

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

**QUÍMICA DOS REFRIGERANTES: UM PARADIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA
PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

CUIABÁ-MT
2023
FELLIPE DA SILVA SANTANNA

QUÍMICA DOS REFRIGERANTES: UM PARADIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá-MT, como um dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências Naturais.

Área de concentração: Ciências Naturais nos Ensinos Básico e Superior.

Linha de pesquisa: Processos de Ensino e Aprendizagem em Educação Científica.

Orientadora: Profa. Dra. Irene Cristina de Mello

CUIABÁ-MT

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S232q Santanna, Fellipe da Silva Santanna.

Química dos refrigerantes [recurso eletrônico] : um paradidático como estratégia pedagógica para o ensino de química / Fellipe da Silva Santanna Santanna. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 144 f., il. color., pdf). -- 2023.

Orientador: Irene Cristina de Mello Mello.

Dissertação (mestrado profissional) -- Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2023.

Modo de acesso: World Wide Web: <https://ri.ufmt.br>.

Inclui bibliografia.

1. paradidático. 2. enfoque CTS. 3. química dos refrigerantes. I. Mello, Irene Cristina de Mello, orientador. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "Química dos refrigerantes: um paradidático como estratégia pedagógica para o ensino de química"

AUTOR: MESTRANDO FELIPE DA SILVA SANTANNA

Dissertação defendida e aprovada em 24 de fevereiro de 2023.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. DOUTORA IRENE CRISTINA DE MELLO (PRESIDENTE DA BANCA / ORIENTADORA)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT
2. DOUTOR MARCELO PAES DE BARROS (EXAMINADOR INTERNO)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT
3. DOUTORA CLAUDIA JOSEPH NEHME (EXAMINADORA EXTERNA)
INSTITUIÇÃO: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO - IFMT

CUIABÁ, 24/02/2023.



Documento assinado eletronicamente por **MARCELO PAES DE BARROS**, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso, em 24/02/2023, às 16:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Claudia Joseph Nehme**, Usuário Externo, em 24/02/2023, às 17:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **IRENE CRISTINA DE MELLO**, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso, em 24/02/2023, às 19:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5531172** e o código CRC **0FBF74AF**.

Dedico este trabalho à memória de minha amada mãe, Celma Maria da Silva Santanna,
que partiu tão cedo. Saudades eternas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por guiar meu caminho sempre e ter me direcionado durante toda a realização deste trabalho.

Agradeço à minha família, em especial ao meu pai Ribamar, minha mãe Celma Maria (*in memoriam*) e meus irmãos Rannes, Gabriel e Isabelly, por sempre me apoiarem, incentivarem e acreditarem em minhas decisões, principalmente pela escolha de ser professor.

Agradeço aos meus amigos que, de alguma forma, me incentivaram, apoiaram e estiveram comigo durante os momentos bons e ruins pelos quais passei no processo de realização deste curso de Mestrado. Quero aqui oferecer minha gratidão em especial aos meus amigos Renata, Aldine, Rafaela, Rayton, Pedro, Gedeone, meu primo Matheus e demais amigos que não foram citados, mas que também fazem parte desta conquista.

Um agradecimento especial à minha namorada e doutoranda Iolanda, por compartilhar comigo os prazeres e angústias de ser um pós-graduando, por me apoiar, incentivar e acalmar durante todo o desenvolvimento deste Mestrado Profissional.

Agradeço também aos colegas do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química (LabPEQ) da UFMT-Campus Cuiabá, por contribuírem com a realização deste trabalho e em várias outras atividades acadêmicas. Da mesma forma, agradeço aos colegas da turma de 2021/1 que ingressaram junto comigo neste programa de Mestrado (PPGECN), partilhando diversas experiências e conhecimentos.

Agradeço à Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (Seduc-MT) pela concessão da licença para qualificação profissional para a realização deste mestrado, por meio da qual foi possível me dedicar exclusivamente a todas as atividades acadêmicas e de pesquisa exigidas pelo programa.

Ofereço um agradecimento especial à minha orientadora Profa. Dra. Irene Mello, pela gentileza, compreensão, paciência, conhecimentos adquiridos e pelas diversas experiências acadêmicas proporcionadas, tanto pelo desenvolvimento da pesquisa em ensino de ciências quanto pelas diversas atividades acadêmicas realizadas no curso deste mestrado profissional. Agradeço também à banca examinadora desta dissertação pelas contribuições para o desenvolvimento de uma pesquisa de qualidade.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Mato Grosso por proporcionar uma educação pública, gratuita e de qualidade.

Enfim, gratidão a todos os envolvidos nesta conquista.

RESUMO

Este estudo tem o objetivo de investigar quais as contribuições pedagógicas do livro paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?* na perspectiva dos integrantes do Programa de Residência Pedagógica do curso de Licenciatura em Química da UFMT- Campus Cuiabá. Livros paradidáticos são materiais de pertinência pedagógica que utilizam linguagem científica mais simples, escrita menos formal e leveza na leitura quando comparados aos livros didáticos. Esses materiais fazem uso de esquemas, gráficos, imagens e *design* diferentes para abordar conhecimentos articulados a uma temática de cunho social de modo mais atrativo ao leitor, e são importantes para complementar as estratégias pedagógicas. A bibliografia consultada defende a adoção desses materiais didáticos em sala de aula por tratar-se de um recurso mais chamativo ao estudante, uma vez que disseminam conhecimentos científicos de modo mais simples e articulado a temáticas de cunho social mais atrativas para leitura. Da mesma forma, a abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS) contribui para a superação de modelos de ensino tradicionais e busca relacionar os conhecimentos aos aspectos sociais e tecnológicos envolvidos. Para a realização desta pesquisa, a metodologia adotada foi a abordagem qualitativa do tipo exploratória e documental. A pesquisa foi organizada em duas etapas: na primeira, foi realizada uma análise documental sobre a abordagem do conteúdo “química das bebidas” em seis coleções com seis livros didáticos cada (totalizando 36 livros analisados) aprovados no PNLD/2021 para o ensino médio, além de buscas por paradidáticos que versam sobre o tema. Esta etapa demonstrou que a temática em análise é abordada nas obras das coleções por diferentes vertentes, mas não como ponto central de discussão. Tais abordagens se mostraram superficiais, não trazendo discussões mais complexas que envolvam as implicações sociais e tecnológicas em que a temática pode estar contextualizada. Além disso, a busca por paradidáticos revelou a carência de material que aborde a temática para o ensino de Química na educação básica. Na segunda etapa, foi feita a elaboração do livro paradidático, mediante enfoque da abordagem CTS, articulando a temática “refrigerantes” com diferentes conhecimentos da Química, além de discussões sobre as implicações sociais e tecnológicas envolvidas. A parte final da segunda etapa consistiu em uma avaliação do paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?* pelos integrantes do Programa de Residência Pedagógica, que avaliaram o material a partir de um questionário semiestruturado que abordava diferentes aspectos para avaliação. As avaliações e

considerações realizadas evidenciaram que o livro paradidático elaborado apresenta diversas contribuições didático-pedagógicas, viabilizando seu uso como recurso educacional facilitador da aprendizagem em Química para o ensino médio.

Palavras-chave: livros paradidáticos; química dos refrigerantes; enfoque CTS.

ABSTRACT

This study aims to investigate the pedagogical contributions of the paradidactic book *Chemistry of soft drinks: do we know what we drink?* from the perspective of the members of the Pedagogical Residency Program of the Degree in Chemistry at UFMT-Campus Cuiabá. Paradidactic books are materials of pedagogical relevance that use simpler scientific language, less formal writing and lightness in reading when compared to textbooks. These materials make use of schemes, graphics, images and different designs to address knowledge articulated to a social theme in a more attractive way for the reader, and are important to complement as pedagogical strategies. The consulted bibliography defends the adoption of these didactic materials in the classroom to be a more attractive resource for the student, since they disseminate scientific knowledge in a simpler way and articulated to more attractive social themes for reading. Likewise, the science, technology and society (STS) approach contributes to overcoming traditional teaching models and seeks to relate knowledge to the social and technological aspects involved. To carry out this research, the methodology adopted was the qualitative approach of the exploratory and documental type. The research was organized in two stages: in the first, a document analysis was carried out on the approach to the content "chemistry of beverages" in six collections with six textbooks each (totaling 36 books analyzed) approved in the PNLD/2021 for high school, in addition to searches for paradidactics who deal with the subject. This stage demonstrated that the theme under analysis is approached in the works of the collections from different perspectives, but not as a central point of discussion. Such approaches proved superficial, not bringing more complex discussions involving the social and technological implications in which the theme can be contextualized. In addition, the search for paradidactics revealed the lack of material that addresses the theme for teaching Chemistry in basic education. In the second stage, the preparation of the paradidactic book was carried out, focusing on the STS approach, articulating the theme "soft drinks" with different knowledge of Chemistry, in addition to discussions on the social and technological implications involved. The final part of the second stage consisted of an evaluation of the paradidactic *Chemistry of soft drinks: do we know what we drink?* by members of the Pedagogical Residency Program, who evaluated the material based on a semi-structured questionnaire that addressed different aspects for evaluation. The evaluations and considerations carried out showed that the prepared didactic book presents several didactic-pedagogical contributions,

enabling its use as an educational resource that facilitates learning in Chemistry for high school.

Keywords: paradidactic books; Chemistry of soft drinks; CTS approach.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo do uso de gráficos como elemento didático-pedagógico presentes no paradidático	45
Figura 2 – Imagens estão presentes entre as partes textuais ao longo de todo o livro, sendo uma característica comum dos paradidáticos.	46
Figura 3 – Exemplos de infográficos presentes no paradidático como parte dos elementos didático-pedagógicos	47
Figura 4 – Exemplo do uso de esquema que estão presentes no livro, que substitui textos muito extensos	48
Figura 5 – Quadros com textos rápidos contendo explicações sucintas, curiosidades ou notícias estão contidos no livro	48
Figura 6 – Quadros trazendo a definição de conceitos.....	49
Figura 7 – Alguns exemplos de fórmulas estruturais que aparecem ao longo da obra ..	49
Figura 8 – Foram abordados os conceitos sobre bases fortes e fracas e a baixa alcalinidade que possuem os refrigerantes, usadas para realçar o sabor da bebida	51
Figura 9 – Quadro destacado no livro para explorar conceito dos íons	51
Figura 10 – Explorando o conceito de fenóis e anel aromático quando se fala do sabor característico de remédio de alguns sabores de refrigerantes.....	52
Figura 11 – Explicação sobre a formação da sacarose a partir da glicose e frutose, via ligação glicosídica	53
Figura 12 – Quadro para explicar as definições de grupos orgânicos, os carboidratos, ao falar sobre a sacarose.....	53
Figura 13 – Quadro com as representações das estruturas de compostos orgânicos e inorgânicos (ácido fosfórico), dos acidulantes empregados na fabricação dos refrigerantes	54
Figura 14 – Quadro que aborda a definição de ácidos carboxílicos e breve abordagem da nomenclatura usual e oficial da IUPAC	54
Figura 15 – Quadro destacado com definição sobre o fenômeno da adsorção e ao lado uma ilustração esquemática	55
Figura 16 – Utilizamos imagens e quadro destacado para abordar a definição de polímeros e reação de polimerização.....	56
Figura 17 – Abordagem sobre os tipos de polímeros quanto à natureza da cadeia, que foi seguida de breve texto explicativo, exemplificando o PET.....	56

Figura 18 – Destinamos um tópico para tratar sobre a solubilidade dos gases em refrigerantes.....	57
Figura 19 – Breve texto com imagem para explicar o efeito da temperatura na solubilidade dos gases.....	58
Figura 20 – Uso de quadro destacado para abordar as definições de ácido e base de Arrhenius.....	58
Figura 21 – Explicação à luz da definição de equilíbrio químico sobre a formação de ácido carbônico do refrigerante.....	59
Figura 22 – Abordagem dos fatores que alteram o equilíbrio, dando destaque para a definição do princípio de Le Chatelier.....	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Tempo de docência dos avaliadores.....	67
Gráfico 2: Percentual total de avaliações acerca do Aspecto Técnico do livro.....	70
Gráfico 3: Percentual total da avaliação dos itens sobre o Aspecto Pedagógico do paradidático	73
Gráfico 4: Percentual geral da avaliação quanto ao Aspecto CTS do paradidático	75
Gráfico 5: Resultado das avaliações sobre os momentos mais apropriados para usar o paradidático	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação das coleções de livros didáticos analisados do PNLD 2021 da área de Ciências da Natureza.....	61
Quadro 2 – Resultado da análise das coleções acerca da temática “bebidas” com a quantidade de menções, conteúdos relacionados e resumo da forma que aparecem.....	63
Quadro 3 – Resultado das avaliações dos itens relacionados ao aspecto técnico do paradidático.....	68
Quadro 4 – Resultado das avaliações dos itens relacionados ao aspecto pedagógico do paradidático.....	71
Quadro 5 – Resultado das avaliações dos itens acerca do aspecto CTS do paradidático.....	74

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	MATERIAIS E RECURSOS DIDÁTICOS	19
2.1	Materiais e recursos didáticos: discussões teóricas	19
2.2	Livros paradidáticos	21
3	O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)	26
3.1	Surgimento do movimento CTS	26
3.2	Visões sobre Ciência, Tecnologia E Sociedade	28
3.3	Educação com enfoque CTS	30
3.4	A abordagem CTS nos currículos	33
4	SOBRE A PESQUISA	35
4.1	Sobre o pesquisador	35
4.2	Desenvolvimento da pesquisa	37
4.3	Justificativa da temática	38
4.4	Objeto de pesquisa	39
4.5	O problema investigado	40
4.6	Opção metodológica	41
4.7	Análise documental	41
4.8	Estudo exploratório	42
4.9	Sujeitos da pesquisa	42
4.10	Instrumento de produção dos dados	43
4.11	Análise dos dados	43
5	SOBRE O PARADIDÁTICO	44
5.1	Elaboração do paradidático	44
5.2	Conhecimentos da química abordados no livro	50
5.2.1	Forças de bases e alcalinidade	50
5.2.2	Ânions e cátions	51
5.2.3	Fenóis e anel aromático	52
5.2.4	Ligação glicosídica	52
5.2.5	Dissacarídeos e carboidratos	53
5.2.6	Fórmulas estruturais de compostos orgânicos	54
5.2.7	Ácidos carboxílicos e sua nomenclatura	54
5.2.8	Adsorção como separação de impurezas	55

5.2.9	Polímeros e reação de polimerização	55
5.2.10	Classificação de polímeros quanto ao tipo de cadeia	56
5.2.11	Solubilidade dos gases e o efeito da pressão	57
5.2.12	O efeito da temperatura na solubilidade dos gases.....	57
5.2.13	Teoria ácido-base de Arrhenius	58
5.2.14	Equilíbrio químico.....	59
5.2.15	Princípio de Le Chatelier e os fatores que alteram o equilíbrio	59
5.3	O enfoque CTS no livro.....	60
6	ANÁLISE E DISCUSSÕES.....	61
6.1	Análise dos livros didáticos e paradidáticos	61
6.2	Busca por paradidáticos com o tema bebidas	66
6.3	Avaliação do paradidático	66
6.3.1	Caracterização dos avaliadores.....	67
6.3.2	Avaliação quanto ao aspecto técnico.....	68
6.3.3	Avaliação quanto ao aspecto pedagógico.....	70
6.3.4	Avaliação quanto ao aspecto CTS.....	73
6.3.5	Avaliação quanto ao uso em sala de aula	76
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
	REFERÊNCIAS	84
	APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO DO PARADIDÁTICO.....	87
	APÊNDICE B – PARADIDÁTICO PRODUZIDO.....	93

1 INTRODUÇÃO

Uma das situações mais comuns pela qual a área de ensino de ciências naturais vem passando nos últimos anos se refere a uma considerável demanda por recursos didáticos diferentes dos tradicionalmente utilizados, com foco em propostas contextualizadas, dinâmicas e participativas e que possam ser mais atrativos aos estudantes contemporâneos. Alguns estudos referentes aos livros paradidáticos, entre eles os de Machado (1997), Mello (2004), Dalcin (2007) e Laguna (2001), consideram esses materiais como recursos facilitadores do processo de ensino e aprendizagem, apresentando mais informalidade e leveza nas abordagens, ao mesmo tempo em que buscam realizar uma articulação mais profunda entre o conhecimento científico e a vida social a partir de temáticas chamativas.

Segundo Machado (1997), os livros paradidáticos buscam abordar conhecimentos escolares com temáticas que chamam a atenção do leitor de uma forma mais leve, descontraída e menos formal que os livros didáticos tradicionais. Para isso, geralmente esses materiais utilizam de menos textos e mais esquemas, imagens, ilustrações e outros recursos gráficos mais atrativos. Assim, o autor destaca o papel complementar desses materiais para o professor usar em suas aulas ao mesmo tempo em que chama a atenção para seu uso em uma perspectiva problematizadora e não como uma simples leitura.

Em especial no ensino de Química, os livros paradidáticos têm ganhado espaço em muitos estudos, os quais demonstraram que este recurso constitui uma ferramenta auxiliar da aprendizagem, relacionando muitos temas do cotidiano com conceitos da Química, de forma diferenciada e mais chamativa que o livro didático tradicional. Como exemplos, tem-se o paradidático *QuimiCana* (FERNANDES, 2019), que partiu da temática “cana-de-açúcar” para possibilitar aprendizagem de conceitos da Química; o paradidático *Sua nova majestade a soja* (DAL PUPO, 2015), que abordou a temática “soja”; e, também o *Química forense para o ensino de Química: uma abordagem lúdica e experimental* (OLIVEIRA, 2020), que explorou a temática “investigações forenses associadas aos conceitos químicos”. Todos esses livros foram frutos de pesquisas do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Cuiabá.

Essas abordagens com o cotidiano que estão presentes em obras paradidáticas estão baseadas, muitas vezes, não em uma mera exemplificação, mas em uma articulação mais aprofundada com os aspectos relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade.

Geralmente, essas relações se fundamentam nos pressupostos pedagógicos do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que, segundo Mortimer e Santos (2002), além de possibilitar abordagens contextualizadas, tem o objetivo de desenvolver a alfabetização científica de modo que, além da compreensão de assuntos relacionados a ciência e tecnologia, seja possível ter um ponto de vista crítico sobre as implicações que ambas causam na sociedade.

A abordagem CTS associada aos livros paradidáticos pode ser uma ferramenta muito valiosa para o ensino de Química, no sentido de explorar propostas mais problematizadoras e críticas no processo de ensino e aprendizagem. Os apontamentos de Auler e Delizoicov (2006) corroboram a assertiva, ao discutirem que o movimento CTS busca, sobretudo, superar as visões reducionistas associadas à ciência e tecnologia, tais como a visão acerca da superioridade da ciência, a perspectiva salvacionista e redentora da ciência e o determinismo tecnológico. Logo, as discussões sob um ponto de vista CTS para as aulas de Química constituem uma importante abordagem didático-pedagógica em um viés crítico e de formação cidadã.

Nesse sentido, este estudo investigou as contribuições pedagógicas do paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?*, na perspectiva dos integrantes do Programa de Residência Pedagógica do curso de Licenciatura em Química da UFMT- Campus Cuiabá. Para levar esta investigação a cabo, inicialmente foi realizada uma etapa documental, na qual se estudou a presença da temática em tela nos livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2021 e, também, a disponibilidade no mercado editorial brasileiro de obras destinadas ao ensino de Química que versam sobre o mesmo assunto. Após a elaboração do paradidático a partir dos pressupostos do enfoque CTS, considerando a temática “química dos refrigerantes”, o material foi submetido à avaliação dos integrantes do programa mencionado.

Para apresentar a pesquisa realizada, a presente dissertação foi organizada da seguinte forma: no capítulo 1, discorre-se sobre os pressupostos teóricos sobre materiais e recursos didáticos; no capítulo 2, disserta-se sobre os princípios teóricos do movimento CTS; o capítulo 3 trata da caracterização da pesquisa; o capítulo 4, acerca do livro paradidático elaborado como produto educacional, bem como dos conhecimentos de Química abordados no material; o capítulo 5 apresenta a análise de seis coleções da área de Ciências da Natureza aprovadas pelo PNLD de 2021 e o tratamento dedicado à temática “bebidas”, bem como o resultado das buscas por paradidáticos que versem sobre

a temática em tela; apresenta também a avaliação dos participantes, cuja coleta foi realizada por meio de questionário (Apêndice A); por fim, são apresentadas as considerações finais.

2 MATERIAIS E RECURSOS DIDÁTICOS

Neste capítulo, são abordados os aspectos teóricos sobre os livros paradidáticos enquanto material e recurso didático, apresentando os conceitos, definições, características próprias na perspectiva de diferentes pesquisadores da área.

2.1 Materiais e recursos didáticos: discussões teóricas

Conforme sustentado por Bandeira (2009), um material didático é um recurso pedagógico destinado a fins educativos, com o qual se busca, de maneira instrucional, uma finalidade didática. A definição de material didático se relaciona ao meio material que o suporta. Depende da natureza de seu suporte ou o uso de mídias. Dessa forma, a autora os divide entre: impressos, audiovisuais e de novas tecnologias, todos elaborados para fins educativos. Seja um material impresso, audiovisual ou em mídias digitais, a função didática do material não é alterada.

A utilização de materiais e recursos didáticos é necessária para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, possibilita uma melhor relação entre professor, aluno e conhecimento. Pode-se citar como exemplos de recursos: o giz, o pincel, o quadro negro, projetor multimídia, jogos, passeios de pesquisa, livros didáticos e paradidáticos, entre vários outros. Todos eles têm o intuito de viabilizar condições para que ocorra o processo de ensino e aprendizagem. Contudo, conforme é esclarecido por Souza (2007), é necessário não apenas apresentar o material aos estudantes ou usá-lo de forma indiscriminada, mas sim saber como abordar o recurso com a realidade do aluno de modo que a assimilação do conhecimento estudado tenha efeitos em sua vida.

Souza (2007), no mesmo estudo anteriormente citado, chama atenção para que os materiais didáticos sejam usados considerando o seu intuito pedagógico, e não devem ser vistos apenas como objetos em si:

O uso inadequado de um recurso didático pode resultar no que se chama, ‘inversão didática’, isso acontece quando o material utilizado passa a ser visto como algo por si mesmo e não como instrumento que auxilia o processo de ensino e de aprendizagem, um exemplo disso, seria um professor que deve ensinar matemática com o uso do ábaco apenas deixar as crianças brincarem com o objeto sem resgatar a historicidade do mesmo e sua importância para o ensino da matemática. (SOUZA, 2007, p. 113).

O professor tem um importante papel de mediação entre o material didático e o estudante. Faz-se necessária, portanto, uma boa formação dos docentes acerca da natureza destes recursos, compreendendo sua importância e noção de abordagens. Em outras palavras, o professor deve refletir sobre como, onde e por que utilizar determinado material (SOUZA, 2007).

Um dos materiais didáticos mais utilizados no contexto escolar brasileiro é o livro didático. Aceito por praticamente todos os segmentos da escola, como professores, alunos, pais e gestores, essa ferramenta didática se tornou objeto de política pública do Estado Brasileiro, que passou a distribuí-lo gratuitamente para todas as escolas públicas do país durante praticamente todo o período republicano. Conforme discute Silva (2012), os livros didáticos no país passaram a ser vistos como praticamente “sagrados”, sendo motivo de preocupação e discussões pela imprensa e a mídia no geral em assuntos que focavam mais em assuntos ideológicos – qualidade e conteúdo – do que nas condições em que realmente são utilizados em sala de aula.

Silva (2012) critica o foco que é dado pela imprensa e mídia sobre os livros didáticos, pois as discussões levantadas não contribuem com os debates realmente necessários sobre como estas ferramentas didáticas desempenham sua função na escola brasileira:

Entretanto, as condições concretas sob as quais estes materiais são utilizados por professores e alunos não são alvo de discussões tão apaixonadas e acaloradas. Assim, a fetichização do livro didático parece ofuscar discussões significativas como o papel que ele desempenha e o que deveria desempenhar no ensino, como é e como poderia ser utilizado ou, ainda, as reais condições de formação, trabalho e de ensino/aprendizagem enfrentadas por professores e alunos no cotidiano das escolas brasileiras. (SILVA, 2012, p. 817).

Para o ensino de Ciências em geral, os materiais didáticos impressos, como o livro didático, constituem-se como importante ferramenta pedagógica tradicionalmente utilizada para o processo de aprendizagem. Além disso, seu teor é completamente influenciado por uma série de fatores, como correntes pedagógicas, políticas, ideologias, currículo e metodologias de ensino. O aperfeiçoamento na elaboração destes materiais tem ganhado muitas contribuições e estudos nos últimos anos, principalmente com os avanços na política do Plano Nacional do Livro Didático – PNLD (NÚÑEZ *et al.*, 2003).

