, assim como sua participação e resistência a/em

processos geológicos. O autor associa a trajetória do Carbono à sua universalidade e à continuidade de sua presença na matéria, articulando a relevância química do elemento com sua dimensão histórica e cósmica, assim como a formação de átomos a partir de teorias sobre a origem do cosmo.

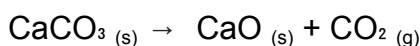
Primo Levi opta por dar início a sua história situando o personagem em forma de rocha calcária, que tem fórmula química de CaCO_3 . Ele descreve essa fórmula química em palavras mencionando a quantidade de átomos que compõem essa molécula.

Conforme acompanhamos o átomo na trajetória criada por Levi e descrita no capítulo, pode-se identificar no parágrafo de número cinco uma transformação envolvendo a rocha calcária, em que ela foi extraída e submetida a uma fonte de calor, resultando em um novo material.

Mas, afortunadamente para quem narra, e que em outro caso deveria parar de narrar, a rocha calcária de que o átomo faz parte jaz na superfície. Jaz ao alcance do homem e de sua picareta [...] num momento qualquer, que eu, narrador, decido por puro arbítrio ser no ano de 1840, **um golpe de picareta o destacou e o encaminhou para o forno de cal**, precipitando-o no mundo das coisas que mudam. Foi aquecido a fim de se separar do cálcio [...] (Levi, 1994, p. 185, grifo nosso).

O processo descrito é o de formar óxido de cálcio, ou cal. Sua formação consiste na decomposição do carbonato de cálcio em óxido de cálcio e dióxido de Carbono, sendo o último resultado da queima de qualquer material, como descrito na equação 1.

Equação 1 – Formação do óxido de cálcio a partir da queima do carbonato de cálcio



Após o processo de queima do carbonato de cálcio e sua respectiva decomposição, assim como no mesmo parágrafo de número cinco, quando, por

meio de uma metáfora, Levi se refere à formação do dióxido de Carbono. Para essa transformação, o Carbono é ligado covalentemente a dois átomos de oxigênio, formando o gás carbônico, que toma o caminho do ar após sair pela chaminé.

Outro produto dessa reação é o óxido de cálcio a partir de um processo de combustão. Essas transformações remetem a capacidade do homem de interagir com elementos químicos de idade geológica antiga, destacando a transição do Carbono de um estado mineral relativamente estável para um reativo. Isso é explorado no capítulo por meio de experimentos e processos industriais, ao mesmo tempo em que Levi mantém a dimensão poética em sua obra.

[...] **ele** [elemento químico Carbono, personagem], ainda firmemente **agarrado a dois daqueles três companheiros oxigênios** de antes, **saiu pela chaminé e tomou o caminho do ar** (Levi, 1994, p. 185, grifo nosso).

O autor descreve a liberação de gases contendo Carbono, resultantes da combustão do carbonato de cálcio, citada no trecho anterior.

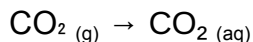
Ao trazer a formação do dióxido de Carbono o autor evidencia a capacidade do Carbono de transitar entre diferentes estados e compostos químicos. Também demonstra os princípios fundamentais da reatividade química do elemento e sua presença nos ciclos naturais, articulando a experiência humana de manipulação do elemento com sua dinâmica e sua fluidez no ambiente.

Após o processo de queima do carbonato de cálcio e a liberação do gás carbônico no ar, Levi continua descrevendo a trajetória do átomo que dá nome ao capítulo.

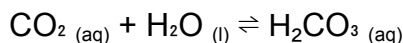
Dissolveu-se por três vezes na água do mar, uma vez na água de uma torrente em cascata, e ainda foi expulso (Levi, 1994, p. 185, grifo nosso).

No trecho em destaque pode-se observar que Primo Levi descreve o processo de acidificação dos oceanos e a formação do ácido carbônico (H_2CO_3), representadas, respectivamente, pelas equações 2 e 3.

Equação 2 – Processo de dissolução do gás carbônico na água



Equação 3 – Formação do ácido carbônico



O processo de acidificação das águas se dá pela absorção do CO_2 pela molécula de água resultando em ácido carbônico.

Baseando-se no princípio de que o Carbono pode estar até mesmo na água do mar e dando continuidade na jornada deste elemento, no parágrafo de número sete, podemos observar de maneira mais ampla a vasta presença desse elemento na natureza.

Se a conversão orgânica do Carbono não se desenrolasse quotidianamente ao nosso redor, na escala de bilhões de toneladas por semana, onde quer que aflore o verde de uma folha, caber-lhe-ia de pleno direito o nome de milagre (Levi, 1994, p.186).

Neste trecho é destacado pelo autor que o Carbono pode ser encontrado em compostos orgânicos e inorgânicos. Embora a química os estude de forma separada, na realidade, há uma conversão contínua de um para o outro. Neste parágrafo há, ainda, uma indicação indireta sobre o processo de fotossíntese, ao mencionar sobre “o verde de uma folha”. Neste processo o Carbono atmosférico é incorporado às moléculas orgânicas, demonstrando a importância do elemento nos ciclos biogeoquímicos assim como na vida.

Com isso, para que novas moléculas sejam formadas, o protagonista de Levi ainda percorre diferentes lugares. O Carbono presente no ar em forma de gás carbônico (CO_2) é levado pelo vento até se encontrar com uma videira, como é descrito no oitavo parágrafo. A partir deste momento, as transformações deixam de ser exclusivamente inorgânicas e, a partir da movimentação do Carbono em forma de gás por uma longa fila de videiras, introduz a parte orgânica das transformações

presentes no capítulo. Processos de respiração, metabolismo e fotossíntese ocorrem devido à interação desta molécula com diferentes organismos.

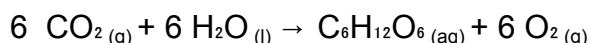
O átomo de que falamos, acompanhado dos seus dois satélites que o mantinham em estado de gás, foi então conduzido pelo vento, no ano de 1848, ao longo de uma fila de videiras (Levi, 1994, p.186, grifo nosso).

Neste trecho, os “satélites” que Primo Levi traz são os átomos de oxigênio responsáveis por se ligarem ao nosso protagonista e formar a molécula de dióxido de Carbono. Ademais, quando afirma a seguir, no mesmo parágrafo da mesma página:

Teve a fortuna de roçar uma folha, nela penetrar e ser fixado por um raio de sol (Levi, 1994, p.186).

Neste trecho, de forma direta, Levi descreve o processo de fotossíntese, especificamente o processo em que a folha capta, por meio do sol, o dióxido de Carbono, como podemos observar na equação 4:

Equação 4 – Processo de fotossíntese



Ao afirmar que a molécula teve a fortuna de roçar uma folha, nela penetrar e ser fixado por um raio de sol, o narrador enfatiza sua fixação pelas plantas durante a fotossíntese, que é um processo responsável por converter CO_2 em energia e O_2 novamente, por isso se faz tão “sortudo”.

Para Chang e Kenneth (2013, p. 229), o processo de fotossíntese pode ser descrito como principal fonte de energia responsável por realizar o metabolismo nas plantas e a conversão do gás carbônico em oxigênio:

A fotossíntese converte o dióxido de Carbono e a água em carboidratos e gás oxigênio, enquanto o metabolismo é o processo pelo qual os carboidratos reagem com oxigênio, formando dióxido de Carbono e água.

Logo em seguida, no nono parágrafo Levi descreve que o elemento-protagonista está passando por todo um caminho natural dentro da estrutura dos organismos:

Entra na folha, colidindo com outras inumeráveis (mas aqui inúteis) moléculas de nitrogênio e oxigênio. Adere a uma grande e complicada molécula que o ativa, e simultaneamente recebe a mensagem decisiva do céu sob a forma fulgurante de um feixe de luz solar: num instante, como um inseto prisioneiro da aranha, é separado do seu oxigênio, combinado com o hidrogênio e (acredita-se) o fósforo, e por fim inserido numa cadeia; longa ou curta, não importa, é a cadeia da vida (Levi, 1994, p. 186).