Em um levantamento sobre as concepções que os professores mais esperam em um livro didático de Ciências, realizado no estado de São Paulo, Fracalanza e Neto (2003)

obtiveram como alguns de seus resultados: integração e articulação dos conteúdos abordados; textos, ilustrações e atividades diversificadas; informações atualizadas e linguagem adequada ao aluno; estímulo à reflexão, ao questionamento e indagações. Fato é que tais concepções, hoje, representam alguns pressupostos do ensino de Ciências concebido em um viés investigativo, problematizador, contextual e alinhado às implicações sociotecnológicas dos assuntos abordados.

Considerando que é cada vez mais necessária a presença de materiais para o ensino de Ciências capazes de incorporar, além da dimensão técnica, as dimensões históricas, políticas, econômicas, tecnológicas e sociais, e ao mesmo tempo estimular a participação e engajamento dos estudantes no estudo das ciências naturais, é oportuno pensar, por exemplo, na produção de livros paradidáticos. Tais materiais atuam servindo como um material complementar, capaz de estimular a aprendizagem dos estudantes de forma mais leve e interessante. O próximo tópico será destinado a esclarecer um pouco sobre a natureza destes materiais didáticos.

2.2 Livros paradidáticos

O termo paradidático é de origem brasileira e surgiu na década de 1970, quando a Editora Ática passou a produzir a *Série Bom Livro*, que consistia em um conjunto de obras literárias acompanhadas de complementos ao final do livro com atividades para os alunos e também com orientações metodológicas e pedagógicas para o professor. Esses livros tinham o objetivo de facilitar e incentivar a leitura dos estudantes, estimulando-os com as atividades complementares ao final da obra (CAMPELLO; SILVA, 2018). Cabe ressaltar que neste momento, tais obras paradidáticas buscavam somente o incentivo à leitura, mas ainda não se propunham a abordar temáticas próprias das disciplinas do currículo.

Dessa forma, com o intuito de servir como material complementar aos livros didáticos das disciplinas curriculares, começaram a surgir livros que contemplavam temáticas de estudos das disciplinas escolares. Tais obras se propunham a abordar, de forma mais fácil e interessante, os assuntos e temáticas das disciplinas. É neste contexto que, por serem obras que buscavam disseminar informações, conteúdos específicos e possuir intenção pedagógica, surge a expressão *livro paradidático* (CAMPELLO; SILVA, 2018).

A principal diferença que pode ser atribuída entre os livros didáticos e paradidáticos está na forma como são tratados os assuntos. Enquanto o didático trata as

informações com formalidade, sistematização e linguagem padrão, os paradidáticos têm uma abordagem mais leve, informal, com linguagem menos rígida e geralmente são acompanhados de temáticas que chamam a atenção e interesse do leitor. Essas características não diminuem sua pertinência pedagógica, de modo que esses livros podem ser destinados a auxiliar o processo de ensino e aprendizagem (MUNAKATA, 1997).

A partir dessa diferenciação, pode-se dizer que estes materiais têm função complementar no processo de ensino e aprendizagem nas escolas. Além de contribuir na diversificação de materiais e recursos pedagógicos, os livros paradidáticos surgem como uma estratégia de superação da fragilidade e no uso isolado dos livros didáticos tradicionais, como define Munakata (1997, p. 103):

Em suma, o que define os livros paradidáticos é o seu uso como material que complementa (ou mesmo substitui) os livros didáticos. Tal complementação (ou substituição) passa a ser considerada como desejável, na medida em que se imagina que os livros didáticos por si sejam insuficientes ou até mesmo nocivos. A carência de paradidáticos e desqualificação dos didáticos são faces da mesma moeda. A área de História e assemelhados, que lida com temas da atualidade, é particularmente propícia para fomentar essas carências. Mas os paradidáticos podem proliferar em qualquer área: como todo assunto é, em tese, verticalizável, o seu temário é inesgotável. A crítica, também freqüente, de que o livro didático traz verdades ‘prontas e acabadas’ abre brechas para lançamento, por uma mesma editora, de paradidáticos sobre o mesmo tema, a título de ‘confronto de idéias’.

A função complementar dos livros paradidáticos também aparece nos apontamentos de Laguna (2001, p. 48), para quem estes livros vão além da área de Literatura:

Os livros paradidáticos atendem à Literatura e a todas as outras disciplinas, procurando ajudar professores e enriquecer a vida do aluno. Com visual e temas adequados, esses livros procuram despertar o hábito da leitura e levantar questionamentos que antes ficavam à margem da vida escolar, objetivando complementar informações de maneira leve e ágil.

Do ponto de vista econômico, os paradidáticos são uma alternativa rentável para as editoras. Por serem obras que trazem temáticas que chamam a atenção e por possuírem linguagem mais acessível e de fácil compreensão, as publicações pelas editoras tendem a aumentar. Da mesma forma, como é esclarecido por Zamboni (1991) e corroborado por

Munakata (1997), se comparado aos livros didáticos, o custo de produção é mais baixo e são mais simples de serem elaborados. Entretanto, diferente dos livros didáticos, os paradidáticos não são objeto de compra pelo Estado; logo, é necessário que as obras criadas apresentem potencial de circulação no mercado.

A forma como os conteúdos curriculares estão organizados no paradidático depende de como o autor irá fazer a associação da temática com os assuntos das disciplinas. Dalcin (2007), na tentativa de caracterizar e compreender o viés pedagógico dos livros paradidáticos de Matemática, propôs uma organização de como o conteúdo pode ser alinhado às temáticas: a partir de uma *narrativa ficcional*; por meio de uma *narrativa histórica*; ou mediante uma *abordagem pragmática*. Assim, pode-se dizer que a maneira como são tratados os conteúdos juntamente com a temática favorece uma escrita bem aberta e que deve chamar a atenção do leitor (MUNAKATA, 1997).

Uma das características mais importantes que um livro paradidático precisa ter é a capacidade de estimular a aprendizagem e trazer informações corretas, de modo a tornar mais interessante o assunto. Assim, a partir de abordagens temáticas contemporâneas e linguagem leve, mas sem incluir textos “didatizados” tal qual os livros didáticos tradicionais (CAMPELLO; SILVA, 2018), a variedade do perfil de leitores se torna maior e mais acessível. Nesse sentido, enquanto recurso pedagógico, os livros paradidáticos podem servir como ferramenta de apoio para os diferentes perfis de alunos dentro da sala de aula, tendo em vista que parte dos estudantes não se sentem atraídos pelos livros didáticos tradicionais.

É a partir dessa perspectiva, dentre outras, que é possível compreender a natureza pedagógica do uso de livros paradidáticos no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, para o ensino de Ciências há contribuições no sentido da superação de práticas pedagógicas tradicionais, que têm como foco a centralização no uso do livro didático e atividades de memorização de conceitos e teorias. Nesse sentido, trazer propostas diferentes e que sejam mais atrativas faz parte da ideia do uso de livros paradidáticos no ensino de Ciências, voltado para uma aprendizagem mais crítica, reflexiva, interdisciplinar e que proporcione compreensão adequada sobre o processo de construção do conhecimento científico.

Um estudo realizado por Carneiro e Silva (2017) sustenta que o livro paradidático é um material que facilita a compreensão de conceitos químicos e estabelece conexões e contextualizações com o assunto discutido. Da mesma forma, Machado (1997) associa o surgimento dos paradidáticos de Química, no contexto dos anos 90, como um novo

recurso capaz de chamar a atenção do leitor, por meio de tratamentos menos formais, interlocução dos saberes, situações cotidianas, imagens, infográficos e *designs* diferentes. Desde então, a elaboração de paradidáticos cresceu bastante, sendo a editora Ática a pioneira no assunto (MELO, 2004).

Consequentemente, tais características contribuem para o uso deste recurso pelo professor em suas aulas de Química, na medida em que influenciam maior participação dos estudantes no estudo da disciplina. Outro ponto destacado por Machado (1997) se refere ao fato de que, indiretamente, o uso de paradidáticos de ciências, de certo modo, influencia no aumento do interesse do leitor pela carreira científica.

Em particular no ensino de Química, alguns estudos já foram realizados sobre o uso de livros paradidáticos enquanto estratégia pedagógica. Tendo como principal característica a contextualização dos conteúdos com temáticas regionais do estado de Mato Grosso, os estudos de Fernandes (2019) – que tratou a temática “cana-de-açúcar” para produzir a obra *QuimiCana* – e Dal Pupo (2015) – que abordou a temática “soja” ao elaborar o livro *Sua Nova Majestade a Soja* – são alguns exemplos. Nestes trabalhos¹, os paradidáticos foram elaborados a partir do enfoque CTS, trazendo não só os conteúdos associados às temáticas em questão, mas também os aspectos históricos, tecnológicos e as implicações sociais envolvidas.

Nessas mesmas pesquisas, as autoras, após a elaboração dos livros, realizaram uma avaliação na visão de professores integrantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), do curso de Licenciatura em Química da UFMT-Campus Cuiabá, sobre os paradidáticos, investigando os aspectos pedagógicos, organizacional, do enfoque CTS e também sobre sua utilização em sala de aula. Em ambos os estudos, foi possível perceber a capacidade de contextualização e alinhamento aos conteúdos com enfoque CTS, bem como uma maneira de investigar as potencialidades pedagógica e didática das obras para o ensino de Química.

Da mesma forma, é a partir desses alinhamentos que o livro paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?* também foi produzido. Tendo como base os pressupostos do enfoque CTS, o paradidático aborda conhecimentos químicos a partir da temática “bebidas”, de modo a explorar, além de aspectos técnicos, os desdobramentos no campo histórico, cultural, político, econômico, tecnológico e social inerentes à

¹ Estes trabalhos são produtos educacionais de pesquisas desenvolvidas no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN) da UFMT – Campus Cuiabá, o mesmo programa do qual os autores fazem parte.

temática proposta. Isto posto, o estudo prosseguiu com investigação sobre as possíveis contribuições pedagógicas do livro para o ensino de Química, a partir da avaliação de professores graduandos, professores atuantes na educação básica e professores formadores.

3 O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

Neste capítulo, apresentamos uma abordagem teórica sobre os fundamentos do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). São discutidos aspectos relacionados à definição, às características e reflexões acerca do assunto, tendo em vista a perspectiva de diferentes estudos.

3.1 Surgimento do movimento CTS

Em virtude do acelerado desenvolvimento da ciência e da tecnologia, que ocasionou mudanças significativas no modo de vida das sociedades – o que também inclui os aspectos econômico e político –, surgiram discussões no meio educacional sobre a necessidade formativa voltada para um olhar crítico sobre ciência, tecnologia e sociedade. Essa necessidade, conforme discute Santos (2012), resultou, dentre outras implicações, no que hoje chamamos de “educação CTS”, “movimento CTS” ou até mesmo “enfoque CTS”, que procura incorporar nos currículos de ciências propostas pedagógicas que contemplem, necessariamente, um olhar crítico sobre o bem-estar da sociedade proveniente dos avanços científicos e tecnológicos.

Esse movimento surgiu primeiramente na Europa, Estados Unidos, Canadá e Austrália, em decorrência do início do processo de desenvolvimento da ciência e tecnologia nesses países. Posteriormente, chegou ao Brasil por volta da década de 70. Tendo em vista esses contextos, a proposta de ensino em CTS, segundo Pinheiro, Fagundes e Vaz (2009), teve o seu surgimento caracterizado em decorrência das consequências marcadas pelo avanço da CT nas sociedades, considerando algumas condições muito importantes:

O agravamento dos problemas ambientais pós-guerra, a tomada de consciência de muitos intelectuais com relação às questões éticas, a qualidade de vida da sociedade industrializada, a necessidade da participação popular nas decisões públicas, estas cada vez mais sob o controle de uma elite que detém o conhecimento científico e, sobretudo, o medo e a frustração decorrentes dos excessos tecnológicos propiciaram as condições para o surgimento de propostas de ensino CTS. (PINHEIRO *et al.*, 2009 p. 109).

Algumas das mais importantes discussões sobre a implementação do movimento CTS no contexto brasileiro, conforme apontado por Auler e Bazzo (2001), diz respeito à

compreensão dos fatores históricos e econômicos que determinaram a presença da modernidade científica e tecnológica na sociedade brasileira. Em síntese, os autores esclarecem que as influências da globalização, o caráter consumista, a presença da indústria internacional e a ausência de política de investimentos em ciência e tecnologia genuinamente nacionais marcaram o início da modernidade no país, que foi caracterizada pela importação tecnológica provenientes de países mais avançados.

Ao mesmo tempo em que o desenvolvimento científico e tecnológico crescia, trazendo muitos benefícios, comodidades e avanços que resultaram em uma melhor qualidade de vida da sociedade, as implicações ocasionadas chamaram atenção, como destacaram Pinheiro e Bazzo (2005), para a problemática de que tudo que se pode fazer tecnicamente, como produto da ciência e tecnologia, também deve ser feito moralmente. Em outras palavras, todos os benefícios resultantes também devem ser pensados em suas implicações, que, em muitos casos, também trazem malefícios. Entretanto, essa visão simplista que condiciona o progresso social ao avanço científico-tecnológico ainda é predominante entre os cidadãos, e muitas vezes não dá espaço para discussões mais profundas e críticas sobre essa problemática.

Como consequência, é necessário que, além de uma percepção somente sobre os benefícios técnicos, a sociedade passe a refletir sobre os impactos dos produtos da ciência e da tecnologia, compreendendo toda a magnitude envolvida também dentro dos aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais envolvidos. Isso implica destacar a necessidade de formação para a cidadania com consciência, como apontado por Pinheiro e Bazzo (2005, p. 26):

Torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham atingir o meio onde vive. É necessário que a sociedade em geral comece a questionar os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre o seu entorno e consiga perceber que, muitas vezes, certas atitudes não atendem a maioria, e sim aos interesses da classe dominante.

Isto é, na maioria das vezes, o que é disseminado entre a sociedade é um enfoque majoritariamente técnico dos produtos científico-tecnológicos dos tempos modernos em detrimento dos fatores sociais, acarretando em uma compreensão equivocada de uma suposta neutralidade e absolutismo da ciência e da tecnologia. É nesse contexto que surgem as investigações associadas ao movimento CTS, sendo diretamente associada à

formação para cidadania por um viés reflexivo sobre a natureza da ciência e tecnologia, considerando suas relações com o meio social e seus desdobramentos políticos, econômicos, ambientais e democráticos.

3.2 Visões sobre Ciência, Tecnologia E Sociedade

Morin (2005) aponta que existem relações e problematizações diretas às quais a ciência está intimamente ligada e sofre interferências. Apesar de haver desenvolvimento da ciência, nem os próprios cientistas conseguem controlar o poder que ela exerce. Existem instâncias poderosas que são capazes de manipular os produtos da ciência em seu favor, e estão reconcentradas principalmente nos fatores econômicos e políticos. Como consequência, ao mesmo tempo em que se pode verificar os lados positivos da ciência, também há de se considerar o seu perfil maléfico e as influências que este exerce nas mais diversas esferas da história e da sociedade.

Um dos problemas comumente atribuído às visões de ciência está no fato de que, muitas vezes, as perspectivas históricas e sociais estão isentas do discurso das ciências da natureza. Há uma maior ênfase em se preocupar somente com os aspectos técnicos e quantitativos em detrimento das esferas sociais e históricas a que estão submetidas as produções de conhecimento. Morin (2005) discute essa problemática, esclarecendo o caráter humano envolvido em qualquer processo científico, que por ser produzido pelo ser humano, é fruto da cultura humana:

Constituiu-se grande desligamento das ciências da natureza daquilo a que se chama prematuramente de ciências do homem. De fato, o ponto de vista das ciências da natureza exclui o espírito e a cultura que produzem essas mesmas ciências, e não chegamos a pensar o estatuto social e histórico das ciências naturais. Do ponto de vista das ciências do homem, somos incapazes de nos pensar, nós, seres humanos dotados de espírito e de consciência, enquanto seres vivos biologicamente constituídos. (MORIN, 2005, p. 17).

Outra recente preocupação associada às visões de ciência é a de que esta, cada vez mais, está deixando de ser pensada, refletida, meditada. No lugar, a ciência está cada dia mais servindo como um acúmulo em banco de dados isolado, fragmentado e superespecializado, para servir a uma lógica puramente utilitarista. Morin (2005) esclarece essa problemática, propondo uma reflexão sobre o autoconhecimento da ciência para a consolidação do campo epistemológico e da superação da fragmentação excessiva

e superespecializada da ciência, que faz com que o especialista passe a não reconhecer os outros campos fora da sua disciplina, e o não-especialista renuncie à capacidade de refletir sobre o mundo, a vida e a sociedade.

A visão reducionista de CT tem, em seu discurso, a presença dos seguintes mitos: superioridade da ciência e o endosso do modelo de decisões tecnocráticas; perspectiva salvacionista da ciência e tecnologia e o determinismo tecnológico. Essas visões representam significados equivocados sobre a CT e não estão alinhadas a uma prática de ensino que contemple uma abordagem CTS propriamente dita. Nesse sentido, Mortimer e Santos (2002) salientam que o movimento rompe com a visão reducionista de ciência e tecnologia, e proporciona uma visão ampliada, considerando todas as complexidades envolvidas diretamente com as implicações sociais e tecnológicas do assunto estudado.

A visão relacionada à superioridade da ciência e ao modelo de decisões tecnocráticas diz respeito ao fato de que a ciência possui maior importância e relevância do que outras formas e áreas de conhecimento, tal qual o “cientificismo” aplicado às Ciências da Natureza como ciência mais importante. Com isso, os modelos de decisões nas esferas da sociedade seriam baseados na perspectiva puramente técnica, sem considerar outros fatores. Contudo, Auler e Delizoicov (2006) estabelecem que deve haver a ideia de que a ciência não é um conhecimento absoluto, e as decisões na esfera social devem levar em conta, além da natureza da ordem democrática, as variáveis políticas, econômicas e históricas envolvidas.

Por sua vez, a visão salvacionista e redentora da ciência considera que apenas esta, juntamente com a tecnologia, irá salvar o mundo e resolver todos os problemas da humanidade; já o determinismo tecnológico estabelece que a tecnologia é o que guia e determina o desenvolvimento da sociedade. Ambas as visões são equivocadas, segundo as posições e argumentos de Auler e Delizoicov (2006). Tanto no primeiro caso como no segundo, o fator do ser humano e sua relação com o meio, os fatores econômicos, contextos históricos e decisões políticas também têm peso na tentativa de soluções dos problemas ou para garantir o desenvolvimento de uma sociedade. A ciência e tecnologia por si só, não dão conta de todos os problemas ou tampouco irão ditar o desenvolvimento da sociedade. Estes fatores são fundamentais para a compreensão de uma visão mais complexa sobre CT.

3.3 Educação com enfoque CTS

Mortimer e Santos (2002, p. 5), em seus estudos sobre a abordagem ciência, tecnologia e sociedade, estabelecem que o objetivo central da educação em CTS é

desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões.

Portanto, não se trata de simplesmente ensinar determinado assunto da ciência de forma ingênua e isolada, mas considerar a perspectiva de construção científica, suas possíveis implicações tecnológicas e suas relações diretas com a dimensão social.

Com essa perspectiva, Auler (2007) salienta que as propostas pedagógicas baseadas no enfoque CTS contemplam a incorporação de algumas dimensões essenciais: temas de relevância social, interdisciplinaridade e a democratização de processos de tomadas de decisão envolvendo ciência e tecnologia. Esses elementos são fundamentais na hora de elaborar materiais, currículos, realizar atividades ou práticas educacionais que estão alinhadas ao enfoque CTS e, no contexto brasileiro, se torna uma alternativa pedagógica relevante para a prática do ensino de ciências em geral.

Em um de seus estudos sobre esse movimento e sua relação com a alfabetização científica, Auler e Delizoicov (2006) discutem as visões que comumente são atribuídas a ciência e tecnologia. Os autores trouxeram duas visões antagônicas que podem representar a prática pedagógica dos professores de ciências: a visão reducionista e a visão ampliada. A primeira, segundo os autores, está associada a uma abordagem equivocada de CT, marcada pela presença dos mitos acerca da temática, enquanto a segunda representa a visão mais adequada e coerente para o ensino de ciências.

Dessa forma, ao contrário da visão reducionista, uma visão ampliada de ciência e tecnologia proporciona, entre outros aspectos, a inclusão dos processos históricos, sociais, econômicos e políticos relacionados ao tema, espaço para o desenvolvimento crítico, compreensão ampla dos temas sociais, além de dar base para a formação da cidadania. Essa visão também é exposta por Santos (2011, p. 304):

Essa visão ampliada de CTS se caracteriza como uma visão crítica, no sentido de considerar relações sociopolíticas e forças de poder presentes em CT, em uma perspectiva de transformação para um novo modelo de

desenvolvimento. Ao contrário, a visão reducionista da educação científica CTS reproduz um modelo ideológico de submissão a um sistema tecnológico já estabelecido.

Considerar o enfoque CTS como modo de rompimento do pensamento reducionista e antidemocrático também contribui com práticas pedagógicas voltadas para o pensamento crítico e reflexivo. Auler (2007) considera que o enfoque CTS está completamente ligado ao desenvolvimento da alfabetização científica, de modo a promover uma leitura crítica da realidade. Nesse sentido, o autor cita Paulo Freire ao sustentar a ideia da superação dos modelos de decisões tecnocráticas, com base na democratização das decisões em temas que envolvam ciência e tecnologia e a compreensão das forças de poder existentes. O autor ainda estabelece a relação direta que essa discussão tem com a perspectiva freiriana da “superação da cultura do silêncio”.

Logo, isso também implica dizer que a prática de ensino de ciências no enfoque CTS pressupõe uma abordagem crítica, problematizadora e contextual e, portanto, necessita de uma formação de professores adequada. Auler e Delizoicov (2006, p. 337), em seus apontamentos sobre a visão de professores sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostram concepções, que levaram ao “Endosso ao modelo de decisões tecnocráticas, passividade diante do desenvolvimento científico-tecnológico e a superação da perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia (CT)”.

Em outras palavras, essas discussões também levam a considerar que o ensino de ciências em uma abordagem CTS se preocupa em trabalhar por uma perspectiva epistemológica sobre a ciência que possa romper com a modo ingênuo tradicional, para dar espaço a visões mais complexas, reflexivas e críticas sobre sua natureza, compreendendo seus lados bons e ruins. Nesse sentido, Morin (2005) salienta a necessidade de superar visões extremas relacionadas a conceber a ciência entre boa ou má:

Para conceber e compreender esse problema, há que acabar com a tola alternativa da ciência "boa", que só traz benefícios, ou da ciência "má", que só traz prejuízos. Pelo contrário, há que, desde a partida, dispor de pensamento capaz de conceber e de compreender a ambivalência, isto é, a complexidade intrínseca que se encontra no cerne da ciência. (MORIN, 2005, p. 16).

Consequentemente, Santos (2011) salienta que as propostas do ensino de Química baseadas nas considerações dessas relações, dão condições para o exercício da cidadania,

caracterizada pela participação social e aquisição de valores. O autor expõe a necessidade de desenvolver uma educação científica que auxilie o indivíduo na sua tomada de decisões no meio social em que está inserido:

Assim, entendemos que o ensino de ciências contribuirá para a formação da cidadania na medida em que favorecer a participação dos alunos na vida comunitária. Para isso, é preciso desenvolver a participação dos estudantes para que eles se engajem nas decisões da cidade. É assim que concebemos uma educação para cidadania como educação para tomada de decisão, o que implica na necessidade de desenvolver a faculdade de julgar. (SANTOS, 2011 p. 301).

Partindo do pressuposto defendido pelo autor, muitas contribuições dentro do ensino de Química têm levado a discussões sobre o papel da educação científica, no âmbito da Química, em favor da cidadania. Nesse mesmo estudo, o autor reforça essa ideia, na qual também sustenta a cidadania como participação do indivíduo na sociedade e ressalta a importância do estudo da Química para auxiliar esse processo, o qual inclui o enfoque CTS. Além do mais, destaca o processo de “enculturação” da ciência em uma sociedade marcada cientificamente e tecnologicamente, reforçando a ideia crítica do enfoque CTS:

Essa educação CTS teria um papel central de propiciar um processo de domínio cultural dentro da sociedade tecnológica, em que a linguagem científica se constitua como ferramenta cultural na compreensão da cultura moderna. Com esse domínio espera-se que os cidadãos possam participar cada vez mais de decisões de ciência e tecnologia, que, em geral, são decididas basicamente por técnicos. Entendemos que essa participação cívica não se restringe a simples escolha de tecnologias, mas em uma visão crítica do processo tecnológico, o que implica abordagem crítica das relações CTS. (SANTOS, 2011 p. 303).