Novamente a fotossíntese se faz presente, agora com a presença do fósforo, o que remete à presença prévia desse elemento na planta em forma de fosfato inorgânico, que por meio da absorção da luz solar pelas plantas a sua inserção nas moléculas responsáveis por impulsionar a síntese de açúcares colabora para a síntese de energia (Chang; Kenneth, 2013), como podemos observar na equação 5.

Equação 5 – Fotossíntese com a presença de fósforo



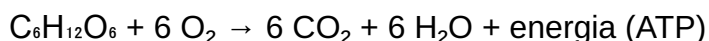
Continuando sua jornada, o Carbono, no parágrafo 10, o autor traz uma reflexão sobre o papel que o Carbono possui quando presente no ar, enfatizando que, embora ele pareça uma “impureza” pequena e constante na atmosfera, é justamente essa presença que dá origem a toda a vida

Em escala humana, isto é uma acrobacia irônica, um lance de prestidigitador, uma incompreensível ostentação de onipotência-prepotência, uma vez que **desta sempre renovada impureza do ar procedemos nós: nós, animais e plantas, e nós, espécie humana**, com os nossos quatro bilhões de opiniões discordantes, nossos milênios de história, nossas guerras, vergonhas, nobreza e orgulho (Levi, 1994, p. 187, grifo nosso).

A transformação presente neste trecho se trata do chamado “ciclo do ar”, que no caso seria o momento em que o ser humano respira o ar, ele percorre a corrente sanguínea, vai aos pulmões, ocorre a respiração celular, o gás carbônico é liberado, as plantas absorvem esse gás carbônico, convertem-no em oxigênio e energia, com oxigênio sendo liberado na atmosfera novamente. Tal ciclo é composto pela fotossíntese e pela respiração celular, como afirma Chang e Kenneth (2013, p. 904), e exemplificado na equação 6.

O oxigênio atmosférico é removido pela respiração e por vários processos industriais (principalmente combustão), que produzem dióxido de Carbono. A fotossíntese é o principal mecanismo pelo qual se regenera o oxigênio molecular a partir do dióxido de Carbono e da água.

Equação 6 – Respiração celular



Prosseguindo com a trajetória, no parágrafo de número 11, Levi narra:

Agora o nosso átomo está inserido: faz parte de uma estrutura, no sentido dos arquitetos; solidarizou-se e uniu-se com cinco companheiros de tal sorte idênticos a ele que só a ficção da narrativa me permite distinguir. É uma bela estrutura aneliforme, um hexágono quase regular, que, no entanto, está sujeito a trocas e equilíbrios complicados com a água em que está dissolvido; porque já então está dissolvido em água, ou melhor, na linfa da videira, e isso de estar dissolvido é obrigação e privilégio de todas as substâncias que estão fadadas a (quase dizia: “desejosas de”) se transformarem. Mas se alguém quiser saber por que exatamente um anel, por que hexagonal e por que solúvel na água, então se tranquilize: essas perguntas figuram entre as não muitas que nossa doutrina sabe responder com argumentação persuasiva, acessível a todos, mas fora de lugar aqui. (Levi, 1994, p.187).

No trecho selecionado é descrito um átomo de Carbono que foi adicionado em um anel de cinco Carbonos solúvel em água, no caso, na glicose, que faz parte do metabolismo da videira.

O autor associa a estabilidade do Carbono com sua capacidade de reatividade, enfatizando o caráter transformável das substâncias orgânicas e como elas estão inseridas nos ciclos bioquímicos, e ao mesmo tempo sua complexidade dos detalhes moleculares.

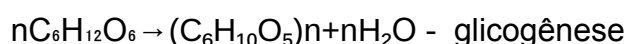
Também traz o caminho do Carbono dentro da videira até chegar na uva e, ao vinho, por meio da fotossíntese: o Carbono está presente em uma molécula orgânica como a glicose /frutose e é transportado até os cachos de uva.