Em suma, o enfoque CTS é um caminho que busca orientar as práticas de ensino de ciências em uma perspectiva crítica, com foco no desenvolvimento da cidadania. Isto é, o ensino de ciências deve estar pautado na busca pela superação do modelo tradicional e reducionista de compreensão da ciência e tecnologia. É preciso incorporar práticas e princípios pedagógicos que lidem com a CT sem os tradicionais mitos que lhe são atribuídos. Nesse sentido, a educação com enfoque CTS busca romper com essa visão e trazer uma abordagem mais crítica e atuante sobre a sociedade, na constante busca pela efetivação do exercício da cidadania e consolidação da alfabetização científico-tecnológica aos sujeitos nela inseridos.

3.4 A abordagem CTS nos currículos

A abordagem do enfoque CTS nos currículos tem sido organizada em três tipos de estruturação, conforme esclarecido por Pinheiro e Bazzo (2005): enxerto CTS (acrescenta-se às disciplinas de ciências tradicionais alguns temas CTS); ensino de ciências e tecnologia por meio do CTS (seleciona-se o conteúdo científico a partir de temáticas CTS); e o CTS puro (o conteúdo científico tem papel secundário, priorizando as discussões CTS). Com essas formas de organização, percebe-se que o nível de abordagem do enfoque CTS está diretamente associado às propostas pedagógicas dos currículos, e de modo geral, podem associar a adesão ao enfoque, como modo de superação de práticas tradicionais.

No Brasil, há visões sobre o ensino de ciências que são discutidas pelo enfoque CTS encontradas em documentos curriculares oficiais, ainda que não citadas explicitamente. Na etapa

Na parte dedicada aos pressupostos do ensino na área de ciências da natureza na etapa do ensino médio, a *Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio* (BRASIL, 2018) expressa preocupação pela importância em formar visões mais críticas e complexas sobre ciências, na busca de uma formação para a cidadania. Ainda, nota-se que seu objetivo também consiste, a partir de uma compreensão contextualizada sobre os assuntos de ciência e tecnologia, que o estudante possa intervir e atuar em seu meio social:

No Ensino Médio, a área deve, portanto, se comprometer, assim como as demais, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Os estudantes, com maior vivência e maturidade, têm condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema. (BRASIL, 2018, p. 537).

Dentro destas proposições da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e suas ligações indiretas com o movimento CTS, o documento curricular também acabou gerando uma nova possibilidade de integrar ciência e tecnologia com outras áreas, propondo atividades de ensino que reúnam as áreas de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática, denominada pelo acrônimo inglês STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*). Essa outra proposta busca a realização de atividades

que possibilitem a compreensão de conceitos das ciências e matemática aplicada às áreas de engenharia, artes e tecnologia.

No trabalho desenvolvido em sala de aula, cabe salientar que a efetivação da incorporação do enfoque CTS depende do que é praticado pelo professor. É necessária uma formação adequada, como discutido nos tópicos anteriores, para que as visões corretas sobre ciência e tecnologia sejam abordadas, afim de que haja um processo de ensino e aprendizagem que rompa com as visões reducionistas e tradicionais, buscando construir uma postura crítica, problematizadora e de formação para a cidadania.

4 SOBRE A PESQUISA

Neste capítulo, tratamos de discorrer sobre os caminhos metodológicos para a realização da pesquisa. Assim, apresentamos o objetivo da pesquisa, os pressupostos metodológicos, o problema investigado, os sujeitos envolvidos bem como o objeto de estudo.

4.1 Sobre o pesquisador

Neste tópico busco recordar algumas memórias de minha trajetória acadêmica e profissional que me trouxeram até a realização desta pesquisa de Mestrado Profissional.

Me chamo Felliipe da Silva Santanna, tenho 26 anos e sou natural de Anápolis-Goiás, onde morei até os meus 22 anos; atualmente, moro em Rondonópolis-Mato Grosso. Sou licenciado em química e professor efetivo da educação básica da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (Seduc-MT).

Concluí o ensino médio aos 17 anos em 2013, em escola pública de Goiás, na cidade de Anápolis. Na época, estudei o 3º ano do ensino médio em período integral, por meio de um novo programa do governo do estado. Com minha nota do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), escolhi o curso de Licenciatura em Química no Instituto Federal de Goiás (IFG). Na época fiquei com muitas dúvidas sobre qual curso escolher, como muitos adolescentes que recentemente estão saindo do ensino médio.

Entretanto, desde pequeno sempre tive muito apreço pela profissão de professor e gostava muito da disciplina de química. Alguns amigos docentes me falavam que eu tinha vocação. Lembrei, então, de uma apresentação que fiz no 2º ano, durante a aula de Biologia, sobre os cnidários, organismos que vivem em ambientes aquáticos. Gostei muito do tema e preparei uma apresentação, sozinho, pois o restante do grupo não tinha se preparado. Levei um *notebook* que tinha e apresentei com *slides*, pelo computador mesmo. A professora me elogiou muito e me disse que, como tinha uma boa explicação, me sairia bem se fosse professor.

Então, em 2014 ingressei no curso de licenciatura em Química no período noturno no IFG de minha cidade, que ficava a cerca de 10 km da minha casa. Saía de casa às 17h30 e voltava às 23h30, de segunda a sexta-feira. Muitas vezes, ia para a faculdade mais cedo, no período da tarde, para estudar na biblioteca do campus. No primeiro período do curso, gostei muito das disciplinas e vi que estava no lugar certo; sentia prazer ao

estudar aqueles assuntos sobre a Estrutura e Propriedades da Matéria (Química Geral). Já no segundo semestre, consegui bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), de iniciação à docência pelo PIBID, o que me ajudou bastante a me manter no curso. Infelizmente, no segundo semestre de 2014 minha mãe faleceu e este acontecimento mudou radicalmente a dinâmica da minha vida em todos os aspectos, mas segui firme.

Nesta trajetória do PIBID, tive experiências muito proveitosas para minha formação enquanto professor da educação básica. Desde a fase de observação até a de regência, conheci um pouco sobre a realidade da profissão em escolas públicas, sobretudo o compromisso que tinha enquanto professor de química em formação para o desenvolvimento de uma educação básica de qualidade. Foram vários momentos que vivenciei em algumas escolas. A riqueza do processo educativo está na sua dinamicidade, nas relações humanas que estabelecemos e o poder transformador que tem a educação.

Já no início de 2017, decidi participar de um projeto de pesquisa pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), como voluntário, na área de química orgânica e produtos naturais. No início do semestre de 2017, surgiu uma oportunidade pelo Programa Mais Educação, para lecionar aulas de reforço de Português e Matemática para alunos do 5º ano do ensino fundamental com o objetivo de preparar os alunos da rede municipal para a Prova Brasil. Foi ali, de fato, minha primeira experiência como professor regente, apesar de não ser minha área propriamente dita. Foi uma experiência muito proveitosa e que abriu outras portas para o início de minha carreira profissional enquanto professor. Posteriormente, no segundo semestre de 2017 fui convidado novamente para lecionar aula de reforço em Matemática para turmas de 9º ano, mas em outra escola, agora da rede estadual.

Com essas aulas, surgiu outra oportunidade na mesma escola: uma professora havia entrado de licença-maternidade e a diretora me propôs sair das aulas de reforço e assumir as aulas da professora, que eram de Química e Matemática. Aceitei a oportunidade e, assim, estava de fato com aulas na minha disciplina. Esse período foi muito corrido, pois estava terminando o trabalho de conclusão de curso (TCC), com pesquisa sobre filmes biodegradáveis à base de amido, o que exigia algumas atividades em laboratório, mas, no final, consegui conciliar e deu certo.

Ainda no mesmo ano, realizei alguns concursos para professor e outras áreas. Em um desses concursos, surgiu vaga para professor no estado de Mato Grosso. Na época estava com as aulas de Química e Matemática na escola e outros professores também

iriam participar do certame. Aproveitei e nos organizamos para irmos juntos fazer a prova. No final, fui aprovado em quarto lugar, mesmo com os entraves para ir prestar a prova da fase didática, mas tudo deu certo.

Com esta conjuntura, precisava urgentemente concluir o curso e obter o diploma, já que estava no último ano do curso. Então, tive que acelerar o TCC, que defendi no segundo semestre de 2017, e dei entrada para realizar colação de grau especial devido à aprovação no concurso público. Assim sendo, coleí grau em fevereiro de 2018. Em maio do mesmo ano, me mudei para a cidade de Rondonópolis e fui empossado no concurso em Cuiabá, lotando como professor de química na Escola Estadual Elizabeth de Freitas Magalhães, em Rondonópolis no bairro Jardim Atlântico. Desde então, sou professor na mesma escola, em turmas do ensino médio regular e educação de jovens e adultos (EJA), onde vivi e tenho vivido momentos incríveis enquanto professor.

Como forma de transformar a realidade educacional da escola onde atuo e para um maior aprofundamento teórico e reflexivo sobre minha prática educativa, em 2020 ingressei no curso de Mestrado Profissional em ensino de Ciências Naturais para dar prosseguimento ao meu percurso acadêmico. Escolhi o programa pelo fato de ser profissional, que exige a elaboração de um produto educacional voltado para a minha área de atuação. Nesse sentido, a realização da pós-graduação tem me proporcionado diversas experiências e contribuições no campo teórico, crítico e de reflexão, onde já participei de diversas atividades acadêmicas, desde a realização das disciplinas à participação em grupo de pesquisa.

Nessa perspectiva, quando foi feita a proposta de pesquisa pela Profa. Dra. Irene, gostei bastante das possíveis discussões sobre livros paradidáticos e a necessidade que o ensino de Química tem desses materiais. Com isso, a escolha da temática considerou a vivência dos estudantes e o potencial chamativo do tema refrigerantes, que podem possibilitar diferentes articulações com os conhecimentos da Química. Espero, assim, desenvolver conhecimento científico com o estudo deste produto educacional enquanto recurso didático.

4.2 Desenvolvimento da pesquisa

Esse estudo investigou as possíveis contribuições pedagógicas do livro paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?* para sua utilização no ensino de Química na educação básica. Para isso, foram feitas buscas sobre paradidáticos

que abordem a temática “química dos refrigerantes”, além de realizar uma análise documental dos livros didáticos de área de ciências da natureza do ensino médio aprovados no PNLD de 2021 acerca da temática “refrigerantes”.

Dessa forma, após a busca da existência de paradidáticos sobre a temática e o levantamento acerca do tema “refrigerantes” nos livros didáticos de Ciências da Natureza aprovados no último PNLD, foi realizada a elaboração do livro paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?* como produto educacional desta pesquisa. A produção do livro foi orientada a partir dos pressupostos do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que buscou contextualizar alguns conceitos científicos da Química com a temática “refrigerantes”, incorporando aspectos científicos, tecnológicos e sociais sobre o tema em questão.

Com o intuito de estudar a pertinência pedagógica do produto educacional, o livro foi submetido à avaliação dos integrantes do Programa de Residência Pedagógica do curso de Licenciatura em Química da UFMT- Campus Cuiabá, que avaliaram o paradidático, por meio de um formulário (Apêndice A), acerca dos aspectos pedagógicos, aspectos técnicos, aspectos da abordagem CTS e sobre seu uso em sala de aula.

4.3 Justificativa da temática

Nos últimos anos, tem sido preocupante se deparar com a baixa qualidade da aprendizagem dos estudantes, em especial na área de ciências da natureza. Dentre vários fatores que contribuem com essa realidade, percebe-se que a crescente falta de interesse dos estudantes está associada a práticas pedagógicas tradicionais ineficientes, que não estimulam a criticidade nem uma visão complexa sobre o processo científico, mas que, sobretudo, não valorizam o cotidiano vivido pelo estudante (LISO; GUADIX; TORRES, 2002). Dessa forma, são necessários estudos que busquem superar esses entraves, sugerindo novos recursos didáticos como práticas de ensino, experimentos, materiais e apoio ao professor entre várias outras alternativas.

Diante disso, a contextualização é um dos principais fatores didáticos que norteiam uma boa prática de ensino de ciências para uma aprendizagem de maior qualidade. Entretanto, não pode ser reduzida a uma simples exemplificação ou aplicação de determinado conteúdo escolar. O ato de contextualizar vai além de meros exemplos; é necessário articular os conhecimentos científicos estudados na escola com a vida do

estudante, levando-se em conta as implicações no cotidiano, no meio social e as relações com a tecnologia, em uma perspectiva ampla sobre o processo de construção científica.

Esse processo, além de deixar as aulas de Química mais atrativas, contribui para um possível engajamento dos estudantes em sala de aula, trazendo uma nova dinâmica pedagógica que supera o ensino baseado em repetições e memorizações. É com essa perspectiva que escolhemos a temática “refrigerantes” para elaborar o livro paradidático, visto tratar-se de um tema que faz parte da cultura atual e está presente no hábito de muitos estudantes, que tomam refrigerante seja em maior ou menor grau e, também, se considerarmos a carência de paradidáticos com o tema para o ensino de Química.

Na tentativa de elaborar um material com contribuições didáticas, usamos uma abordagem questionadora no livro paradidático, perguntando ao leitor, inicialmente, se ele realmente sabe o que está bebendo. Diante desta e outras questões é que o livro foi escrito, de modo a chamar a atenção do aluno leitor ao mesmo tempo em que são articulados conceitos da Química com questões sociais, históricas, do cotidiano e também as relações com a tecnologia.

4.4 Objeto de pesquisa

Um mestrado profissional exige a elaboração de um produto educacional, que é construído no decorrer do processo de estudo. Pode-se citar como exemplos um trabalho de investigação, uma proposta de ação e/ou intervenção ligado a um tema ou a solução de problemas (OSTERMANN, REZENDE, 2009 *apud* FERNANDES, 2019).

Com essa perspectiva, considerando a necessidade de desenvolver diferentes recursos pedagógicos para o ensino de Química, bem como a importância em trazer materiais didáticos com relevância contextual, capaz de incorporar as dimensões sociais, tecnológicas, científicas e políticas ao ensino, é importante para o ensino de Química a elaboração de recursos pedagógicos que possibilitem articulações entre essas dimensões.

Nesse sentido, os livros paradidáticos se constituem como um recurso didático alternativo para o uso em sala de aula, por possuírem linguagem mais informal, com mais esquemas e ilustrações e geralmente baseado em temas do cotidiano mais atrativos. Esses materiais têm o intuito de disseminar conhecimentos científicos de modo mais agradável e menos rígido que os livros didáticos tradicionais. Assim, além de estimularem o interesse dos estudantes, os livros paradidáticos têm uma perspectiva contextualizada dos

conhecimentos, podendo ser uma ferramenta didática proveitosa para diferentes usos em sala de aula.

Nessa perspectiva, além de ser o produto educacional deste trabalho, o livro paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?* é o objeto de estudo da pesquisa. A ideia geral é que seja possível propor um material que aborda a “temática” refrigerantes de modo contextualizado com alguns conhecimentos da Química, e assim, que seja utilizado como recurso didático válido para o professor, de modo a facilitar a aprendizagem dos estudantes.

Para possibilitar uma aprendizagem mais crítica e complexa sobre a temática, o livro foi produzido mediante os pressupostos do enfoque CTS, o qual privilegia não só a explicação de conceitos, mas uma articulação entre os aspectos do cotidiano, da sociedade, da história, das aplicações e implicações tecnológicas, entre outros. Assim, a compreensão sobre a temática se torna mais coerente e aprofundada, contribuindo para propostas de ensino voltadas para o desenvolvimento cidadão dos estudantes.

4.5 O problema investigado

O processo para a elaboração do paradidático foi precedido por um estudo que pudesse identificar os livros paradidáticos destinados ao ensino de Química. Considerando que livros didáticos são recursos muito utilizados pelo professor, foi importante conhecer se os adotados no contexto atual, no caso aqueles aprovados no PNLD 2021, abordam a temática dos refrigerantes e os conteúdos de Química estão associados ao conteúdo do livro. A partir desse estudo inicial, a pesquisa começou o processo de estudos sobre a temática dos refrigerantes e sua elaboração baseando-se na abordagem CTS.

Nessa perspectiva, a investigação pautou-se na seguinte questão: quais as contribuições pedagógicas do livro paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?* para o ensino de Química na educação básica a partir da visão dos integrantes do Programa de Residência Pedagógica em Química da UFMT- Campus Cuiabá?

4.6 Opção metodológica

Por ser um estudo que privilegia o caráter descritivo, a compreensão dos significados dos discursos e os processos relacionados, esta pesquisa se trata de uma investigação qualitativa, do tipo estudo exploratório com elementos de pesquisa bibliográfica, uma vez que estudou os livros didáticos de Química aprovados no PNLD/2021 em relação à temática “Química das bebidas”.

Uma das características da abordagem qualitativa é a preocupação em dar maior ênfase aos processos que ocorrem no decorrer da pesquisa e não necessariamente no resultado final. Além disso, Bogdan e Biklen (1994) apontam mais outras características próprias da abordagem qualitativa, que podem ser sintetizadas como: o ambiente natural como fonte direta dos dados, sendo o investigador o instrumento principal; investigação descritiva; interesse maior pelos processos do que resultados finais; tendência em analisar os dados de forma indutiva e a importância vital dos significados na abordagem.

4.7 Análise documental

Na abordagem qualitativa, existem algumas técnicas mais comumente aplicadas para realizar uma pesquisa em ensino de Química; são elas: a observação, as entrevistas e as análises documentais. Na maioria das vezes, essas técnicas são complementadas por outras (ALVES, 1991). Dessa forma, a presente pesquisa analisou seis coleções, totalizando 36 volumes de livros didáticos do PNLD/2021 e livros paradidáticos, por meio da técnica de análise documental, utilizando como critério de busca a abordagem da temática “Química das bebidas”.

A análise documental é uma técnica de produção de dados muito valiosa na abordagem qualitativa e se baseia na consulta a documentos de várias naturezas: leis, regulamentos, diários pessoais, autobiografias, livros dentre vários outros. Lüdke e André (1986, p. 38) esclarecem que a análise documental “pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema”. Além disso, “como uma técnica exploratória, a análise documental indica problemas que devem ser mais bem explorados através de outros métodos” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 39).

Nesse sentido, percebe-se que a técnica de análise documental pode ser utilizada como ferramenta exploratória de pesquisas, servindo como base para obter informações

que podem ajudar na resolução dos problemas investigados. Além disso, a técnica pode indicar a utilização de outros métodos mais adequados para compor as formas de investigação do estudo. Portanto, a análise documental na obtenção de dados sobre a temática “refrigerantes” presente nos livros didáticos do PNLD/2021 foi importante etapa deste estudo, no sentido de compreender como a temática é abordada e quais conteúdos de Química podem ser relacionados.

4.8 Estudo exploratório

Por ter sido realizada uma análise do paradidático pelos integrantes do Programa de Residência Pedagógica, este estudo, além da parte documental, também tem caráter exploratório. Nesse sentido, foram produzidas informações sobre os diferentes aspectos presentes no livro, a partir da avaliação dos sujeitos quanto aos aspectos técnico, pedagógico, sobre o enfoque CTS e utilização. Dessa forma, o estudo exploratório se tornou uma opção adequada para esta investigação, considerando que foi possível obter melhores previsões, explicações e entendimentos sobre as contribuições pedagógicas do paradidático.

O estudo exploratório é recomendado quando se quer produzir informações acerca de determinado problema, para que haja melhores entendimentos e explicações. Nesse sentido, busca-se a exploração da problemática para obter esclarecimentos mais detalhados e descritivos. Além disso, esse tipo de estudo é viável quando se tem pouco material de referência bibliográfica sobre o problema investigado (FORTIN, 1999, *apud* COSTA, 2006).

4.9 Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram os integrantes do Programa de Residência Pedagógica do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Cuiabá, nos três níveis de docência (professora orientadora, professora perceptora e residentes estudantes da Licenciatura em Química). A escolha dos sujeitos decorre do fato de que este programa está constituído por professores de diferentes graus de experiências, como os professores em formação, os professores em atuação e o professor formador. A avaliação do livro feita por esses sujeitos pode fornecer dados coerentes e consistentes em relação ao uso didático-pedagógico do paradidático.

4.10 Instrumento de produção dos dados

Dentro da investigação qualitativa no ensino de Química, existem duas formas distintas de obtenção de dados. Eles podem ser coletados, quando já existem, ou produzidos, quando ainda não existem (MÓL, 2017). Como este estudo buscou avaliar o paradidático elaborado segundo a perspectiva dos integrantes do Programa de Residência Pedagógica, será feita então, uma produção de dados a partir das respostas dadas pelos participantes.

Nesse sentido, como instrumento de produção de dados, foi utilizado um questionário semiestruturado na forma de Ficha de Avaliação do Paradidático (Apêndice A), no qual foram observadas as seguintes categorias de análises: aspectos pedagógicos, aspecto técnico, abordagem CTS e utilização. A partir dessas considerações, foi possível discutir em quais possíveis contribuições pedagógicas o paradidático é pertinente.

4.11 Análise dos dados

A análise dos dados na investigação qualitativa exige atenção e cuidado por parte do investigador. Principalmente porque uma característica principal deste tipo de estudo é a compreensão dos significados por trás dos discursos dos participantes da pesquisa. Nesse sentido, a transcrição dos dados deve se aproximar o máximo possível do discurso original do participante. Desse modo, como definem Bogdan e Biklen (1994), a etapa de análise dos dados deve ser detalhada e minuciosa, além de ter caráter indutivo, visto que os dados não são analisados para confirmar ou negar hipóteses, mas sim utilizados na construção de teorias, à medida que são gerados e relacionados.

Portanto, a análise dos dados deste estudo buscou a compreensão dos sentidos atribuídos nas avaliações feitas pelos participantes, relacionando os dados uns com os outros para verificar os significados subjacentes. Assim, buscamos tratar os dados no sentido de investigar as possíveis contribuições pedagógicas do livro paradidático, analisando as avaliações quanto aos aspectos pedagógicos, do enfoque CTS, aspectos técnicos e de utilização em sala de aula.

5 SOBRE O PARADIDÁTICO

Este capítulo apresenta o processo de elaboração do livro paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?*, desde a escolha do tema até as características do material e os seus detalhes de produção.

5.1 Elaboração do paradidático

Bandeira (2009) define um material didático como um recurso pedagógico com o qual se busca, de maneira instrucional, uma finalidade didática. Isso quer dizer que a natureza de um material didático deve ser compreendida no sentido da instrução, do esclarecimento, de modo a tornar um assunto mais claro e compreensível. Seu objetivo é, sobretudo, auxiliar os processos de ensino e aprendizagem sobre determinado conhecimento.

Munakata (1997) considera que os livros paradidáticos surgiram como um dos recursos didáticos que buscam facilitar a aprendizagem de muitos assuntos, de forma mais leve, informal e menos rígida que os livros didáticos tradicionalmente utilizados. Muitas vezes, esses materiais são acompanhados de temáticas de cunho social que chamam a atenção do leitor, sendo considerados mais atrativos que os livros didáticos comuns.

Considerando que os refrigerantes estão presentes no cotidiano da maioria dos estudantes brasileiros, e que a temática pode estar articulada com muitos conhecimentos da Química (LIMA; AFONSO, 2009), acreditamos que a abordagem de tal tema pode suscitar o interesse de alunos e professores, no sentido de facilitar o processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Química para o ensino médio sobre diversos assuntos. Nesse sentido, explorar o tema em um ponto de vista contextualizado, pode ser mais atrativo do que práticas tradicionais, baseadas em memorizações e sem conexões com a vida social (MACHADO, 1997).

Laguna (2001) traz a concepção de que os livros paradidáticos têm função complementar, e a sua leitura atende não só a literatura, mas também a todas as outras disciplinas escolares:

Os livros paradidáticos atendem à Literatura e a todas as outras disciplinas, procurando ajudar professores e enriquecer a vida do aluno. Com visual e temas adequados, esses livros procuram despertar o hábito da leitura e levantar questionamentos que antes ficavam à margem da

vida escolar, objetivando complementar informações de maneira leve e ágil. (LAGUNA, 2001, p. 48).

Na elaboração do livro paradidático, procuramos adotar uma escrita um pouco mais leve e informal, guiando o leitor com certa fluidez no sentido de estar mais atraído e interessado na temática “refrigerantes” para explorar os conhecimentos da Química relacionados. Além disso, os tópicos do livro estão dispostos na forma de questionamentos para que sejam esclarecidos no decorrer da leitura, de modo a trazer uma abordagem mais crítica da temática, sendo este um aspecto que diferencia os paradidáticos dos livros tradicionais, conforme defende Munakata (1997).