Após ser internalizado dentro do corpo humano a partir do vinho, o autor começa a relatar a jornada do Carbono dentro do organismo humano.

É destino do vinho ser bebido, e é destino da glicose ser oxidada. Mas não foi oxidada imediatamente: o bebedor a reteve no fígado por mais de uma semana, bem enovelada e tranquila, como alimento de reserva para um esforço imprevisto; esforço que foi obrigado a despender no domingo seguinte, indo atrás de um cavalo que se havia espantado (Levi, 1994, p.188).

O trecho traz novamente a respiração celular e logo depois cita a glicose armazenada no fígado em forma de glicogênio, obtida a partir do vinho, como podemos observar na equação 7:

Equação 7 – Respiração celular



O processo de glicogênese é definido por Nelson e colaboradores(2022) como o processo de conversão de glicose em glicogênio. O corpo do homem que corre atrás de um cavalo fujão quebra o glicogênio novamente em glicose para obter energia, e essa glicose é oxidada na respiração celular. Ademais, segundo os autores:

O catabolismo anaeróbico da glicose a lactato ocorre durante curtos pulsos de atividade muscular extrema, como, por exemplo, em uma corrida de 100 m, durante a qual o oxigênio não pode ser transportado para os músculos com rapidez suficiente para oxidar o piruvato. Assim, os músculos utilizam seus estoques de glicose armazenada (glicogênio) como

combustível para gerar ATP por fermentação, com lactato como produto final. Em uma corrida de 100 m em alta velocidade, a concentração de lactato no sangue aumenta muito. No fígado, ele é lentamente convertido em glicose pela gliconeogênese no período de descanso ou recuperação, quando, então, o oxigênio é consumido em taxas gradualmente menores até a velocidade da respiração retornar ao normal. O excesso de oxigênio consumido no período de recuperação representa a reposição do débito de oxigênio. Essa é a quantidade de oxigênio necessária para suprir ATP para a gliconeogênese durante a recuperação, para regenerar o glicogênio “tomado emprestado” do fígado e do músculo para realizar atividade muscular intensa na corrida de velocidade. O ciclo de reações que incluem a conversão de glicose em lactato no músculo e a conversão de lactato em glicose no fígado é chamado de ciclo de Cori, em homenagem a Carl e Gerty Cori, cujos estudos, nas décadas de 1930 e 1940, elucidaram a via e seu papel. (Nelson et al., 2022, p. 1487)

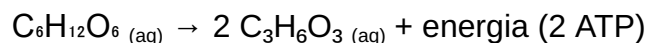
Primo Levi nos fornece uma analogia entre o destino do vinho, consumido pelo homem, e o destino da glicose, que será oxidada para liberar energia. O trecho evidencia que a glicose não é imediatamente metabolizada: uma parte é utilizada na síntese de energia, porém, a outra acaba sendo excedente e permanece armazenada no fígado como reserva energética até ser utilizada caso ocorra algum esforço físico como a fuga do cavalo no domingo seguinte, o que faz com que o homem tenha seu corpo submetido a um exercício físico ao qual não está acostumado. Assim, Levi articula a transformação química do Carbono com processos fisiológicos cotidianos, demonstrando a contínua participação do elemento nos ciclos bioquímicos e sua importância na manutenção da vida.

No décimo terceiro parágrafo, Primo Levi descreve o percurso bioquímico da glicose no corpo humano durante o exercício feito pelo homem ao ir atrás de seu cavalo.

Adeus à estrutura hexagonal; ao cabo de poucos instantes, o novelo se desenredou e voltou a ser glicose, esta foi arrastada pela corrente do sangue até a fibrila muscular de uma coxa, e aqui brutalmente rompida em duas moléculas de ácido láctico, o triste arauto da fadiga: só mais tarde, alguns minutos depois, o movimento dos pulmões pôde conseguir o oxigênio necessário para oxidar com calma este último (Levi, 1994, p. 188).

A glicose foi metabolizada sem oxigênio suficiente e transformada em ácido láctico por meio da fermentação láctica, que pode ser representada pela equação 8.