Além disso, Machado (1997) salienta que os paradidáticos possuem um *design* mais diferenciado quando comparado ao livro tradicional, fazendo uso de gráficos, infográficos, esquemas e imagens, de modo a torná-los textual e visualmente mais atrativos. Apesar de ainda não estar na versão com a diagramação final, buscamos, de forma estrutural, sempre abordar os textos com esses recursos, que estão presentes em todos os tópicos do livro. Isso se mostrou fundamental para que o paradidático tivesse uma característica mais informal e chamativa.

Nesse sentido, o uso de gráficos, por exemplo, é um recurso presente no livro que facilita a disseminação de informações e contribui para o arranjo da parte não-textual do livro, como mostra a Figura 1, na qual a presença dos recursos contribui para uma abordagem um pouco menos textual.

Figura 1 – Exemplo do uso de gráficos como elemento didático-pedagógico presentes no paradidático



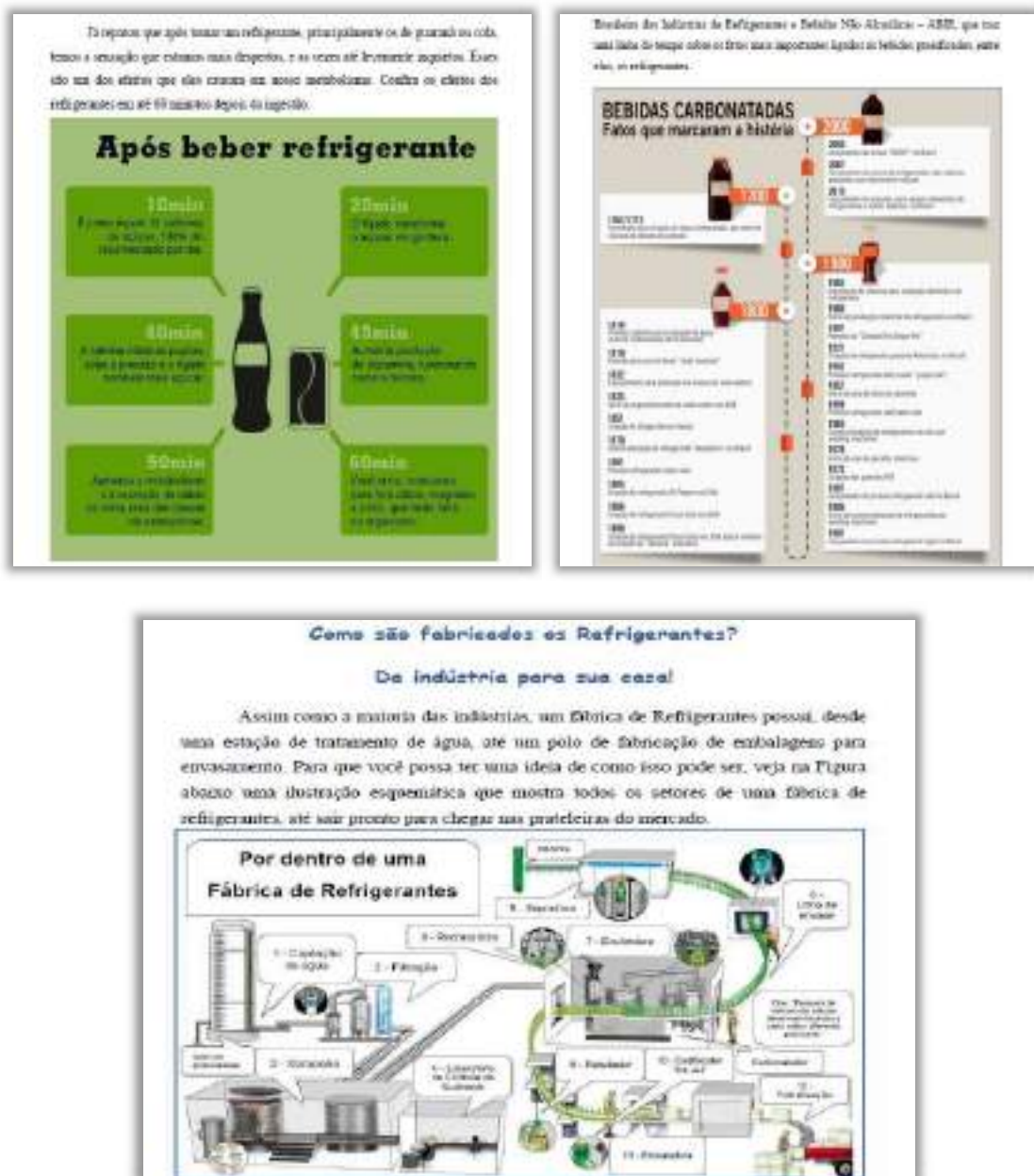
O uso de imagens e ilustrações também se mostra como importante recurso visual e chamativo para o livro. Ao longo do texto, para que o leitor tivesse uma compreensão visual do que estava sendo discutido, acrescentamos vários desses recursos, conforme mostra a Figura 2:

Figura 2 – Imagens estão presentes entre as partes textuais ao longo de todo o livro, sendo uma característica comum dos paradidáticos.



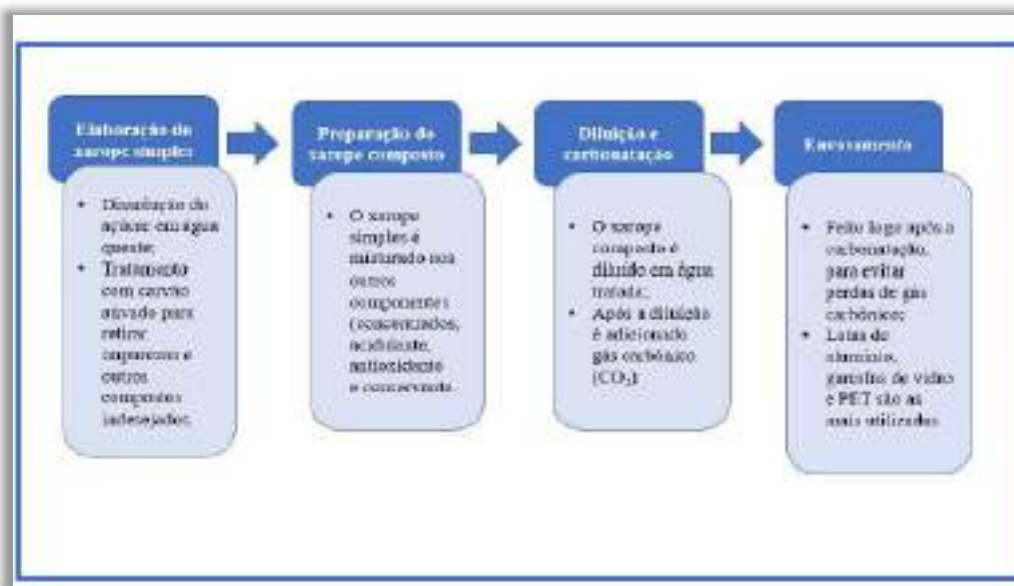
Outro recurso que buscamos usar no livro é o infográfico. Em muitas partes da obra, esse gênero que mistura texto verbal e não verbal está presente com o objetivo de tornar a interação com texto e ilustração uma experiência enriquecedora. Este recurso se constitui como outro elemento didático-pedagógico na obra, pois dissemina informações de modo mais atrativo e fluido (Figura 3):

Figura 3 – Exemplos de infográficos presentes no paradidático como parte dos elementos didático-pedagógicos



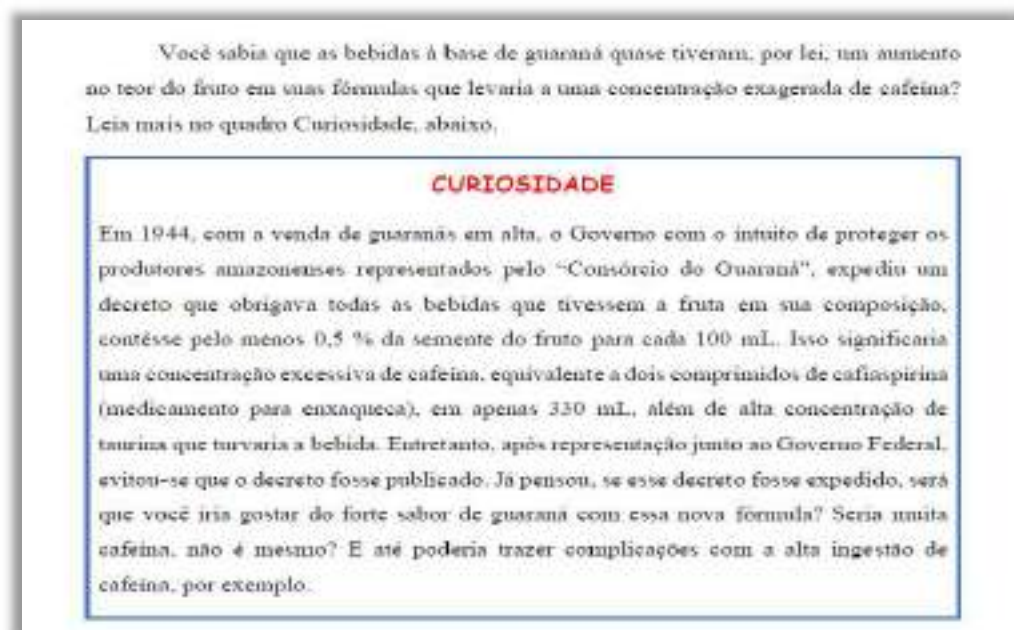
Outro recurso característico do paradidático é o uso de esquemas, que podem servir para organizar melhor as informações e conhecimentos que se busca difundir, abrindo mão de textos mais extensos (Figura 4).

Figura 4 – Exemplo do uso de esquema que estão presentes no livro, que substitui textos muito extensos



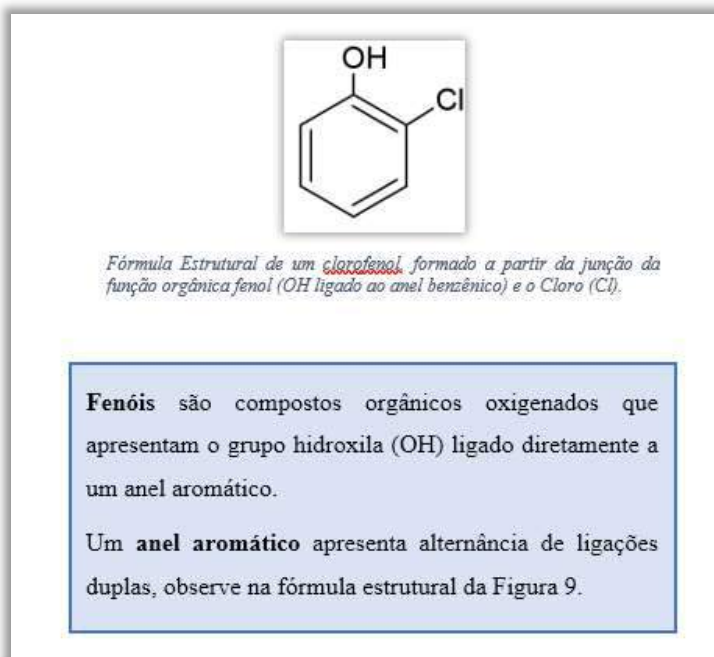
Os quadros de texto foram outro dos elementos explorados ao longo da obra (Figura 5), pois trazem curiosidades e complementação às informações contidas na parte textual. Esses quadros têm o intuito de explicar, trazer informações mais rápidas ou trazer notícias, dentre outras funções.

Figura 5 – Quadros com textos rápidos contendo explicações sucintas, curiosidades ou notícias estão contidos no livro



Em muitas partes do livro, foram utilizados quadros no centro da página para se referir a algum conceito da Química, de modo a destacar a informação para o leitor. Esse elemento didático-pedagógico ajuda a dar mais importância também para os conhecimentos que podem ser estudados, tendo em vista a intencionalidade pedagógica do contexto em que aparecem (Figura 6).

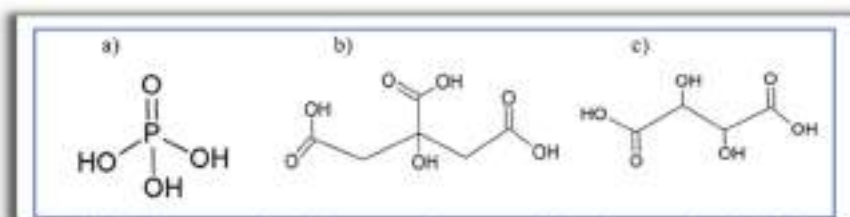
Figura 6 – Quadros trazendo a definição de conceitos



Esses quadros estão em destaque em várias partes do livro, de modo a evidenciar a intencionalidade pedagógica do contexto em que aparecem

Do ponto de vista da linguagem química utilizada, em muitas discussões foram utilizadas reações químicas, fórmulas estruturais e moleculares das substâncias que estavam sendo discutidas e que podem se aproximar mais do ponto de vista pedagógico dos conhecimentos em Química que foram abordados (Figura 7).

Figura 7 – Alguns exemplos de fórmulas estruturais que aparecem ao longo da obra



Além das fórmulas, a obra também possui equações químicas para reforçar a presença da linguagem química no livro.

Outro ponto estruturante na elaboração do livro diz respeito à presença do enfoque CTS, que possibilita discussões mais aprofundadas além dos conceitos de Química, mas também traz uma perspectiva sobre o meio social e a tecnologia envolvidos com a temática “refrigerantes”. Essa característica é defendida por Auler e Delizoicov (2007), ao discutirem que o enfoque CTS é compreendido como um movimento que busca, sobretudo, a superação de visões reducionistas sobre ciência e tecnologia, trazendo uma proposta reflexiva sobre as implicações que ambas exercem na sociedade.

Partindo dessas considerações, buscamos discutir no paradidático, além dos diferentes conhecimentos sobre a química relacionada aos refrigerantes, as implicações que estes têm na vida social dos estudantes, proporcionando discussões críticas acerca de diferentes problemáticas sociais.

Nessa perspectiva, a incorporação destes assuntos no livro traz propostas mais críticas e reflexivas aos processos de ensino e aprendizagem, que vão além de uma compreensão rasa de conhecimentos da Química, mas uma perspectiva mais complexa e contextualizada envolvendo a vida em sociedade e as implicações associadas com a temática (PINHEIRO; BAZZO, 2005).

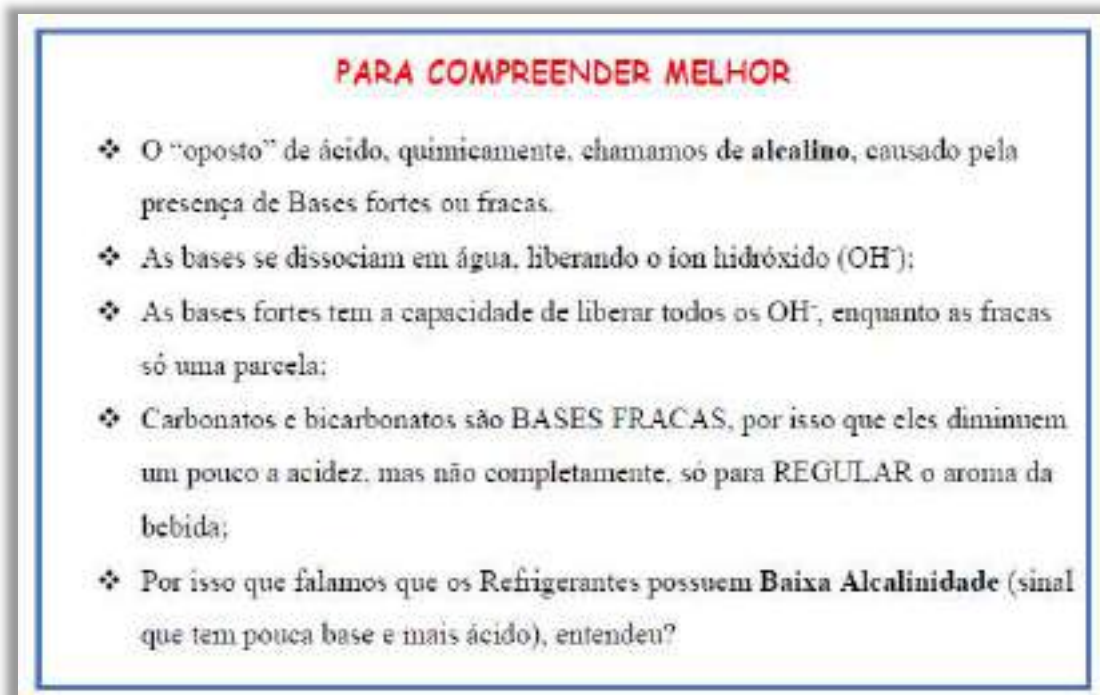
Nos próximos tópicos buscamos especificar quais conhecimentos da Química estão abordados e quais discussões em CTS estão contempladas no livro.

5.2 Conhecimentos da química abordados no livro

5.2.1 Forças de bases e alcalinidade

Ao abordar as características químicas que os refrigerantes possuem, foi articulada uma breve explicação sobre bases e alcalinidade, quando utiliza carbonatos e bicarbonatos para regular o sabor da bebida, como mostra a Figura 8:

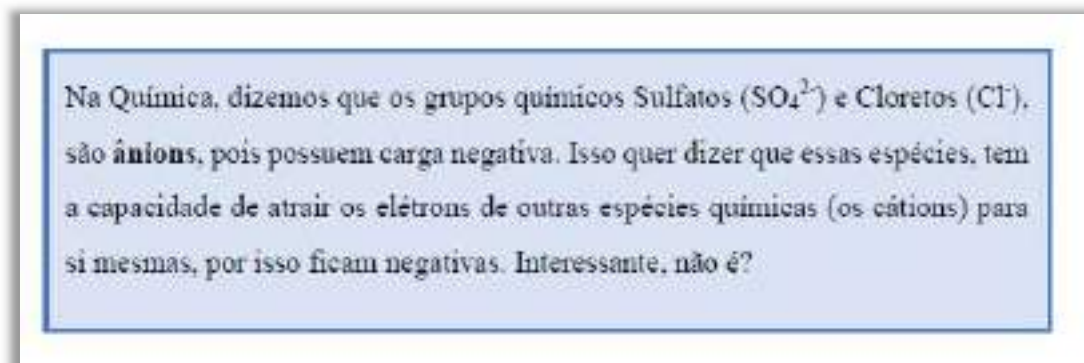
Figura 8 – Foram abordados os conceitos sobre bases fortes e fracas e a baixa alcalinidade que possuem os refrigerantes, usadas para realçar o sabor da bebida



5.2.2 Ânions e cátions

Na composição química dos refrigerantes, que possuem sulfatos e cloretos para auxiliar na definição do sabor final, foi abordado o conceito de cátions e ânions (Figura 9):

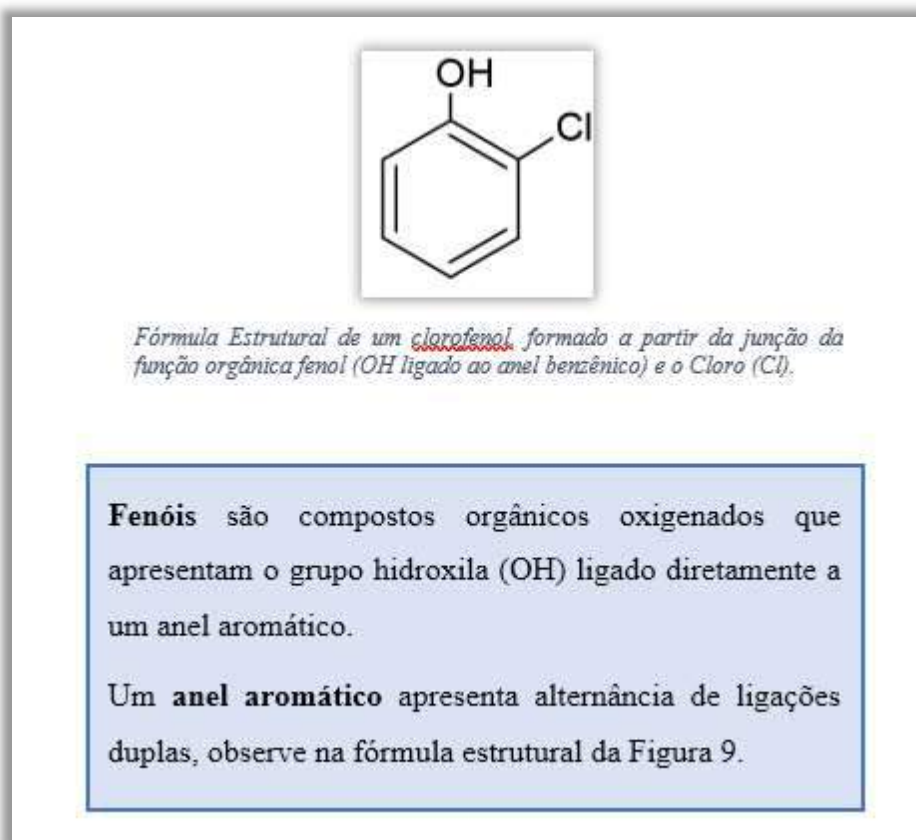
Figura 9 – Quadro destacado no livro para explorar conceito dos íons



5.2.3 Fenóis e anel aromático

Quando foi discutido sobre a presença de cloro e fenóis ao sabor típico de remédio a alguns refrigerantes, foram abordados os conceitos de fenóis e anel aromático (Figura 10):

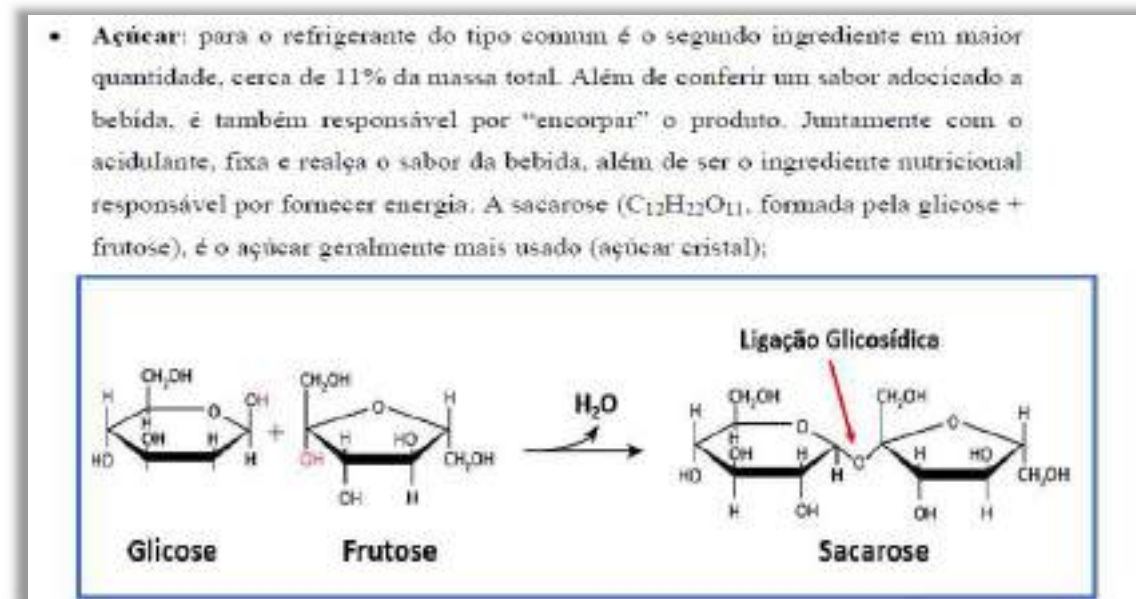
Figura 10 – Explorando o conceito de fenóis e anel aromático quando se fala do sabor característico de remédio de alguns sabores de refrigerantes



5.2.4 Ligação glicosídica

Ao abordar a presença de açúcar nos refrigerantes comuns, destacando a função da sacarose para adocicar e “encorpar” o xarope dos refrigerantes, foi explicado como ela é formada, trazendo a união da glicose e frutose, conforme exemplificado com a Figura 11 a seguir:

Figura 11 – Explicação sobre a formação da sacarose a partir da glicose e frutose, via ligação glicosídica



5.2.5 Dissacarídeos e carboidratos

Aproveitando a discussão sobre os açúcares em refrigerantes comuns, para que o assunto fosse melhor esclarecido, apresentamos um quadro com informações sobre a definição da sacarose como um dissacarídeo, do grupo de moléculas orgânicas dos carboidratos (Figura 12).

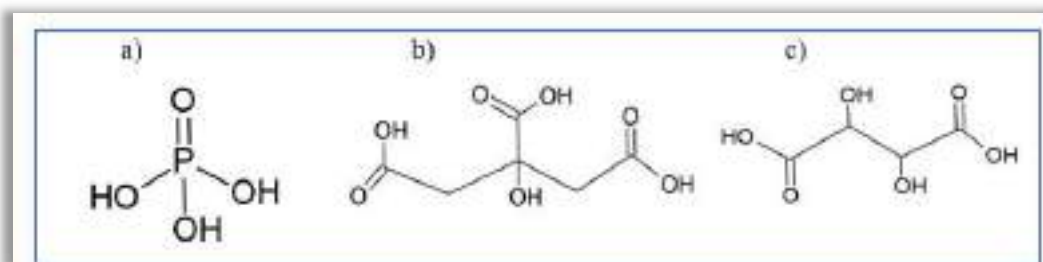
Figura 12 – Quadro para explicar as definições de grupos orgânicos, os carboidratos, ao falar sobre a sacarose

A sacarose é considerada um **dissacarídeo**, um grupo de moléculas orgânicas pertencente à classe dos **carboidratos**. São formados pela junção de dois monômeros (moléculas pequenas), no caso a glicose e frutose, que se unem por meio de uma **ligação glicosídica**. O grupo hidroxila (OH) de um carbono assimétrico da frutose, interage com o hidrogênio de outro grupo OH da glicose, formando uma molécula de H_2O . Assim, o oxigênio da glicose se liga ao carbono assimétrico da frutose, resultando então na formação da sacarose.

5.2.6 Fórmulas estruturais de compostos orgânicos e inorgânicos

Ao abordar os acidulantes mais empregados na elaboração de refrigerantes, apresentamos as fórmulas estruturais dos ácidos citados (Figura 13):

Figura 13 – Quadro com as representações das estruturas de compostos orgânicos e inorgânicos (ácido fosfórico), dos acidulantes empregados na fabricação dos refrigerantes



5.2.7 Ácidos carboxílicos e sua nomenclatura

Quando apresentamos os conservantes mais utilizados na fabricação de refrigerantes, que possuem a função orgânica carboxila, exploramos o conceito de ácidos carboxílicos e sua nomenclatura usual e da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, na sigla em inglês), analisando os nomes dos conservantes (Figura 14).

Figura 14 – Quadro que aborda a definição de ácidos carboxílicos e breve abordagem da nomenclatura usual e oficial da IUPAC

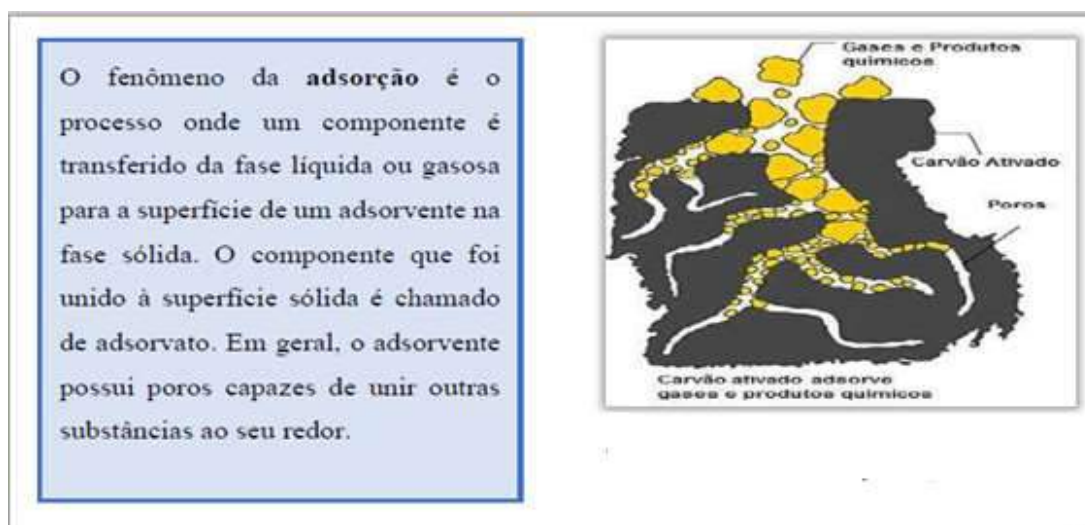
Ácidos carboxílicos são compostos orgânicos que possuem o grupo funcional **carboxila (COOH)**. São constituídos por uma cadeia carbônica ligada a uma carboxila (COOH). Suas características vão depender do tamanho da cadeia a qual está ligada ao grupo carboxila.

A nomenclatura oficial atribuída pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), segue as regras normais, com a terminação **óico**, sendo que muitos nomes usuais tem terminação **ico**.

5.2.8 Adsorção como separação de impurezas

Uma das etapas de fabricação dos refrigerantes envolve a separação de impurezas utilizando carvão ativado. Assim, abordamos o conceito de adsorção, utilizando um quadro de destaque e uma ilustração esquemática (Figura 15).

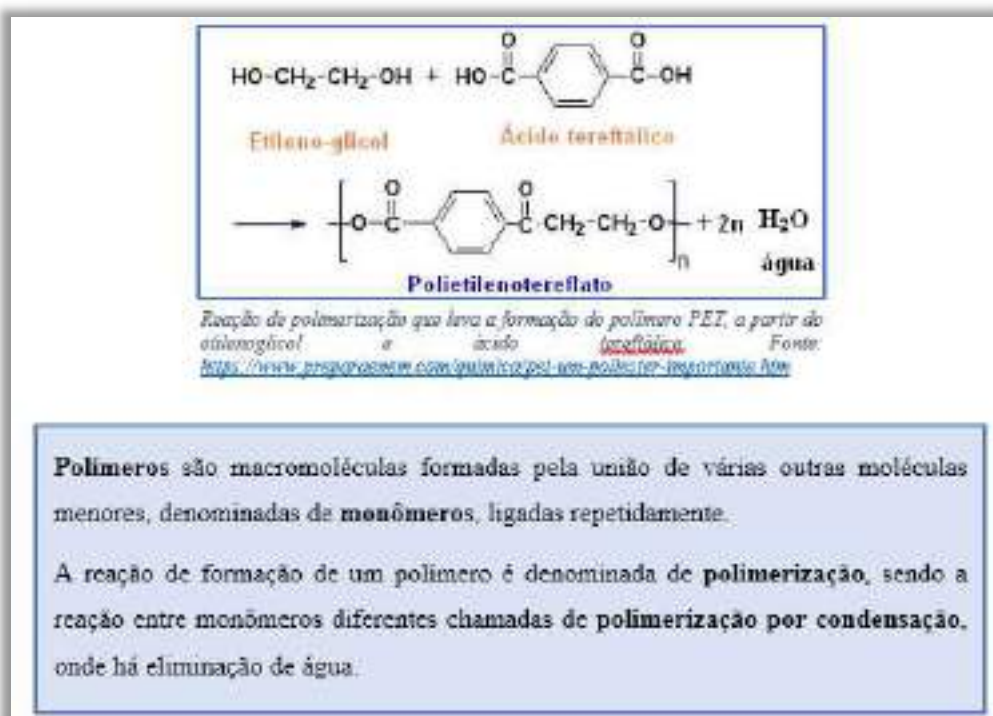
Figura 15 – Quadro destacado com definição sobre o fenômeno da adsorção e ao lado uma ilustração esquemática



5.2.9 Polímeros e reação de polimerização

Quando discutimos como as embalagens de refrigerantes causam danos ambientais, dentre elas as feitas de polietilenotereftalato (PET), aproveitamos para explorar a definição de polímeros e como são feitos os do tipo sintético (Figura 16):

Figura 16 – Utilizamos imagens e quadro destacado para abordar a definição de polímeros e reação de polimerização

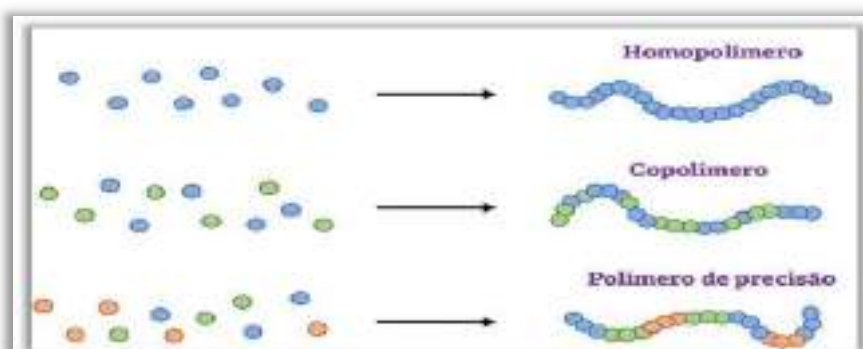


A imagem se refere à discussão proposta sobre como as embalagens de refrigerantes causam prejuízos ambientais.

5.2.10 Classificação de polímeros quanto ao tipo de cadeia

Ainda na discussão sobre os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado das embalagens PET de refrigerantes, destacamos os tipos de polímeros quanto a sua cadeia, considerando o polietilenotereftalato como um copolímero. Para isso, usamos uma imagem esquemática e breve texto, como se vê na Figura 17 a seguir:

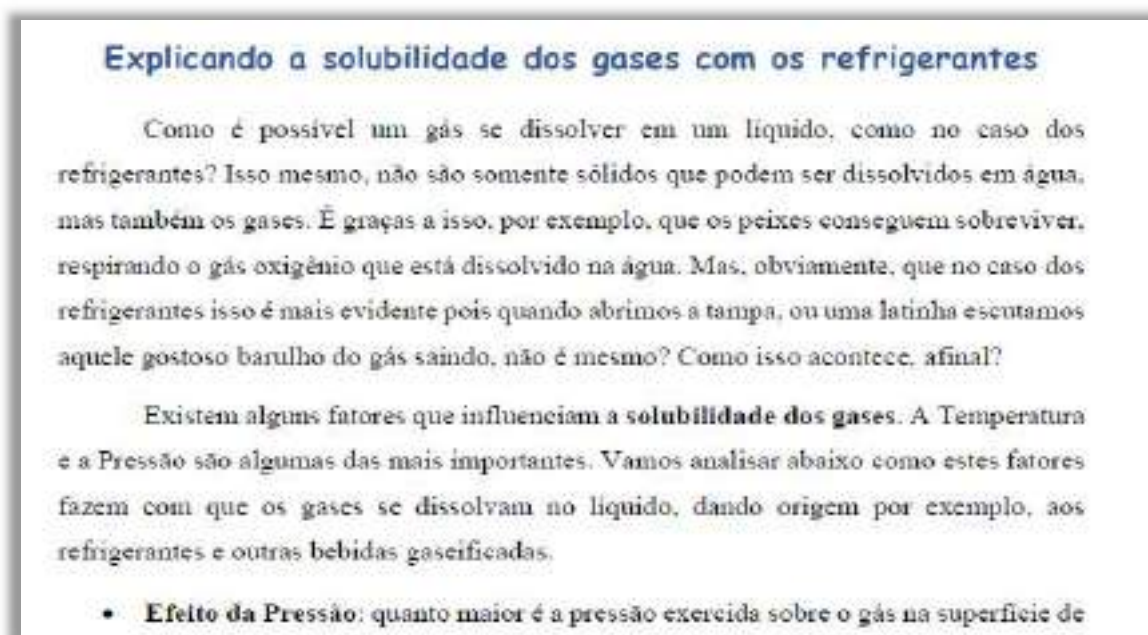
Figura 17 – Abordagem sobre os tipos de polímeros quanto à natureza da cadeia, que foi seguida de breve texto explicativo, exemplificando o PET



5.2.11 Solubilidade dos gases e o efeito da pressão

Ao questionar o leitor sobre como os gases podem ser dissolvidos em líquidos, como no caso dos refrigerantes, tratamos um tópico só para explicar esse fenômeno. Primeiramente, explicamos o efeito da pressão na produção dos refrigerantes (Figura 18).

Figura 18 – Destinamos um tópico para tratar sobre a solubilidade dos gases em refrigerantes



5.2.12 O efeito da temperatura na solubilidade dos gases

Para explicar por que os refrigerantes gelados têm mais gás e são mais saborosos do que os refrigerantes quentes, explicamos o efeito da temperatura na solubilidade dos gases (Figura 19):

Figura 19 – Breve texto com imagem para explicar o efeito da temperatura na solubilidade dos gases

- **Efeito da Temperatura:** na forma gasosa as moléculas estão agitadas, em constante movimento. Quando aumentamos a temperatura, aumentamos essa agitação, o que faz com que os gases se desprendam e rompam a superfície dos líquidos com mais facilidade. Ou seja, **quanto maior a temperatura, menos gases estarão dissolvidos em líquidos**. Você já percebeu que o refrigerante gelado tem mais gases dissolvidos do que o refrigerante quente? É por conta dessa influência da temperatura. Por isso, essa bebida se consumida gelada, tem um sabor mais agradável que de forma natural.



5.2.13 Teoria ácido-base de Arrhenius

Abordando as discussões sobre a acidez dos refrigerantes, aproveitamos para explorar a teoria ácido-base de Arrhenius, ao indagar o leitor sobre o que diz a Química sobre ácidos (Figura 20).

Figura 20 – Uso de quadro destacado para abordar as definições de ácido e base de Arrhenius

Ácido: toda espécie química que em contato com a água forma íons hidrônio H_3O^+ ou H^+ .

Base: toda espécie química que quando entra em contato com a água, forma íons hidróxido OH^- .

5.2.14 Equilíbrio químico

Ainda na discussão sobre a acidez dos refrigerantes, abordamos o estado de equilíbrio que ocorre, dando destaque para a reação que leva à formação de ácido carbônico em equilíbrio devido à presença do gás carbônico (CO₂) no refrigerante (Figura 21):

Figura 21 – Explicação à luz da definição de equilíbrio químico sobre a formação de ácido carbônico do refrigerante

No caso do refrigerante, dizemos que ele tem caráter ácido, pois no processo de dissolução do gás carbônico (CO₂) em água, por meio de uma reação em **equilíbrio químico** ($\leftrightarrow$), é formado o ácido carbônico (HCO⁺) e ions hidrônio (H₃O⁺):

$$2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} + 1 \text{CO}_{2(g)} \leftrightarrow 1 \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + 1 \text{HCO}^+_{(aq)}$$

Portanto, como os refrigerantes possuem a mistura de água com CO₂, quando abrimos e bebemos o refrigerante, estamos ingerindo ácido carbônico também.

5.2.15 Princípio de Le Chatelier e os fatores que alteram o equilíbrio

Para explicar uma curiosidade – como acontece a eructação (arroto) depois que tomamos um refrigerante bem gelado –, utilizamos a explicação do princípio de Le Chatelier, apresentando os fatores que alteram o equilíbrio (Figura 22).

Figura 22 – Abordagem dos fatores que alteram o equilíbrio, dando destaque para a definição do princípio de Le Chatelier.

Essa condição de Equilíbrio, entretanto, pode sofrer algumas perturbações externas, fazendo com que ele sofra alguns deslocamentos. Resumidamente, os **Fatores que alteram o Equilíbrio Químico** são: Concentração, Pressão e Temperatura. Isso foi estudado pelo químico francês Lê-Chatelier e tem o princípio da química que leva seu nome:

O Princípio de Lê-Chatelier, estabelece que quando uma perturbação externa atinge um sistema em equilíbrio, o sistema tende a se deslocar para que o equilíbrio seja reestabelecido.

5.3 O enfoque CTS no livro

Considerando as discussões e implicações na vida em sociedade que a temática “refrigerantes” pode oferecer, o livro contemplou discussões de modo a propiciar uma perspectiva crítica envolvendo a temática, articulando os aspectos científicos, tecnológicos e sociais, tal qual estipulado pelo movimento CTS. Assim, de modo a direcionar o paradidático para que, além de conhecimentos da Química, fosse possível estabelecer perspectivas críticas sobre a temática, discutimos os seguintes assuntos:

- os refrigerantes e os impactos na saúde e qualidade de vida;
- os impactos ambientais causados pelos descartes inadequados das embalagens de refrigerantes;
- como a indústria de refrigerantes causa problemas ambientais;
- a tecnologia envolvida na fabricação de refrigerantes;
- os efeitos dos refrigerantes no organismo;
- aspectos históricos sobre os refrigerantes;
- dados econômicos sobre o consumo e produção de refrigerantes no Brasil e no mundo;
- assuntos polêmicos na forma de “Mitos e Verdades” sobre a química dos refrigerantes;
- como os refrigerantes diminuem a absorção de cálcio pelo organismo.

6 ANÁLISE E DISCUSSÕES

Neste capítulo, discutimos os dados obtidos após a análise documental dos livros didáticos do PNLD 2021, bem como a busca por paradidáticos que versam sobre a temática. Ainda, discutimos a avaliação do paradidático feita pelos integrantes do Programa de Residência Pedagógica/Química da UFMT- Campus Cuiabá, de modo a explorar os usos pedagógicos do livro.

6.1 Análise dos livros didáticos e paradidáticos

O Quadro 1 traz a relação das coleções dos livros didáticos analisados, juntamente com informações contendo o título, os autores, o código da coleção e a editora. Para organizar as discussões dos resultados e facilitar sua identificação, as obras receberam a abreviação de C01 a C06. Vale comentar que cada coleção possui seis volumes, que são trabalhados em todos os anos do Ensino Médio, a depender da organização da escola.

Quadro 1 – Relação das coleções de livros didáticos analisados do PNLD 2021 da área de Ciências da Natureza

COL.	CÓDIGO	TÍTULO DA COLEÇÃO	AUTORES	EDITORIA
C01	0196P21203	Diálogo – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Kelly Cristina Dos Santos Everton Amigoni Chinellato Rafael Aguiar da Silva Marissa Kimura Ana Carolina N. dos Santos Ferraro André Luis Delvas Fróes Marcela Yaemi Ogo Vanessa S. Michelin	Moderna
C02	0199P21203	Conexões – Ciências da	Miguel Thompson Eloci Peres Rios	Moderna

		Natureza e suas Tecnologias	Walter Spinelli Hugo Reis Blaidi Sant’Anna Vera Lúcia Duarte de Novais Murilo Tissoni Antunes	
C03	0198P21203	Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho Nicolau Gilberto Ferraro Paulo Cesar Martins Penteado Carlos Magno A. Torres Júlio Soares Eduardo Leite do Canto Laura Celloto Canto Leite	Moderna
C04	0194P21203	Lopes & Rosso – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Sônia Lopes Sérgio Rosso	Moderna
C05	0221P21203	Multiversos – Ciências da Natureza	Leandro Pereira de Godoy Rosana Maria Dell’ Agnolo Wolney C. Melo	FTD
C06	0201P21203	Ser Protagonista – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	André Zamboni Lia Monguilhott Bezerra Ana Fukui Ana Luiza P. Nery Elisa Garcia Carvalho João Batista Aguilar Rodrigo Marchiori Liegel Vera Lucia Mitiko Aoki	SM

Fonte: Autoria própria, 2022.

O Quadro 2 traz os dados após a análise das coleções, no qual são organizadas a quantidade de menções que são encontradas nos seis volumes (V1 a V6) de cada coleção, o conteúdo relacionado e um resumo da forma como aparecem.

Quadro 2 – Resultado da análise das coleções acerca da temática “bebidas” com a quantidade de menções, conteúdos relacionados e resumo da forma que aparecem

COLEÇÃO	MENÇÕES	CONTEÚDO QUÍMICO RELACIONADO	ABORDAGEM
C01	13	- Destilação simples (V1); - Funções orgânicas álcool; - Aldeído e ésteres (V2); - Fermentação alcoólica (V2); - Glicólise (bioquímica) (V3); - Produto de solubilidade (Kps) (V5); - Óxidos (V5); - Polímeros (embalagem de bebidas) (V6).	Predominantemente na forma de exercícios, com alguns textos que pretendem explicar o conteúdo por meio das bebidas. Utiliza diferentes bebidas como exemplo de aplicações de determinados conceitos. Não trata o tema como ponto central de discussão.
C02	09	- Ácidos e bases (V1); - Separação de misturas (V1); - Solubilidade de gases (V3) - Função orgânica álcool (V3); - Carboidratos (V4); - Equilíbrio Químico (V5); - Poliésteres (V6).	Aparece na maioria das vezes na forma de exercício. Traz texto para explicar algum conceito, sendo isso feito como exemplos de aplicação de determinados conceitos. Não utiliza a temática como tema central.

C03	07	- Fermentação alcoólica (V2); - Massa molar (V2); - Conceito de cinética química (V3); - Função orgânica álcool (V6); - Função orgânica aldeído (V6).	Não apresenta exercícios que abordam a temática, mas traz textos que citam algumas bebidas como exemplos de aplicação. Não parte da temática como ponto central.
C04	09	- Variação da solubilidade em função da pressão (V1); - Fatores que influenciam a velocidade das reações (V1); - Enzimas (V1); - Fermentação alcoólica (V2); - Destilação (V2); - Oxidação e redução (V2); - Glicólise e fermentação (V3); - Diluição de soluções (V5); - Titulação (V5); - Osmose (V6).	Apresenta a temática majoritariamente como exemplos de aplicação. Possui alguns exercícios sobre o tema. Apresenta textos como ponto de partida para explicação de conceitos, a partir do tema.
C05	06	- Óxidos ácidos (V1); - Fermentação alcoólica (V1); - Filtração (V1); - Equilíbrio químico (V2).	Faz uso do tema em sua maioria só como exemplos. Não utiliza a temática como ponto central das discussões e explicações.

C06	08	- Equilíbrio químico (V2); - Escala de pH (V2) - Ácidos e aplicação; - Solubilidade dos gases (V6); - Fermentação alcoólica (V6).	Predominantemente na forma de exercícios, trazendo textos complementares, mas no geral não usa o tema como ponto central para discussões.
------------	----	---	---

Fonte: Autoria própria, 2022.

A análise evidenciou que todas as coleções estudadas abordam a temática “bebidas” em seus livros didáticos. A coleção que mais faz menções às bebidas é a C01, intitulada *Diálogo – Ciências da Natureza e suas Tecnologias* (SANTOS *et al.*, 2020), da Editora Moderna. Por outro lado, aquela que menos menciona a temática em estudo é a C05, com título *Multiversos – Ciências da Natureza e suas Tecnologias* (GODOY; DELL’AGNOLO; MELO, 2020), da editora FTD. Entretanto, no geral, todas as coleções fazem uma abordagem parecida, tanto na quantidade de menções quanto na abordagem.

Apesar de fazerem referências à temática, de modo geral, todas as coleções não a utilizam para ser um tema central de discussão. Em outros termos, as abordagens feitas, em sua maioria, estão relacionadas à resolução de exercícios e exemplificações, sem efetivar uma discussão mais aprofundada da temática, de modo a contemplar de maneira adequada, a maioria das possibilidades pedagógicas do tema. Como citado anteriormente, as obras agora estão unidas de modo a contemplar os conhecimentos das disciplinas de Física, Química e Biologia, o que pode fazer com que essas discussões sejam um pouco mais superficiais, devido à falta de espaço para discussão com base somente na Química.

Outro ponto de interesse são os conteúdos que são abordados de formas parecidas entre as obras. A maioria delas utiliza as bebidas para articularem conceitos de equilíbrio químico, fermentação alcoólica, função orgânica álcool e solubilidade dos gases. Verificou-se que isso ocorre devido a muitas obras usarem a temática “refrigerantes” ou bebidas gaseificadas para explicar a dissolução de gases em líquidos e equilíbrio químico; as bebidas alcoólicas para tratar da função orgânica álcool; cerveja e vinho para tratarem da fermentação alcoólica, juntamente com conceitos da bioquímica. Essas bebidas são as que mais aparecem nas coleções.

É notável que a temática em tela é extensa e pode ser associada a vários outros conceitos científicos, além de propiciar discussões de cunho social, político, econômico e tecnológico. Logo, pode-se dizer que, do ponto de vista didático-pedagógico, a maioria das obras apresenta discussões voltadas para introdução ou aplicação de conceitos que podem ser mais aprofundados pelo professor em outros materiais, caso queira trabalhar com a temática.

6.2 Busca por paradidáticos com o tema bebidas

Após a busca no banco de dissertações e teses da CAPES, em sites de diferentes editoras, em sites de comercialização de livros e em pesquisas na internet, utilizando a ferramenta *Google*, constatou-se a ausência de livros paradidáticos voltados para o ensino de Química na educação básica que versam sobre a temática da química das bebidas. Foram encontradas algumas obras, entretanto, voltadas para discussões mais técnicas ou que não se enquadravam diretamente para o ensino de Química de fato. Considerando essa situação, faz-se necessária a elaboração de materiais que abordem essa temática, destinados ao ensino de Química.

6.3 Avaliação do paradidático

Após a produção do paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?*, foi feita sua apresentação aos integrantes do Programa de Residência Pedagógica do curso de Licenciatura em Química da UFMT- Campus Cuiabá. Após a apresentação do material, foi enviada uma cópia digital em formato PDF para que os participantes da pesquisa fizessem a apreciação e avaliação do paradidático. Os participantes observaram e deram suas considerações acerca dos aspectos técnicos, pedagógicos, CTS e de utilização em sala de aula.