Equação 8 – Fermentação láctica



Logo após, o corpo oxida novamente o ácido láctico adicionando oxigênio. O ácido láctico é convertido de volta em piruvato, que entra no Ciclo de Krebs e é oxidado em CO_2 , como é representado na equação 9.

Equação 9 – Oxidação do ácido láctico



Todo este processo desde a glicogênese (citado anteriormente) até a finalização do ciclo bioquímico da glicose no corpo pode ser descrito de maneira mais específica, como observado a seguir:

Quando tecidos animais não podem ser supridos com oxigênio suficiente para realizar a oxidação aeróbica do piruvato e do NADH produzidos na glicólise, o NAD^+ é regenerado a partir do NADH pela redução do piruvato a lactato. Alguns tecidos e tipos celulares (como os eritrócitos, que não possuem mitocôndria e, portanto, não podem oxidar piruvato até CO_2) produzem lactato a partir de glicose mesmo em condições aeróbicas. A redução do piruvato por essa via é catalisada pela lactato-desidrogenase, que forma o isômero L do lactato em pH. O equilíbrio global da reação favorece bastante a formação de lactato, como mostrado pela variação de energia livre padrão grande e negativa. Na glicólise, a desidrogenação de duas moléculas de gliceraldeído-3-fosfato produzidas a partir de cada molécula de glicose converte duas moléculas de NAD^+ em duas de NADH. Como a redução de duas moléculas de piruvato em duas de lactato regenera duas moléculas de NAD^+ , não ocorre variação líquida de NAD^+ ou NADH. O lactato formado pelo músculo esquelético em atividade (ou por eritrócitos ou células da retina) pode ser reciclado; ele é transportado pelo sangue até o fígado, onde é convertido em glicose durante a recuperação da atividade muscular exaustiva. Quando o lactato é produzido em grande quantidade durante a contração muscular vigorosa (p. ex., durante uma corrida de

velocidade), a acidificação resultante da ionização do ácido láctico nos músculos e no sangue limita o período de atividade vigorosa. (Nelson *et al.*, 2022, p. 1486).

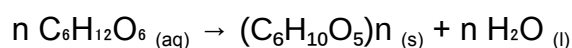
O narrador relata que, após ocorrer a quebra da estrutura hexagonal da glicose, o sangue é responsável por transportá-la até a fibra muscular, onde sofre clivagem em duas moléculas de ácido láctico, produto característico do metabolismo anaeróbico e associado à sensação de fadiga. Também é evidenciado que a oxidação completa do ácido láctico é resultante do fornecimento de oxigênio pelos pulmões, processo que ocorre de forma mais gradual e até mesmo tardia.

No parágrafo 14, Primo Levi interliga a trajetória do Carbono desde os processos químicos descritos até o presente momento e sua integração na celulose, componente fundamental das plantas.

De novo o vento, que desta vez sopra distante: atravessa os Apeninos e o Adriático, a Grécia, o mar Egeu e Chipre: estamos sobre o Líbano e a dança se repete. O átomo de que nos ocupamos agora está aprisionado numa estrutura que promete durar muito tempo: o tronco venerável de um cedro, um dos últimos; voltou a passar pelas etapas que já descrevemos, e a glicose de que faz parte pertence, como a conta de um rosário, a uma longa cadeia de celulose (Levi, 1994, p.188).

Neste momento o átomo de Carbono foi absorvido pelo cedro por meio da fotossíntese resultando na celulose:

Equação 10 – Formação da celulose



Por fim, ao encerrar a longa jornada do átomo viajante, no parágrafo 17, Levi traz à tona a realidade de que a vasta presença do elemento Carbono na natureza se faz até mesmo em nosso cérebro, encerrando sua obra.

Ele está de novo entre nós, num copo de leite. Está inserido numa longa cadeia, muito complexa, mas de tal natureza que quase todos os seus elos são aceitos pelo corpo humano. É engolido: e como toda estrutura viva guarda uma desconfiança

selvagem em face de qualquer contribuição de outro material de origem viva, a cadeia é meticulosamente despedaçada, e os pedaços, um a um, são aceitos ou rejeitados. Um deles, o que nos interessa, supera a barreira intestinal e entra na corrente sanguínea: migra, bate à porta de uma célula nervosa, entra e toma o lugar de um outro Carbono que dela fazia parte. **Esta célula pertence a um cérebro**, e este é o meu cérebro, de mim que escrevo, e a célula em questão, e nela o átomo em questão, se dedica à minha escrita, num gigantesco e minúsculo jogo que ninguém jamais descreveu (Levi, 1994, p.190, grifo nosso).

O Carbono está no leite, em longas cadeias; provavelmente se trata da cadeia peptídica presente na proteína do leite, e estas são digeridas e seus fragmentos são absorvidos, como é descrito a seguir:

Algumas classes de lipídeos são suscetíveis à degradação sob condições específicas. Por exemplo, todos os ácidos graxos com ligação éster nos triacilgliceróis, nos fosfolipídeos e nos ésteres de esteroide são liberados por tratamento fracamente ácido ou alcalino, e, em condições mais extremas de hidrólise, há liberação dos ácidos graxos ligados com ligação amida, como ocorre nos esfingolipídeos. As enzimas que especificamente hidrolisam certos lipídeos também são úteis na determinação da sua estrutura. As fosfolipases A, C e D clivam ligações específicas para cada enzima nos fosfolipídeos e geram produtos com solubilidades e comportamentos cromatográficos característicos (Nelson *et al.*, 2022, p. 1051)

Neste trecho, o Carbono presente no leite, ingerido pelo organismo, resulta na participação do elemento na atividade cerebral, indicando como Levi se utiliza da linguagem poética e até mesmo de metáforas para explicar fenômenos ciclos biogeoquímicos.

A análise dos trechos selecionados evidencia a abordagem utilizada pelo autor para tratar do elemento Carbono, revelando a sua capacidade, como autor, de integrar rigor científico e narrativa literária. Ao longo dos textos foi possível observar a trajetória do elemento desde sua presença em minerais, como o carbonato de cálcio, passando por sua liberação e transformação química, até sua incorporação em moléculas orgânicas, participando até mesmo de processos neurológicos. Dessa forma, a abordagem de Primo Levi nos mostra que a química pode ser articulada

com a experiência humana e a sensibilidade presente em obras literárias, proporcionando uma melhor compreensão do elemento.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como principal objetivo sistematizar a abordagem da química no capítulo “Carbono” do livro *A Tabela Periódica* de Primo Levi. Os resultados da análise mostram que Primo Levi traz em sua obra a jornada de um átomo de Carbono de maneira única. A narrativa acompanha o átomo desde sua participação na composição de uma rocha calcária até sua presença em uma célula nervosa no cérebro humano, no caso, o do próprio escritor. Ao longo desse percurso, são descritas diversas transformações químicas, como a formação de carbonatos, a combustão, a dissolução em água, a acidificação, a fotossíntese, a respiração celular, o metabolismo energético e até processos bioquímicos complexos como a glicogênese e a fermentação láctica. Essa trajetória evidencia a centralidade do Carbono nos ciclos biogeoquímicos, ao mesmo tempo em que aproxima o leitor da dimensão cotidiana da Química.

O aprofundamento permitiu sintetizar e conceituar as transformações químicas encontradas, alcançando o primeiro e o segundo objetivos específicos propostos no início desta pesquisa. Também foi possível reconhecer as narrativas utilizadas por Levi para tornar os conceitos compreensíveis a um público amplo. Outro ponto a salientar é o fato de que a monografia trouxe uma visão humanizada do capítulo, tornando-o uma opção viável para o ensino de ciências.