Foram registradas 18 avaliações, distribuídas entre residentes, professora preceptora e professora orientadora. O registro foi feito em formulário on-line para facilitar a análise e organização dos dados, seguindo o mesmo modelo de questionário disposto na Ficha de Avaliação do Paradidático (Apêndice A).

6.3.1 Caracterização dos avaliadores

Ao todo, participaram da pesquisa 18 avaliadores, sendo 16 residentes, uma professora preceptora e uma professora orientadora. A maioria, 14, é do sexo feminino e os outros quatro, do sexo masculino. Todos os avaliadores têm área de formação em Licenciatura em Química. Em relação ao nível de formação, 16 responderam ser graduandos, um com nível de doutorado e um com nível de pós-doutorado.

O Gráfico 1 traz o tempo de docência respondido pelos avaliadores.

Gráfico 1 – Tempo de docência dos avaliadores



Fonte: Autoria própria, 2022.

Conforme disposto no Gráfico 1, em relação ao tempo de atuação em sala de aula, a maioria, 11, por serem estudantes de graduação, responderam não ter nenhum tempo em efetiva docência; dois avaliadores responderam ter menos de um ano de docência; outros dois responderam ter entre um e três anos de docência, dois entre três e seis anos, e um respondeu ter mais de 10 anos de docência.

A seguir, são apresentados subtópicos com os aspectos avaliados pelos participantes.

6.3.2 Avaliação quanto ao aspecto técnico

Neste aspecto, são exploradas as partes de estruturação e organização geral do material enquanto livro paradidático. São observados a qualidade gráfica de imagens, ilustrações, esquemas, a disposição dos textos/imagens, erros de revisão e ortografia bem como o uso adequado das figuras e demais elementos textuais e não textuais do livro. O Quadro 3 traz a relação dos itens avaliados em relação ao aspecto técnico do paradidático, entre Ótimo, Bom, Regular ou Ruim.

Quadro 3 – Resultado das avaliações dos itens relacionados ao aspecto técnico do paradidático

Item avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Organização clara e coerente	12	5	1	0
Isenção de erros de revisão e/ou impressão	6	11	1	0
Fotos, esquemas e desenhos apresentando fontes, locais de custódia, datas e outras informações necessárias ao crédito	9	8	1	0
Legibilidade gráfica para o nível de escolaridade a que se destina	11	6	1	0
Adequação das fotos às finalidades para as quais foram utilizadas	7	8	3	0

Apresenta as ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada	8	9	1	0
Oportuniza o contato com diferentes linguagens e formas de expressão	11	6	1	0
Apresenta linguagem acessível	13	5	0	0
Articulação texto e imagem	10	5	3	0

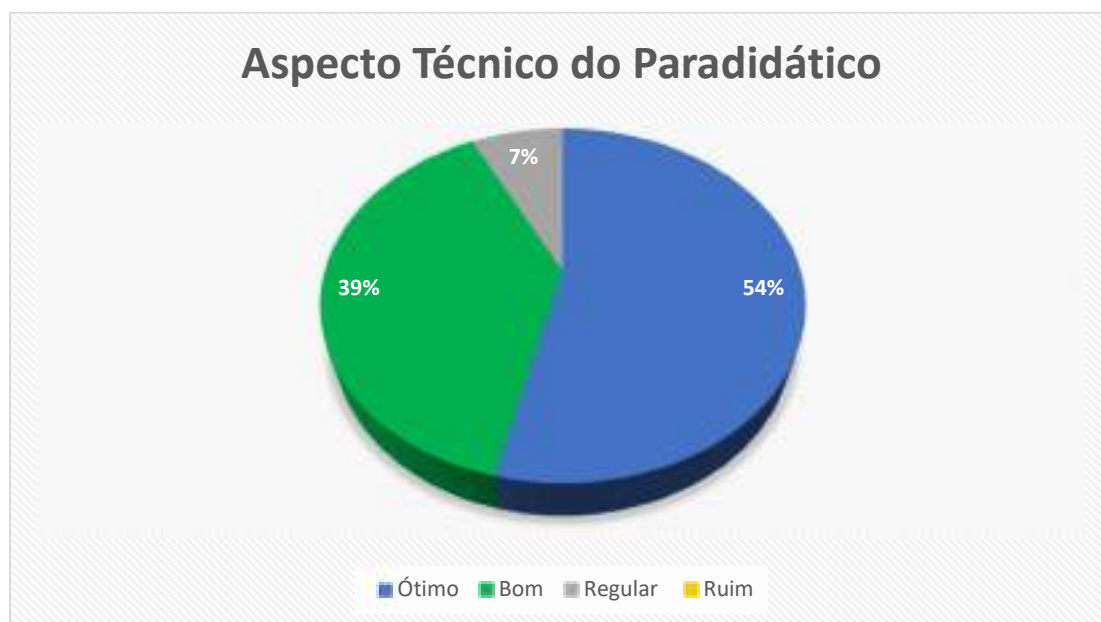
Fonte: Autoria própria, 2022.

Analisando o Quadro 3 disposto anteriormente, o item melhor avaliado foi “Apresenta linguagem acessível”, considerado como ótimo para a maioria dos avaliadores. Segundo Munakata (1997), uma das principais características que um paradidático tem é possuir linguagem leve e mais simples que os livros didáticos tradicionais. Dessa forma, a leitura do livro se torna mais acessível, algo que priorizamos durante a elaboração do paradidático.

Outro item de destaque que recebeu como ótimo a maioria das avaliações se refere à “Organização clara e coerente”, com 12 avaliações do tipo. Na estruturação do material, os assuntos, tópicos e discussões foram organizados de modo que houvesse sentido na leitura entre um tópico e outro, além de abordar conceitos da Química à medida em que os assuntos eram tratados. Em relação à presença de imagens, fotos, gráficos esquemas e ilustrações, o paradidático também recebeu avaliações positivas, já que é outra característica importante para esse material (MACHADO, 1997; DALCIN, 2007).

O Gráfico 2 traz, em porcentagem, a soma total das avaliações dos itens do aspecto técnico do livro.

Gráfico 2 – Percentual total de avaliações acerca do Aspecto Técnico do livro.



Fonte: Autoria própria, 2022.

No geral, o paradidático apresentou avaliações muito positivas e satisfatórias acerca do aspecto técnico. Para os avaliadores, o livro apresenta características do âmbito técnico próprias de um paradidático e está de acordo com estudos de diferentes discussões teóricas sobre esses materiais.

6.3.3 Avaliação quanto ao aspecto pedagógico

Nesse aspecto são observados itens em relação a abordagem dos conceitos, a adequação ao nível de ensino, sequência de ideias, contextualização do conhecimento científico, exemplificações, aplicações ao cotidiano, aprendizagem dos conteúdos, entre outras discussões de cunho pedagógico relacionado ao livro. Dessa forma, essa categoria de avaliação tem função muito importante para discutir o paradidático como uma estratégia para o ensino e aprendizagem em Química.

No Quadro 4 estão relacionados os itens avaliados desse aspecto, juntamente com as avaliações recebidas entre Ótimo, Bom, Regular ou Ruim.

Quadro 4 – Resultado das avaliações dos itens relacionados ao Aspecto Pedagógico do paradidático

Item avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Nível de adequação ao ensino médio	11	7	0	0
Sequência de ideias e conteúdos oferecidos pelo livro	13	5	0	0
Permite a construção dos conceitos de forma adequada	13	5	0	0
Nível de aprendizagem dos conceitos propostos	13	5	0	0
Apresenta uma abordagem do conhecimento químico com a valorização de uma visão interdisciplinar	16	2	0	0
Apresenta uma abordagem do conhecimento químico de maneira contextualizada	15	3	0	0
Faz uso de exemplificações cotidianas e/ou científicas	13	5	0	0
Propõe atividades que evitam promover aprendizagem mecânica com mera	8	10	0	0

memorização de fórmulas, nomes e regras.				
Evita a utilização de metáforas e analogias que induzam a elaborações conceituais incorretas	8	10	0	0
Apresenta, de modo correto, contextualizado e atualizado, conceitos, informações e procedimentos	11	6	1	0

Fonte: Autoria própria, 2022.

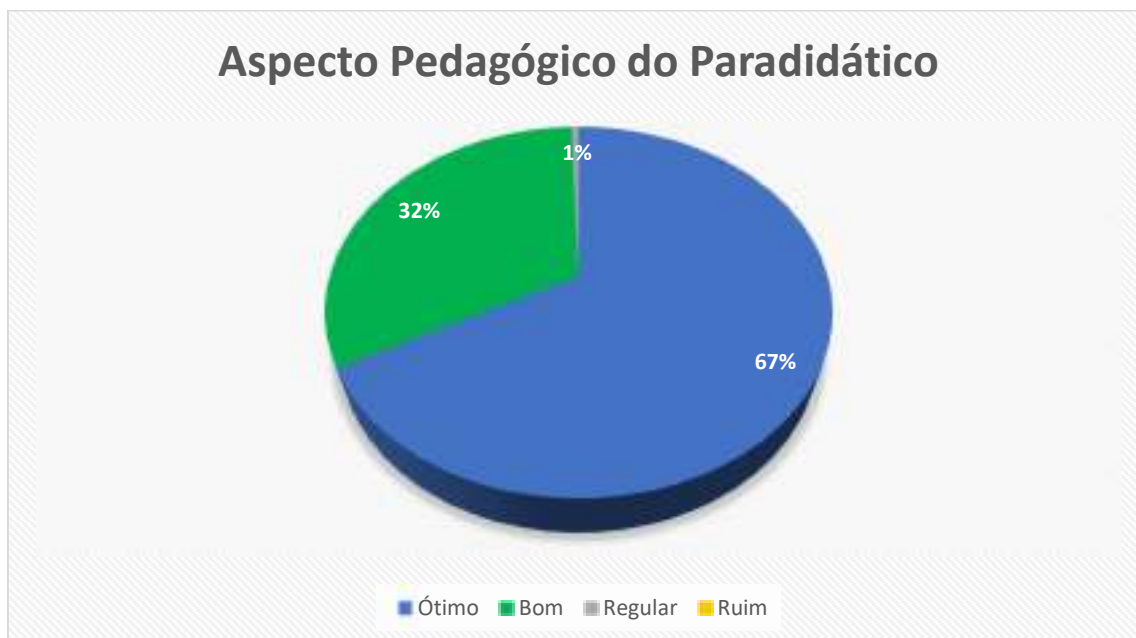
Os itens que mais se destacaram com avaliações positivas estão associados aos que tratam dos fatores de contextualização, cotidiano e interdisciplinaridade. Na elaboração do livro, essas abordagens ficaram claras e evidentes, uma vez que fizemos uso da temática “refrigerantes” com diferentes assuntos e até mesmo com outros tipos de conhecimento, trazendo conhecimentos de Química para diversas discussões com o cotidiano. Como é discutido por Machado (1997), fazer o uso de temáticas sociais articuladas ao cotidiano torna o paradidático mais chamativo ao leitor.

Outros itens que chamam a atenção nessa categoria de análise se referem à sequência de ideias, ao nível de aprendizagem dos conceitos, à construção do conhecimento e ao nível adequado ao ensino médio, que receberam avaliações Ótimo e Bom. Nesse sentido, o paradidático se difere dos livros didáticos tradicionais por não apresentar uma abordagem “didatizada” tradicional, mas que também possui a função didática de facilitar a aprendizagem (CAMPELLO e SILVA, 2018), trazendo textos mais leves e recursos gráficos chamativos (LAGUNA, 2001).

Durante a produção do paradidático, outro ponto que procuramos seguir se refere ao item “Propõe atividades que evitam promover a aprendizagem mecânica com mera memorização de fórmulas e regras”. Ao longo de todo o texto do livro, o leitor muitas vezes é indagado sobre várias situações que envolvam o tema “refrigerantes”, e as abordagens do conteúdo de Química foram feitas de modo questionador, evitando memorizações superficiais dos conhecimentos tratados.

O Gráfico 3 traz o percentual total das avaliações sobre o Aspecto Pedagógico do paradidático.

Gráfico 3 – Percentual total da avaliação dos itens sobre o Aspecto Pedagógico do paradidático



Fonte: Autoria própria, 2022.

Analizando o Gráfico 3, o paradidático produzido obteve avaliações bastante positivas se tratando do aspecto pedagógico. Nesse sentido, a maioria das propostas para aprendizagem de conceitos de Química presentes nos textos do livro podem ser utilizadas para facilitar os processos de ensino e aprendizagem, sendo um dos principais propósitos de utilização do material. A abordagem do conteúdo contextualizada com temática do cotidiano se mostrou uma importante ferramenta facilitadora da aprendizagem dos conteúdos abordados, da mesma forma em que foi encontrado nos estudos dos paradidáticos de Fernandes (2019) e Dal-Pupo (2015).

6.3.4 Avaliação quanto ao aspecto CTS

Neste aspecto, foram observados itens relacionados à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade, considerando a aplicação social do conhecimento científico, as implicações da tecnologia na sociedade, os impactos sociais da ciência, entre outros pontos acerca do enfoque CTS.

As discussões sobre a abordagem CTS presentes no livro paradidático são muito importantes para discutir como o livro pode gerar análises críticas acerca do conhecimento da Química, da tecnologia envolvida, os impactos ambientais, entre outras.

O Quadro 5 traz os itens avaliados dessa categoria, bem como as avaliações recebidas entre Ótimo, Bom, Regular ou Ruim.

Quadro 5 – Resultado das avaliações dos itens acerca do Aspecto CTS do paradidático

Item avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Apresenta discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente	15	3	0	0
Aborda a aplicação pela sociedade do conhecimento científico	12	6	0	0
Discute os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico	12	6	0	0
Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento tecnológico	9	9	0	0
Aborda a tecnologia como fator para melhoria das condições de vida	8	10	0	0
Aponta outros fins para a tecnologia	5	12	1	0

Fonte: Autoria própria, 2022.

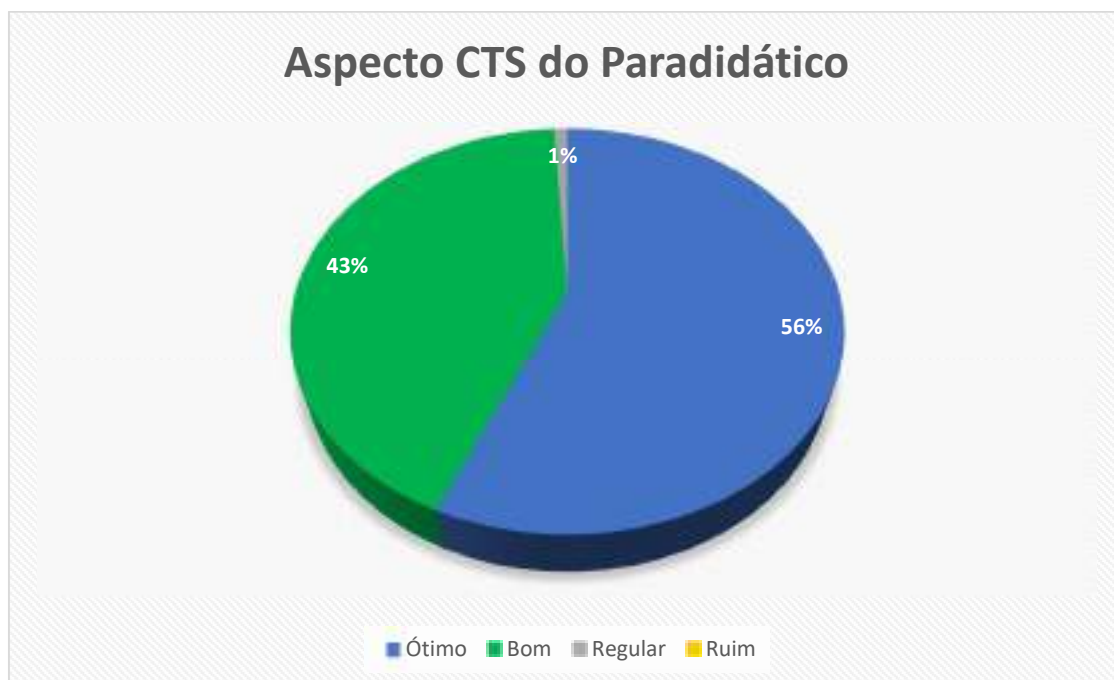
O item que mais recebeu avaliações como Ótimo foi “Apresenta discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente”. Este ponto foi bem

explorado no livro, uma vez que vários tópicos foram tratados especificamente de discutir assuntos como os refrigerantes e a saúde, os impactos ambientais causados pelas embalagens e também pela indústria de refrigerantes, a história dos refrigerantes articulados a construção de conhecimentos científicos da química entre vários outros.

A maioria dos itens recebeu avaliações satisfatórias, apresentando saldo positivo na articulação sobre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente presentes no paradidático. Na elaboração do livro, procuramos dar espaço ao enfoque CTS justamente para atrair a atenção do leitor com temas sociais e articulados ao cotidiano, trazendo ao material características próprias do paradidático apontadas por Munakata (1997) e Machado (1997). Da mesma forma, a articulação com o enfoque CTS foi essencial para tornar a linguagem mais leve e informal que, de acordo com Laguna (2001), pode estimular a leitura.

O Gráfico 4 traz o percentual total dos itens avaliados sobre o Aspecto CTS do paradidático.

Gráfico 4 – Percentual geral da avaliação quanto ao Aspecto CTS do paradidático



Fonte: Autoria própria, 2022.

No geral, o aspecto CTS também apresentou avaliações positivas, estando de acordo com os principais fundamentos do enfoque ciência, tecnologia e sociedade. Essa articulação foi essencial para chamar a atenção do leitor com temáticas sociais ligadas ao

cotidiano e proporcionar abordagens mais críticas sobre o conteúdo químico e os assuntos que permeiam os refrigerantes e a saúde, suas embalagens e a indústria ligados ao meio ambiente. A importância do enfoque CTS também foi validada nos estudos de Fernandes (2019) e Dal-Pupo (2015). Além disso, o enfoque CTS contribuiu para abordagens pedagógicas críticas e questionadoras (PINHEIRO; BAZZO, 2005).

6.3.5 Avaliação quanto ao uso em sala de aula

Nesse aspecto, são abordadas questões sobre a utilização do livro paradidático em sala de aula. Nesse sentido, os avaliadores fizeram apontamentos, considerações e comentários sobre se usariam o material em sala de aula, em qual momento seria adequado, o nível de aprendizado dos conceitos, bem como sugestões, críticas e comentários acerca do paradidático. Para isso os avaliadores responderam a quatro questões discursivas, apresentando seus apontamentos.

Para melhor organização, apresentamos primeiramente as questões e em seguida as respostas mais relevantes dos avaliadores, que estão identificados como AV1 a AV18.

Questão 1: “Você utilizaria o livro *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?* em suas atividades didático-pedagógicas? Sim ou não? Por quê?

Nesta questão, todos os 18 avaliadores responderam que utilizariam o material em sala de aula. Muitos consideraram que o paradidático facilita a compreensão de conceitos, fator discutido nos estudos de Carneiro e Silva (2017), utilizando essa característica como justificativa:

Sim, pela facilidade na compreensão e exemplos citados do cotidiano. (Linguagem para todos) (AV16)

Sim, porque é um material didático que traz muitos exemplos, e também é fácil de explicar. (AV5)

Sim, sempre que possível, pois facilita o entendimento do aluno na relação entre o ensino científico e seu cotidiano. (AV1)

Sim. Achei um material muito bom para a sala de aula. (AV7)

Já em outras respostas, outros avaliadores consideraram como justificativa o fato de a temática “refrigerantes” estar presente no cotidiano, o que aumentaria o interesse dos estudantes nas aulas de Química:

Sim, pois os refrigerantes são produtos que os estudantes conhecem muito bem e é uma alternativa para que possam sentir-se mais atraídos para aprender, pois se trata de um componente inserido na realidade de todos. (AV18)

Sim, é algo do dia a dia e é bom trazer algo diferente para a sala de aula e uma coisa do cotidiano. (AV13)

Sim! É um ótimo recurso para aproximar o aluno da matéria, da experiência com uma ciência exata. Além de contextualizar algo de uso dos alunos, como o refrigerante, que está presente na vida deles com a Química presente nesse processo! (AV8)

Alguns avaliadores consideraram o uso de imagens, ilustrações e a linguagem mais leve como um fator para o uso em sala de aula, sendo estas umas das características mais comuns dos livros paradidáticos (MUNAKATA, 1997; MACHADO, 1997; DALCIN, 2007):

Sim, pois é uma forma de aprendizagem muito importante para ser utilizada em sala com os alunos, principalmente por todo o conceito e ilustrações e explicações que se há no livro. Faz com que o aluno entenda de forma bem clara o conteúdo e é bem interessante como um trabalho diferente em sala também. (AV10)

Sim, a linguagem utilizada no livro é simples e completa. Se eu pegar apenas um tópico do livro, consigo facilmente trabalhar mais de um aspecto com os alunos. Fazendo a leitura do livro, consigo pensar em vários assuntos que posso trabalhar usando o passo a passo mostrado nas páginas do livro. Qualquer aspecto que eu procure sobre os refrigerantes consigo encontrar facilmente nele. (AV12)

Sim, achei resumido, interessante, bem explicativo e aborda os temas principais e mais importantes envolvendo a Química, o meio ambiente, os mitos e verdades como curiosidade etc. (AV9)

Um dos avaliadores, além de explorar como utilizaria o material, reforçou outro ponto importante dos paradidáticos discutido por Laguna (2001), sobre explorar a leitura dos alunos, já que o autor defende que os paradidáticos atendem não só a área de Literatura, mas também outras áreas:

Sim, o livro traz uma temática muito usual para os alunos e pode ser trabalhado como conteúdo complementar; outra aplicação é o estudo de caso, podem entender o conteúdo apresentado em sala de aula para o dia a dia dos alunos. Com incentivo à leitura e o estudo através da investigação da temática. (AV14)

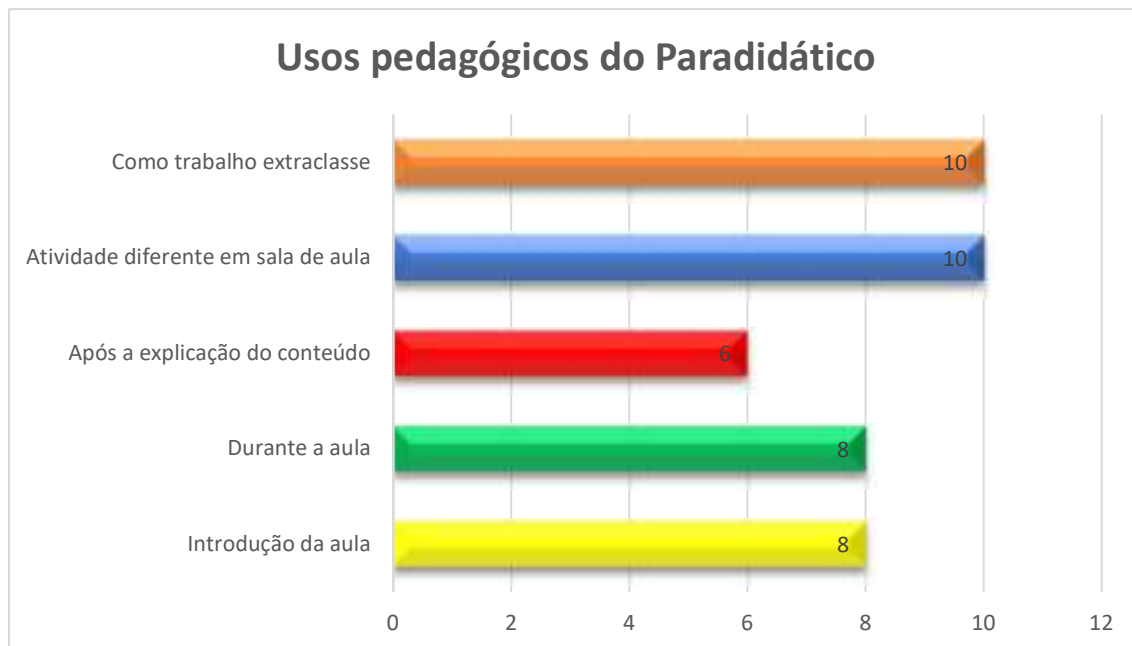
No geral, as respostas dos avaliadores a essa questão reforçaram o caráter contextualizado do livro, com temáticas aplicadas ao cotidiano que podem chamar a atenção do aluno. Além disso, as características mais informais do livro também foram contempladas nas considerações, o que reforça o uso do material de forma complementar (MACHADO, 1997) nas atividades didático-pedagógicas do professor em sala de aula.

A próxima questão (Questão 2) explora quais os momentos pedagógicos mais adequados para o uso do paradidático, abordando como o avaliador o utilizaria em suas aulas de Química.

Questão 2: Em sua opinião, em qual momento seria mais apropriado utilizar o livro *Química dos refrigerantes*? Marque quantas alternativas desejar.

O Gráfico 5 traz a relação das alternativas de uso do material que foram marcados pelos avaliadores:

Gráfico 5 – Resultado das avaliações sobre os momentos mais apropriados para usar o paradidático



Fonte: Autoria própria, 2022.

Como exposto no Gráfico 5, os usos pedagógicos do paradidático que mais foram considerados pelos avaliadores foram utilizar como trabalho extraclasse e como uma

atividade diferente em sala de aula. Nesse sentido, o caráter de uso complementar nas aulas é nítido com esses tipos de uso do paradidático.

Da mesma forma, muitos avaliadores também pensaram ser apropriado usar o material como introdução e durante a aula. Como elencado anteriormente por alguns avaliadores na Questão 01, por ser um material que facilita a aprendizagem de conteúdos da Química, utilizar o livro durante e como introdução da aula se constitui como uma estratégia pedagógica viável para as aulas de Química do ensino médio.

Além disso, o avaliador AV16 sugeriu outros tipos de uso do material, de modo a aprofundar os conhecimentos empíricos da química envolvidos com a temática “refrigerantes”:

Muito interessante trabalhar na semana científica para transmitir o conhecimento do livro em prática. (AV16)

Nesse sentido, o uso do material em projetos, feira de ciências, semana científica entre outros eventos escolares é outra opção viável que pode ser aproveitada. Diante de todas as discussões que envolvem refrigerantes e a sociedade, o meio ambiente e a tecnologia, muitas propostas podem ser pensadas pelo professor para usar o material como complemento ou até mesmo como referencial norteador para essas atividades.

A Questão 3 tratou de verificar se os conceitos abordados no paradidático contribuem para o aprendizado em Química. Nesse sentido, os avaliadores fizeram apontamentos direcionados aos potenciais de aprendizagem dos conhecimentos químicos explorados pelo paradidático.

Questão 3: A leitura do livro contribuiu para o aprendizado dos conceitos abordados? Sim ou não? Por quê?

Nesta questão, todos os avaliadores responderam Sim, que o livro contribuiu para o aprendizado nos conhecimentos da química que são abordados. Alguns justificaram isso pelo fato de estar bem detalhado e explicado, em uma linguagem simples e informal, características de paradidáticos discutidas por autores como Munakata (1997), Machado (1997) e Melo (2004):

Sim. Pois aborda detalhadamente cada conceito de forma didática, relacionando a diferença entre os refrigerantes, sobre a solubilidade, composição química, aos efeitos que causam em nosso organismo e até mesmo aos impactos que causam ao meio ambiente. Além de tirar

dúvidas, e trazer curiosidades, aborda os mitos e verdades relacionados ao tema proposto. (AV15)

Sim, o livro relaciona bem os conceitos que são estudados de forma clara e interessante, tornando mais atrativo para o aluno. (AV1)

Sim, no livro se tem breves explicações sobre conceitos abordados, assim ajudando ao leitor para que consiga entender melhor o que está sendo falado, caso ele já tenha visto o conceito, mas não se recorde muito bem. (AV4)

Outros avaliadores atribuíram a contextualização feita com a temática como uma das justificativas para o aprendizado dos conceitos, o que reforça a opção pela abordagem CTS, e consideraram o livro chamativo e interessante, com uma leitura leve, outro ponto discutido por Laguna (2001):

Sim. Em algumas partes foi novidade, pois não tinha conhecimento mesmo, principalmente as partes de diferença dos refrigerantes, mitos e verdades, sobre o impacto ambiental, é um tema que chama muito atenção, pois consumimos muito os refrigerantes. Além do conteúdo ser chamativo, ficou muito bom de ler e compreender o tema e o conteúdo nele contido. (AV9)

Sim, a aprendizagem se torna mais ativa por meio da contextualização que o livro traz. (AV7)

Sim, a relação é clara, muito conteúdo histórico científico, um ensino investigativo e também traz muitas referências para cotidiano e soluções de problemas ambientais e sociais. (AV14)

Alguns termos corriqueiros, mas que passam despercebidos como: light; diet; zero. Foi bem claro na abordagem. As fórmulas químicas também auxiliaram muito uma vez que foi possível entender mais sobre as estruturas químicas que compõem os refrigerantes. (AV18)

De modo geral, as respostas a essa questão indicaram que o aprendizado dos conceitos químicos abordados no livro tem viabilidade para inserção como uma atividade didático-pedagógica a estudantes do ensino médio, por exemplo. A perspectiva crítica da contextualização da temática mediante os pressupostos CTS pode chamar a atenção dos estudantes, por ser um assunto ligado ao seu cotidiano e proporcionar diferentes discussões para a aprendizagem de conhecimentos da Química.

A próxima e última questão se refere a sugestões, críticas e comentários sobre o livro paradidático. Com isso, os avaliadores fizeram seus apontamentos indicando pontos de melhoria, lacunas encontradas ou até mesmo espaço para elogios ou outros comentários do tipo.

Em relação a essa questão, todas as sugestões e críticas feitas pelos avaliadores foram consideradas e muitas foram, inclusive, ponto de discussão no Exame de Qualificação. No geral, muitas das críticas ficaram em torno do *design* final do paradidático, mas vale comentar que, no momento da avaliação, o paradidático ainda se encontrava sem a diagramação e *design* finais. Entretanto, a parte do *design* final já está sendo elaborada.

Alguns comentários, críticas e sugestões de alguns avaliadores foram de forma cortês e modesta, com alguns elogios e algumas sugestões acerca de *design*, imagens, entre outros:

Os apontamentos a serem feitos já foram destacados e, como dito em reunião, já serão arrumados. Parabéns pelo trabalho, o texto fácil de ser compreendido, dando autonomia aos alunos e também trazendo uma grande ferramenta para os professores. A temática é ótima e pode ser abordada de forma Interdisciplinaridade e tantas outras possibilidades, creio que o objetivo foi alcançado. (AV14)

O livro é ótimo, aborda um conteúdo super atrativo principalmente para o ensino em sala de aula, além de auxiliar o professor para abordar outros conteúdos. A única sugestão a fazer é referente às imagens, não ficaram tão atrativas [...], mas tirando isso, o trabalho está incrível. (AV15)

Fica de sugestão uma melhora na apresentação de alguns dados, um exemplo disso é no tópico sobre o consumo de refrigerante dos brasileiros, quando fala é apresentado a porcentagem de litros por país, fica meio confuso em como está dividida essa porcentagem. (AV12)

O material tá incrível, só tá um pouco sem graça, mas não de conteúdo e sim de imagens, eu imagino que uma das metas finais do livro seja que ele seja mais atraente ludicamente além de conteúdo pois conteúdo está incrível. (AV3)

Gostaria de parabenizar apenas! Foi de grande aprendizagem a leitura do livro e foi fomentador para desenvolver outras ideias. Obrigada!! E parabéns!! (AV8)

Ótimo! Na edição final, capriche nas cores, não deixe apenas nas mãos de um designer [...]. Escrita impecável e simples, a forma ideal para que os jovens não se cansem rapidamente, [...] Parabéns. (AV7)

Como discutido anteriormente, muitas dessas e outras sugestões foram atendidas e inclusive discutidas pela Banca de Qualificação deste trabalho. Vale ressaltar que a versão produzida ainda não está com a diagramação e *design* finais.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das avaliações feitas pelos integrantes do Programa de Residência Pedagógica do curso de Licenciatura em Química da UFMT- Campus Cuiabá, evidencia-se que o livro paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?* apresenta diversas potencialidades pedagógicas para ser usado como recurso educacional facilitador da aprendizagem em Química para o ensino médio.

Com as considerações dos avaliadores acerca de aspecto técnico, aspecto pedagógico, aspecto CTS e utilização em sala de aula, foi possível inferir que o produto educacional elaborado possui características próprias dos livros paradidáticos, apresentando linguagem leve, informal e acessível. A contextualização com a temática “refrigerantes” foi de suma importância para que o material possa atrair o interesse de estudantes, de modo a estimular, além da leitura, a realização de diversas atividades didático-pedagógicas com o material.

A abordagem CTS presente no paradidático também se mostrou pertinente, segundo as avaliações. As considerações indicaram que o livro possui abordagens críticas acerca dos aspectos científicos, sociais, ambientais e tecnológicos que permeiam a temática, sendo associada a diferentes conhecimentos da Química. Nesse sentido, o livro pode fomentar discussões mais aprofundadas em sala de aula acerca dos âmbitos sociais, ambientais e tecnológicos envolvidos com o tema “refrigerantes”.

A presença de imagens, esquemas, gráficos, ilustrações e infográficos deixou o livro menos denso de partes textuais e o tornaram mais convidativo e atrativo à leitura para os estudantes, segundo as avaliações. Tais características estão de acordo com os pressupostos teóricos sobre os livros paradidáticos, e auxiliam a relação do leitor com diferentes conhecimentos da Química, de maneira mais informal e menos “didatizada” que os livros didáticos tradicionais, apresentando uma leitura mais simplificada.

A análise documental dos livros didáticos aprovados no PNLD/2021 acerca da temática “bebidas” também revelou que, apesar de fazerem referência a diferentes bebidas, as coleções analisadas fazem uma abordagem superficial e não exploram de forma mais complexa o tema, em especial os refrigerantes. Além disso, a busca por paradidáticos que abordam a temática “bebidas” evidenciou a carência desse tipo de material que contemple a temática, direcionadas ao ensino de Química na educação básica.

Em suma, o livro paradidático apresenta potencial para ser explorado a partir de diferentes atividades didático-pedagógicas. Vale orientar que o professor utilize o paradidático sempre partindo da realidade dos estudantes, de modo que explore seu cotidiano associado à temática “refrigerantes”. Assim, acreditamos que a aprendizagem dos conhecimentos se torna mais adequada e rica, e se distancia do ensino tradicional baseado em memorizações superficiais, dando espaço para processos de ensino e aprendizagem mais críticos e de maior qualidade.

REFERÊNCIAS

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência e Ensino**, v. 1, n. especial, 2007.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência e Educação**. v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AULER, D.; D., Demétrio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n 2, p. 337-335, 2006.

BANDEIRA, D. **Materiais Didáticos**. Iesde: Curitiba, 2009.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Tradução: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Brasília: MEC. Versão entregue ao CNE em 03 de abril de 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2022.

CAMPELLO, B. S.; SILVA, E. V. da. Subsídios para Esclarecimento do Conceito de Livro Paradidático. **Bibl. Esc. em R.**, Ribeirão Preto, v. 6, n. 1, p. 64-80, 2018.

CARNEIRO, I. M. S. P.; SILVA, C. M. S. A Contribuição do Livro Paradidático para o Processo de Ensino e Aprendizagem de Química no Ensino Médio. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Fortaleza. **Anais**. Campina Grande: Editora Realize, 2017.

CONEXÕES – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS. São Paulo: Moderna, 2020- .

COSTA, A. J. L. L. da. **A Educação Sexual numa Perspectiva de Educação para a Saúde**: um estudo exploratório na Escola Secundária Pluricurricular de Santa Maria Maior de Viana do Castelo. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2006.

DAL PUPO, D. **A Sua Nova Majestade a Soja**: um paradidático como estratégia pedagógica para o ensino de Química em Mato Grosso. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2015.

DALCIN, A. Um olhar sobre o paradidático de Matemática. **ZETETIKÉ, Revista da Faculdade de Educação da UNICAMP**, v. 15, n 27, p. 25-36. jan./jun. 2007.

DÍALOGO – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS. São Paulo: Moderna, 2020- .

FERNANDES, K. S. **Paradidático como Estratégia Pedagógica para o Ensino de Química**: aprendendo com uma planta chamada cana de açúcar. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2019.

FRACALANZA, H.; NETO, J. M. O Livro Didático de Ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

LAGUNA, A. A Contribuição do Livro Paradidático na Formação do Aluno Leitor. **Augusto Guzzo Revista Acadêmica**, v. 02, p. 43-51, 2001.

Lima, A. C.; AFONSO, J. C. A Química dos Refrigerantes. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 210-215, 2009.

LISO, M. R. J.; GUADIX, M. A. S.; TORRES, E. de M. Química cotidiana para la alfabetización científica: realidade o utopia? **Educación Química**, v. 13, n. 4, 2002.

LOPES & ROSSO – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS. São Paulo: Moderna, 2020- .

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M; **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, J. **Além do didático**: os livros paradidáticos no ensino de Química. Belém: Universidade Federal do Pará, Centro de Educação, 1997.

MELO, E. A. A. **Livros paradidáticos de língua portuguesa para crianças**: uma fórmula editorial para o universo escolar. 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, 2004.

MODERNA PLUS – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS. São Paulo: Moderna, 2020- .

MÓL, G. de S. Pesquisa Qualitativa em Ensino de Química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo (SP), v. 5, n. 9, p. 495-513, dez. 2017.

MORIN, Edgar. **Ciência com Consciência**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.

MULTIVERSOS – CIÊNCIAS DA NATUREZA. São Paulo: Editora FTD, 2020- .

MUNAKATA, K. **Produzindo livros didáticos e paradidáticos**. 1997. Tese (Doutorado) – PUC/São Paulo, São Paulo-SP, 1997.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P. da; CAMPOS, A. P. N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 33, n. 1, p. 1-11, 2003.

OLIVEIRA, D. F. de. **Química forense para o ensino de Química**: uma abordagem lúdica e experimental. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) – Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá-MT, 2020.

PINHEIRO, N. A. M.; BAZZO, W. A. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico Tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático. 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINHEIRO, N. A. M.; FAGUNDES, A. B.; VAZ, C. R. O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: uma Revisão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009. **Anais**. Ponta Grossa, 2009, p. 98-116.

SANTOS, W. L. P. dos. A química para formação da cidadania. **Educación química**, v. 4, n. 22, p. 300-305, 2011.

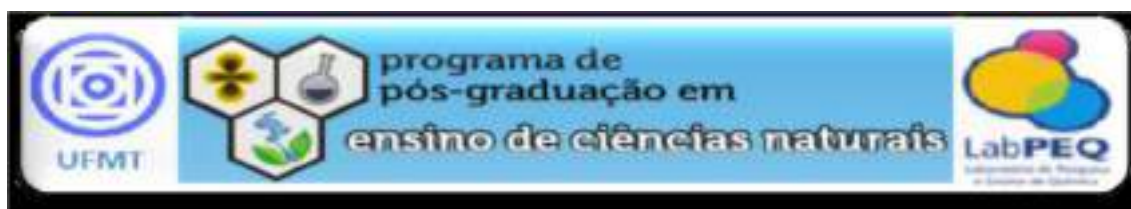
SANTOS, W. L. P. dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 49-62, 2012.

SILVA, M. A. A fetichização do livro didático no Brasil. **Educ. Real.**, Porto Alegre, v. 37, n. 3, p. 803-821, 2012.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. **Arq Mudi**, Maringá, v. 11, supl. 2, p. 110-114, 2007.

ZAMBONI, E. **Que história é essa? Uma proposta analítica dos livros paradidáticos de história**. 1991. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 1991.

APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO DO PARADIDÁTICO



Ficha de Avaliação do Livro Paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?*

Solicito a sua colaboração para responder ao presente questionário. Ele tem o objetivo de avaliar o livro paradidático *Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?*, elaborado como parte integrante da pesquisa educacional realizada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, na área de ensino de Química da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), sob a orientação da Professora Dra. Irene Cristina de Mello. Caso as informações obtidas sejam utilizadas no relatório de pesquisa (dissertação) e/ou outras publicações científicas, está garantido o absoluto sigilo de sua identidade.

Antecipadamente agradeço sua colaboração e atenção.

Fellipe da Silva Santanna

BLOCO 1 – Caracterização dos avaliadores – Residência Pedagógica

Bolsista ()

Supervisor (a) ()

Coordenador(a) de área ()

Outro () Qual? _____

Para o Bolsista:

() Masculino () Feminino

Idade: _____

Área: () Química () Física () Matemática () Outra

Está cursando qual semestre no curso de graduação? _____

Possui experiência em sala de aula além do Programa de Residência Pedagógica? Qual?

Para o Professor (a):

() Masculino () Feminino

Idade: _____

Área de Formação: _____

Tempo de Formação: _____

Tempo de docência: _____

BLOCO 2 – Aspectos Técnicos do Paradidático

Item avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Organização clara e coerente				
Isenção de erros de revisão e/ou impressão				
Fotos, esquemas e desenhos apresentando fontes, locais de custódia, datas e outras informações necessárias ao crédito				
Legibilidade gráfica para o nível de escolaridade a que se destina				
Adequação das fotos às finalidades para as quais foram utilizadas.				
Apresenta as ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada				
Oportuniza o contato com diferentes linguagens e formas de expressão				

Apresenta linguagem acessível				
Articulação texto e imagem				

BLOCO 3 – Aspectos pedagógicos

Item avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Nível de adequação ao ensino médio					
Sequência de ideias e conteúdos oferecidos pelo livro					
Permite a construção dos conceitos de forma adequada					
Nível de aprendizagem dos conceitos propostos					
Apresenta uma abordagem do conhecimento químico com a valorização de uma visão interdisciplinar					
Apresenta uma abordagem do conhecimento químico de maneira contextualizada					

Faz uso de exemplificações cotidianas e/ou científicas					
Propõe atividades que evitam promover aprendizagem mecânica com mera memorização de fórmulas, nomes e regras					
Evita a utilização de metáforas e analogias que induzam a elaborações conceituais incorretas					
Apresenta, de modo correto, contextualizado e atualizado, conceitos, informações e procedimentos					

BLOCO 4 – A abordagem CTSA

Item avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Apresenta discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e meio ambiente.					
Aborda a aplicação pela sociedade do conhecimento científico.					
Discute os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico.					

Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento tecnológico.					
Aborda a tecnologia como fator para melhoria das condições de vida.					
Aponta outros fins para a tecnologia.					

BLOCO 5 – Utilização do livro “*Química das bebidas*” em sala de aula

1- Você utilizaria o livro *Química das bebidas* em suas atividades didático-pedagógicas?

☐ Sim ☐ Não

Por quê?

2- Em sua opinião, em qual momento seria mais apropriado utilizar o livro *Química das bebidas*? Marque quantas alternativas desejar.

☐ Introdução da aula

☐ Durante a aula

☐ Após a explicação do conteúdo

☐ Atividade diferente em sala de aula

☐ Como trabalho extraclasse

☐ Outros. Qual(is): _____

3- A leitura do livro contribuiu para o aprendizado dos conceitos abordados?

☐ Sim ☐ Não

De que maneira?

4- Espaço para comentários, sugestões ou críticas:

Obrigado!

APÊNDICE B – PARADIDÁTICO PRODUZIDO

Fellipe da Silva Santanna

Irene Cristina de Mello

Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?

PPGECN/UFMT

Cuiabá

2022

Fellipe da Silva Santanna

Irene Cristina de Mello

Universidade Federal de Mato Grosso

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais

Química dos refrigerantes: sabemos o que bebemos?

Coleção

Ensino de Química – LabPEQ

UFMT

2022

SUMÁRIO

Sabemos o que bebemos?	96
Afinal, o que é um refrigerante?	97
Quem inventou esta bebida gasosa? quais a marcas pioneiras?	97
Os brasileiros consomem muito refrigerante?	105
Qual a composição química dos refrigerantes: o que tomamos de fato?	107
Qual a diferença entre os refrigerantes <i>diet</i> , <i>light</i> e <i>zero</i> ? Qual escolher?	115
Como são fabricados os refrigerantes?	118
Como as embalagens de refrigerantes podem causar impactos ambientais? ..	122
Os impactos ambientais causados pela indústria de refrigerantes	125
Outros conceitos da Química a partir dos refrigerantes	129
Mitos e verdades sobre a química dos refrigerantes	131
Os efeitos dos refrigerantes em nosso organismo e o problema da obesidade 137	
Cuidado com o excesso de refrigerantes!	140
Enfim, agora sabemos o que bebemos?	141
REFERÊNCIAS	142

REFRIGERANTES

Sabemos o que bebemos?

Você certamente já tomou algum tipo de refrigerante pelo menos uma vez na vida, correto? Se a sua resposta foi sim, você saberia responder o que de fato tomou? Afinal, de quais substâncias são feitos os refrigerantes? Qual a composição química? Como podemos classificar esse tipo de bebida? Quais aditivos químicos são utilizados em sua fabricação? Aliás, como são fabricados? Será que existe legislação que regulamenta a fabricação e a venda de refrigerantes? O tipo de embalagem do refrigerante faz alguma diferença no sabor ou em sua qualidade? Qual a história dos refrigerantes e como eles surgiram? Quem inventou? Quais são as marcas pioneiras? É possível saber a fórmula da famosa marca Coca-Cola ou até hoje ninguém sabe? Quais os efeitos dos refrigerantes para a nossa saúde? Os refrigerantes possuem algum impacto ambiental? Qual a diferença entre refrigerantes *light*, sem açúcar e sem cafeína? O que é *fake news* ou fato sobre os refrigerantes? Se você ficou em dúvida sobre como responder a estas perguntas, então você precisa ler o que vem a seguir...

Como você já sabe, devido ao seu sabor quase, digamos, “viciante”, e sensação de frescor, os refrigerantes são bebidas muito consumidas no mundo todo, ocidental e oriental. Com uma variedade de sabores, preços atrativos e facilidade em encontrar, se tornam uma opção para acompanhar o almoço, o lanche da tarde, o jantar ou simplesmente para saborear no intuito de amenizar os períodos de calor. Não é à toa que os refrigerantes são consumidos na forma gelada, visto que muitos preferem tomá-los justamente para se refrescar diante das ondas de calor. Fato é que com a expansão da lógica consumista nas sociedades, os refrigerantes passaram a fazer parte da cultura e, mesmo podendo não ser uma opção saudável, faz parte do hábito de muitas pessoas por todo o mundo. Portanto, aprender mais sobre esta bebida torna-se muito importante.

Mas antes de demonizar os refrigerantes, vamos entender um pouco melhor esta bebida? Tá servido de um refrigerante ou acha melhor esperar o fim da leitura? Se fosse você, lia tudo primeiro antes de abrir o próximo.

Afinal, o que é um refrigerante?

Quimicamente, podemos dizer que um refrigerante é, em geral, uma bebida fabricada industrialmente, não alcoólica e não fermentada – pois não se utilizam organismos vivos em sua composição –, preparada com água, edulcorantes, que podem ser naturais, acidulantes, colorantes, antioxidantes, estabilizadores de acidez e conservantes. Em geral, também pode-se considerar que refrigerantes são bebidas que, obrigatoriamente, são saturadas de dióxido de carbono/gás carbônico (CO_2) industrialmente puro.

Figura 23: Refrigerante: uma bebida de vários sabores.



Fonte: Imagem licenciada sob domínio público via Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Refrigerantescomgas.jpg> Acesso em 28 Fevereiro 2023.

Como surgiram os Refrigerantes?

Quem inventou esta bebida gasosa? quais a marcas pioneiras?

A origem dos refrigerantes tem conexões muito importantes com a história da Química. Vamos ver adiante que, com o estudo da dissolução de gases em líquidos, feito por dois químicos muito famosos, foi possível que bebidas gasosas fossem produzidas, em especial, os refrigerantes. Além disso, você vai descobrir que, antes de os refrigerantes surgirem como a bebida que conhecemos hoje, eles eram utilizados para uso medicinal. Então, se prepare para descobrir um pouco sobre a história dos Refrigerantes.

Um dos primeiros rastros sobre o surgimento dos refrigerantes está associado com o desenvolvimento de sucos de frutas, que davam sensação de refrescância. De acordo

com o *website* mexicano QuimicaFacil.net, foi no Oriente Médio medieval que, com a produção de uma variedade de refrescos com sabor de frutas, deu-se início à ideia de elaboração de bebidas refrescantes. Um dos mais famosos e antigos é o *sharbat*, bebida feita com o suco da fruta que era adoçada com ingredientes como o açúcar, xarope e mel, podendo ser consumida de forma concentrada ou diluída. Essa bebida adocicada passou a fazer muito sucesso mais tarde na Europa, dando origem ao termo “xarope”, palavra derivado do árabe. Assim, podemos dizer que o *sharbat* era visto como os “refrigerantes da época”. Segundo o site *BelieveNews*, os primeiros registros que se têm da bebida datam do século XII, em um livro persa que continha registros feitos por um médico islâmico da realeza, Ismail Gargani, que descrevia diferentes tipos de *sharbats*, como o de uva azeda (*ghooreh*), romã (*anar*) e hortelã (*serkanjebin*).