Ao retomar o problema de pesquisa, conclui-se que a obra de Primo Levi, especialmente o capítulo “Carbono”, apresenta a Química de forma contextualizada, humanizada e integrada à vida cotidiana. Tal abordagem contribui não apenas para a compreensão dos conceitos científicos, mas também para despertar o interesse dos estudantes, oferecendo uma perspectiva mais significativa da ciência, assim como se faz capaz de promover a aproximação entre o leitor e a química.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios da Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 874 p.
- CHANG, R.; GOLDSBY, K. A.. **Química**. 11. ed. Porto Alegre: Amgh, 2013. 1139 p.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008a.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008b.
- GIRALDELLI, C. G. C. M.; ALMEIDA, M. J. P. M. DE. Leitura Coletiva de um Texto de Literatura Infantil no Ensino Fundamental: Algumas Mediações Pensando o Ensino das Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 10, n. 1, p. 44-63, jan. 2008.
- GONÇALVES, F. P. Experimentação e Literatura: contribuições para a formação de professores de química. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 93-100, 2014. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20140011>.
- GROTO, S. R.; MARTINS, A. F. P. Monteiro Lobato em aulas de ciências: aproximando ciência e literatura na educação científica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 219- 238, mar. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010014>.
- LEONARDO JÚNIOR, C. S.; MASSI, L.; DA SILVA, R. V.; PALMIERI, L. J. A literatura de Primo Levi para a formação omnilateral no estágio de licenciandos em Química. **Educação Química em Ponto de Vista**, [S. I.], v. 5, n. 1, p. 240-252, 2021. DOI: 10.30705/eqpv.v5i1.2599.
- LEVI, Primo. **A tabela periódica**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1994. 209 p.
- LIMA, L. G.; RICARDO, E. C. O Ensino da Mecânica Quântica no nível médio por meio da abstração científica presente na interface Física-Literatura. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. I.], v. 36, n. 1, p. 8-54, 2019. DOI: 10.5007/2175-7941.2019v36n1p8.
- MACIERA, A. C. Primo Levi: a química entre literatura e ciência. **Caderno de Letras**, [S.L.], n. 34, p. 89-126, 24 out. 2019.: <http://dx.doi.org/10.15210/cdl.v0i34.16783>.
- MACIERA, A. C. **Primo Levi: ciência, técnica e literatura**. 2014. Tese (Doutorado em Língua, Literatura e Cultura Italianas) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/T.8.2014.tde-15042015-152720.
- NELSON, D. L.; COX, M. M.; HOSKINS, A. A. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2022.

OLIVEIRA, D. Q.; GONÇALVES, F. P. Usina: articulações entre ensino, literatura e interações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 21, p. 1-23, 2019.

<https://www.google.com/search?q=http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172019210113>.

PIASSI, L. P. A ficção científica e o estranhamento cognitivo no ensino de ciências: estudos críticos e propostas de sala de aula. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 1, p. 151-168, 2013.

PIASSI, L. P. de C. De Émile Zola a José Saramago: Interfaces didáticas entre as Ciências Naturais e a Literatura Universal. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 33-57, jan. 2015.

RIOS, D. R. **Minidicionário escolar da língua portuguesa**. São Paulo: Difusão Cultural do Livro, 2007. 530 p.

RUSSO, A. L. R. G.; RUSSO, T. R. G.; FIGUEIRA-OLIVEIRA, D.; RÔÇAS, G. Obra literária do químico Primo Levi e o ensino de química. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 16, n. 2, p. 746-764, dez. 2023. DOI: 10.53727/rbhc.v16i2.834.

RUSSO, A. L. R. G. Primo Levi - Uma vida a descobrir. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, [S.L.], v. 18, p. 140-152, 28 nov. 2018. DOI: 10.23925/2178-2911.2018v18p140-152.

SÁ, L. P. Índícios da mobilização de conhecimentos profissionais de professores em formação inicial a partir da leitura do livro A Tabela Periódica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 22, e24426, 2020.

TARGINO, A. R. L.; GIORDAN, M. Retextualização do texto literário de divulgação científica A Tabela Periódica no ensino de Química. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 47, e221433, 2021. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634202147221413>.

VALERO, R.; MORI, R.; MASSI, L. A química na literatura de Primo Levi: aspectos filosóficos sobre experimentação, matéria e ofício químico. **Química Nova**, [S.L.], v. 46, n. 3, p. 298-306, 2023 <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20230008>.