Figura 24: Sharbat, bebida originária do Oriente Médio, feito com xarope de frutas ou pétalas de flores, um pouco de limão e água com gás. A bebida é sempre servida com muito gelo.



Fonte: Rawpixel. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em: <https://www.rawpixel.com/image/5957570/free-public-domain-cc0-photo> Acesso em: 28 Fevereiro 2023.

Outra bebida refrescante que antecede os refrigerantes é a limonada. Em 1676, empresa francesa *Compagnie des Limonadiers* fez muito sucesso com a venda da bebida à base de água, sumo de limão e açúcar. Entretanto, na época ainda não havia sido descoberta a mistura de gás carbônico (CO_2) com a água, mas a sensação de refrescância era presente.

Os estudos sobre a mistura de gases em água só surgiram no ano de 1772, quando os químicos Joseph Priestley e Antoine Lavoisier realizavam experimentos na tentativa de acrescentar gás à água. Priestley descobriu um método de infusão de gás carbônico (CO_2) em água quando suspendeu uma tigela de água destilada em um barril de cerveja,

em uma cervejaria local em Leeds, na Inglaterra. Em seu artigo intitulado “Impregnação da água com ar fixo”, ele descreve o método a partir da obtenção de CO_2 , gotejando azeite de vitriolo (hoje conhecido com ácido sulfúrico H_2SO_4) em cima de um giz, e posteriormente induzindo o gás produzido a se dissolver em uma tigela de água agitada.

Figura 25: À esquerda, Joseph Priestley e à direita Antoine Lavoisier. Os químicos que estudaram a mistura de gases em água



Fonte: Wellcome Library, London. Imagens licenciadas sob domínio público via Wikimedia Commons. Disponíveis em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antoine_Laurent_Lavoisier_Lithograph_by_Z._Belliard_after_J._Wellcome_V0003416.jpg e https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joseph_Priestley_Line_engraving_by_T._Holloway_1795_after_Wellcome_V0004788.jpg?uselang=pt-br Acesso em: 28 Fevereiro 2023.

A

descoberta de Priestley, posteriormente, foi modificada por Thomas Henry, em 1782, quando o boticário criou um sistema para comercializar águas carbonatadas artificialmente. Essas bebidas eram, à época, vendidas como produtos medicinais, sendo recomendadas para o tratamento de azia, queimação e outras problemas digestórios. Os sabores que inicialmente foram mais usados eram o de gengibre e o de limão. Nessa época, as bebidas carbonatadas eram consideradas saudáveis e eram defendidas e recomendadas por médicos e farmacêuticos para o tratamento de problemas estomacais.

A partir de então, vários outros sabores de frutas foram sendo acrescentados na água, sendo isso feito na hora em farmácias, que adicionavam gás carbônico na água com determinado sabor. Essa tecnologia foi patenteada em 1819 como *soda fountain*, que em português significa “fonte de soda”, uma bomba instalada nos balcões das farmácias para o líquido ser gaseificado na hora. Graças às suas propriedades antiácidas, a bebida era recomendada para ajudar na digestão. Mais tarde, em 1886, o farmacêutico John Pemberton criou a mais famosa delas, a Coca-Cola®, quando adicionou uma mistura de cor caramelo à água gaseificada.

Figura 26: Bebida gaseificada Schweppes, uma das pioneiras no mercado de refrigerantes.



Fonte: Wikimedia Commons. Imagem licenciada sob domínio público, via Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schweppes.jpg?uselang=pt-br#filelinks> Acesso em 28 Fevereiro 2023.

Assim

como os demais refrigerantes da época, a Coca-Cola[®] também era utilizada como remédio para o estômago. Era um mal-estar comum na época para os estadunidenses. John Pemberton, em Atlanta, criou o xarope de cor caramelo acrescentado a água carbonatada, e fez muito sucesso. Mas será que realmente essa “fórmula da Coca-Cola” é secreta?

CURIOSIDADE

Esse xarope, conhecido como “fórmula 7x”, que atrai tanto a curiosidade de muitas pessoas por acharem que ela é “secreta”, nada mais é que uma mistura de folhas de coca, extrato de noz de cola, óleo de noz moscada, óleo de limão, óleo de lima, coentro e muito açúcar, além de ter outros ingredientes especiais. Além disso, nos rótulos do produto têm informações sobre os ingredientes, somente a proporção exata entre eles que não é completamente conhecida. Portanto, se alguém te perguntar sobre essa tal “fórmula secreta”, você já sabe que não passa de especulações, não é mesmo? Entretanto, por conta de seu vício em morfina, John Pemberton, o criador, acabou falecendo 2 anos depois de ter feito a Coca-Cola ® e não pôde ver o sucesso que sua invenção faria pelo mundo todo.

FONTE: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/12-mitos-e-verdades-sobre-a-coca-cola/>

De pouco em pouco, as máquinas *Soda Fountain* passaram a migrar para bares, restaurantes e sorveterias. Entretanto, o surgimento de novas tecnologias – como a produção em larga escala de garrafas de vidro com tapinhas, que faziam com que o gás presente não escapasse – permitiu que os clientes levassem o produto para ser consumido em casa. Com o passar dos anos, novos tipos de embalagem surgiram. Em 1957, as latinhas de alumínio e na década de 70, com a descoberta dos plásticos, as garrafas PET.

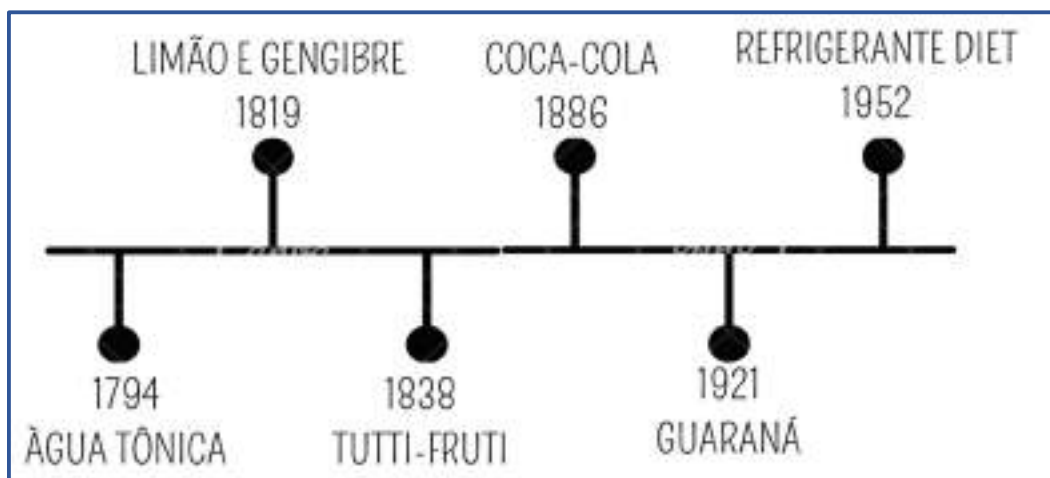
Figura 27: Estátua em homenagem ao farmacêutico John Pemberton, o criador da Coca-Cola, em um prédio da empresa.



Fonte: Flickr. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/wallyg/9205545540>

No Brasil, a primeira indústria de refrigerantes se instala no Recife, possibilitando uma maior movimentação do produto no mercado nacional. Com o sucesso mundial em escala industrial, a venda de refrigerantes gera um lucro bilionário, surgindo assim várias outras marcas e sabores. Atualmente, a indústria de refrigerantes está presente em praticamente todos os países, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial da bebida. No esquema abaixo, você confere uma linha do tempo com o período que cada tipo e sabores de refrigerantes mais importantes surgiram após o sucesso da bebida:

Figura 28: Linha do tempo do surgimento de diferentes tipos de bebidas gaseificadas



Fonte: Autoria própria.

Como dito anteriormente, os primeiros sabores, que foram produzidos após a invenção das máquinas de refrigerantes *soda fountains*, eram de limão e gengibre, em 1819. Com o sucesso, muitos farmacêuticos adicionaram sabores às bebidas, como a mistura de baunilha, morango e framboesa, dando origem ao tradicional *tutti frutti*, em 1838. Já em 1886, é criada a marca de refrigerantes mais popular do mundo, a Coca-Cola®. E somente em 1952, são criados os refrigerantes do tipo *diet*. Mas você sabia que o refrigerante sabor guaraná foi descoberto e criado aqui no Brasil?

Em 1921, a empresa brasileira Companhia Antarctica Paulista lançou o primeiro refrigerante de sabor guaraná, fruta tradicional da região da Amazônia, com o nome de Guaraná Champagne Antarctica®. Em 1905, foram realizados os primeiros estudos sobre a incorporação de guaraná em alimentos, a qual resultou em uma pesquisa sobre o processamento do guaraná Blat, criando um xarope que seria a base para o Guaraná Antarctica. Mas em 1921, o químico industrial cria fórmula para o lançamento oficial da bebida, que faz bastante sucesso, tanto no Brasil, quanto em outros países. O sucesso foi

tão grande que levou a maior empresa de refrigerantes, a Coca-Cola®, a também lançar um refrigerante sabor guaraná.

Desde então, a Companhia Antarctica Paulista passou a comprar os frutos de guaraná diretamente da região de Maués, no estado do Amazonas. Mais tarde, com o sucesso do lançamento do refrigerante, a empresa estabelece um escritório na região para facilitar as compras dos frutos, e em 1971, passa a cultivar as sementes de guaraná na Fazenda Santa Helena, em Maués, para aprofundar os estudos sobre o guaranazeiro. Assim, para melhorar a qualidade dos frutos comprados por terceiros, a Companhia Antarctica Paulista repassa a tecnologia para os produtores parceiros para melhorar o plantio.

Figura 29: Frutos de guaraná, comum da região amazônica, cujo sabor fez muito sucesso com o refrigerante Guaraná Antarctica.



Fonte: Flickr. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/sociobioamazonia/27128407477> Acesso em 28 Fevereiro 2023.

Você sabia que as bebidas à base de guaraná quase tiveram, por lei, um aumento no teor do fruto em suas fórmulas que levaria a uma concentração exagerada de cafeína? Leia mais no quadro Curiosidade a seguir.

CURIOSIDADE

Em 1944 a venda de guaranás estava em alta. Então, com o intuito de proteger os produtores amazonenses representados pelo “Consórcio do Guaraná”, o governo brasileiro expediu um decreto obrigando que todas as bebidas que tivessem a fruta em sua composição contivessem pelo menos 0,5 % da semente do fruto para cada 100 ml. Isso significaria uma concentração excessiva de cafeína, equivalente a dois

comprimidos de cafiaspirina (medicamento para enxaqueca) em apenas 330 ml, além de alta concentração de taurina, que turvaria a bebida. Entretanto, após representação junto ao Governo Federal, evitou-se que o decreto fosse publicado. Já pensou se esse decreto fosse expedido, será que você iria gostar do forte sabor de guaraná com essa nova fórmula? Seria muita cafeína, não é mesmo? E até poderia trazer complicações com a alta ingestão de cafeína, por exemplo.

FONTE:

<https://web.archive.org/web/20100309093012/http://www.guaranaantarctica.com.br/produtos/guarana-antarctica.aspx>

Para que tenhamos uma ideia geral dos principais fatos que marcaram a história das bebidas carbonatadas, veja o infográfico a seguir, extraído do *website* da Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas Não Alcoólicas (ABIR), que traz uma linha do tempo sobre os fatos mais importantes ligados às bebidas gaseificadas, entre elas, os refrigerantes.

Os brasileiros consomem muito refrigerante?

É muito provável que você já tenha tomado um refrigerante alguma vez, não é mesmo? Até porque essa bebida se tornou uma das mais populares do mundo, estando presente no cotidiano de milhões de pessoas. Atualmente, o Brasil ocupa a 10ª posição entre os maiores consumidores de refrigerantes do mundo. Em levantamento feito pelo instituto de pesquisa de mercado *Euromonitor International*, o consumo médio *per capita* de refrigerantes no ano de 2018 foi de 114,6 litros no país. Mas qual será o maior consumidor de refrigerantes no mundo? Veja o ranking na tabela abaixo:

Tabela 3: Consumo per capita de refrigerantes por litro no mundo, em 2018.

País	Litros
1. China	410,7
2. EUA	356,8
3. Espanha	267,5
4. Arábia Saudita	258,4
5. Argentina	250,4
6. Nigéria	233
7. Japão	185,8
8. Reino Unido	168,3
9. Turquia	160,6
10. Brasil	114,6

Fonte: Euromonitor International, 2018.

Analisando essa Tabela, talvez uma coisa tenha chamado a sua atenção: considerando um ano com 365 dias, podemos dizer que os chineses bebem mais que 1 litro de refrigerante diariamente, já que, segundo esses dados, o consumo *per capita* de refrigerantes na China foi de 410,7 litros. Em contrapartida, os dados obtidos pela empresa Global Data e discutidos no *website* da Associação Brasileira de Nutrição (Asbran) sobre o consumo de bebidas pelos chineses apontam que o consumo de água engarrafada chegou a apenas 30,8 litros por ano, valor muito inferior aos 410 litros de refrigerantes consumidos anualmente. Nessa mesma discussão, o *website* chama atenção

para a média de consumo global de refrigerantes, que passou de 84,1 litros em 2013 para 91,9 litros em 2018, segundo levantamento da *Euromonitor International*, presentes na Tabela 1.

Agora se analisarmos em termos de produção, o Brasil ocupa a terceira colocação dentre os países que mais produzem refrigerantes no mundo, em 2011, de acordo com levantamento sobre os setores de consumo feito pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES). Em dados extraídos desse levantamento, se não consideramos os dados per capita, também somos a 3º nação que mais consome cerveja e refrigerantes no mundo. Por ser um país de clima tropical, o consumo de bebidas geladas no país tende a ser maior, se comparado a outros países cujo clima é mais frio. Nesses dados, se juntarmos o total de consumo de bebidas de cerveja e refrigerante juntas, o consumo de refrigerantes chega a 57% do total. Muita coisa, não é? Veja no gráfico abaixo:

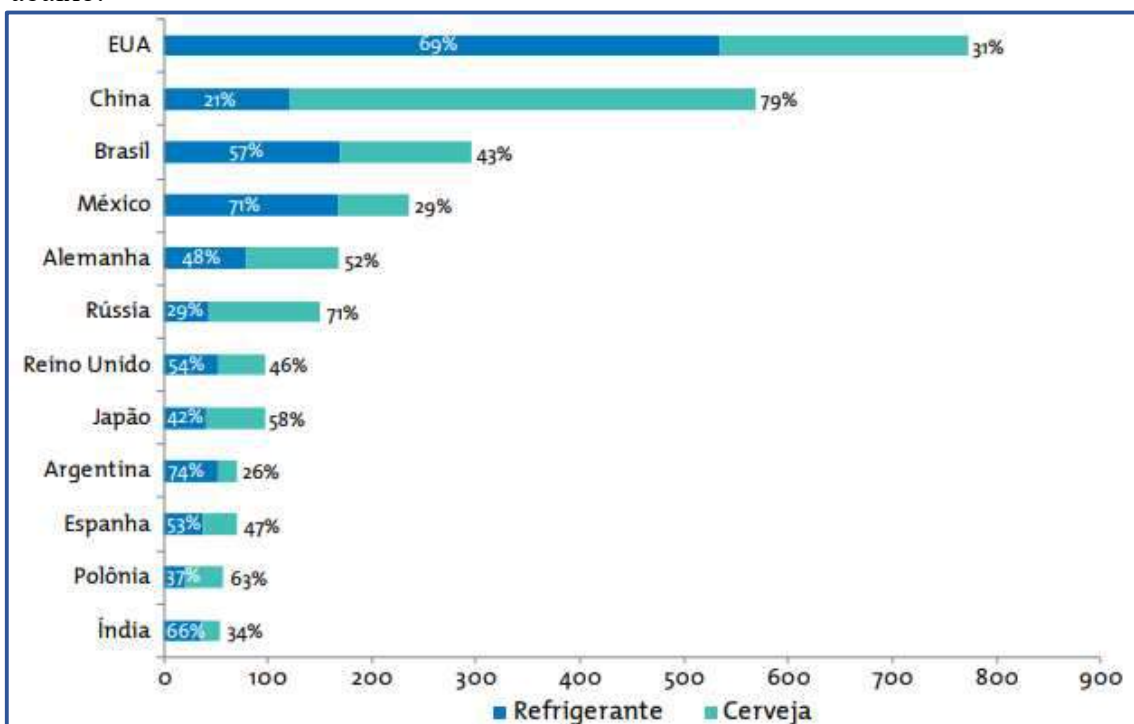


Gráfico 6: Gráfico da produção, por milhões de hectolitros, e o consumo de refrigerantes e cerveja no mundo. Fonte: (Panoramas Setoriais 2030, BNDES)

Podemos ver também que a produção de refrigerantes e cervejas no Brasil, neste estudo de 2011, correspondeu a cerca de 300 milhões de hectolitros. Por isso, nessa época éramos o 3º maior produtor e consumidor do mundo.

No próximo tópico, vamos analisar a composição dos refrigerantes e seu processo industrial de fabricação ao mesmo tempo em que discutiremos os conhecimentos químicos que podemos perceber com essa bebida.

Qual a composição química dos refrigerantes: o que tomamos de fato?

Você já se perguntou do que são feitos os refrigerantes que você toma? Existem diferenças entre o refrigerante comum, o *diet* e o *light*. Aqui vamos focar somente na diferença da composição química entre eles, e no próximo tópico vamos tratar do ponto de vista nutricional.

Assim como qualquer produto fabricado em escala industrial destinado para o consumo imediato, os ingredientes necessários para a fabricação têm funções específicas e devem passar por um controle de qualidade, se enquadrando nos padrões estabelecidos por órgãos governamentais. O Gráfico 2 traz a composição com a proporção dos ingredientes do refrigerante do tipo normal, com açúcar.

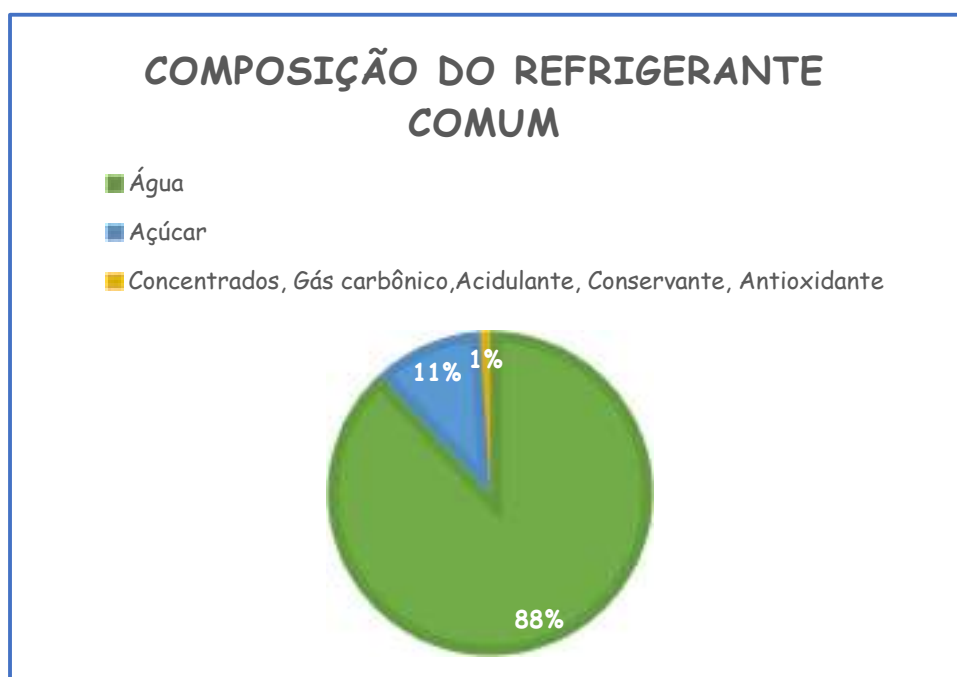


Gráfico 7: Composição, em porcentagem, do refrigerante comum com açúcar. Fonte: Os autores.

Mas e em relação aos refrigerantes *diet* e *light*, qual a diferença na composição? Do ponto de vista da composição química, o que mais diferencia um do outro é a quantidade de açúcar e de aditivos. Vamos compreender de forma simplificada essa diferença:

- **Light:** tem **redução de 25%** de todos os componentes em relação à versão comum, uma versão mais “leve”;

- **Diet ou zero:** tem a **ausência** de determinado ingrediente; no caso dos refrigerantes o açúcar é substituído por outros aditivos para realçar o sabor, como os **edulcorantes**.

Mais adiante vamos explicar com mais detalhes essas diferenças, analisando também a questão dietética. Porém, vamos considerar para discussão aqui os ingredientes do refrigerante comum. Vamos analisar agora qual a função de cada componente, considerando a versão comum açucarada, ok?

- **Água:** constitui cerca de 88% da massa total do produto final e deve estar de acordo com alguns requisitos de qualidade para ser empregada na manufatura de refrigerantes.
- **Baixa alcalinidade:** para reduzir o nível de acidez do refrigerante, são adicionados alguns carbonatos e bicarbonatos, que vão interagir com ácidos orgânicos, como o ascórbico ($C_6H_8O_6$) e cítrico ($C_6H_8O_7$). Esse processo, por diminuir a acidez, influencia no aroma da bebida. Mas como será que isso acontece? Vamos olhar de um ponto de vista da Química?

PARA COMPREENDER MELHOR

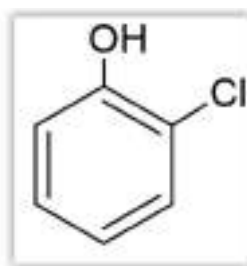
- ❖ O “oposto” de ácido, quimicamente, chamamos de **alcalino**, causado pela presença de bases fortes ou fracas.
- ❖ As bases se dissociam em água, liberando o íon hidróxido (OH^-);
- ❖ As bases fortes têm a capacidade de liberar todos os OH^- , enquanto as fracas só uma parcela;
- ❖ Carbonatos e bicarbonatos são BASES FRACAS, por isso diminuem um pouco a acidez, mas não completamente, só para REGULAR o aroma da bebida;
- ❖ É por isso que falamos que os refrigerantes possuem **baixa alcalinidade** (sinal que tem pouca base e mais ácido), entendeu?

- **Sulfatos e cloretos:** são responsáveis por influenciar na definição do sabor final do refrigerante; porém, em doses elevadas, podem acentuar muito o sabor.

Na Química, dizemos que os grupos químicos Sulfatos (SO_4^{2-}) e Cloretos (Cl^-) são **ânions**, pois possuem carga negativa. Isso quer dizer que essas espécies têm a capacidade de atrair os elétrons de outras espécies químicas (os cátions) para si mesmas, por isso ficam negativas. Interessante, não é?

- **Cloro e fenóis:** o cloro confere um sabor típico de remédio para o refrigerante e também desencadeia reações de oxidação e despigmentação, alterando sua cor original. Já os fenóis oferecem seu sabor típico, principalmente quando combinado com o cloro (clorofenóis);

Figura 30: Fórmula estrutural de um clorofenol, formado a partir da junção da função orgânica fenol (OH ligado ao anel benzênico) e o Cloro (Cl).



Fonte: Os autores.

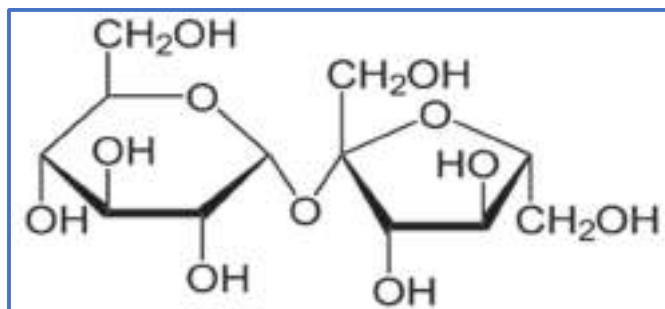
Fenóis são compostos orgânicos oxigenados que apresentam o grupo hidroxila (OH) ligado diretamente a um anel aromático.

Um **anel aromático** apresenta alternância de ligações duplas; observe na fórmula estrutural da Figura 9.

- **Metais:** para acelerar as reações de oxidação, há a presença de Ferro (Fe), Cobre (Cu) e Manganês (Mn), que degradam o refrigerante.
- **Padrões microbiológicos:** para manter todas as condições de higiene adequadas, o processo industrial deve estar de acordo com as exigências sanitárias, garantindo que a água esteja límpida, inodora e livre de microrganismos;

- **Açúcar:** este é o segundo ingrediente de maior quantidade para o refrigerante do tipo comum, cerca de 11% da massa total. Além de conferir um sabor adocicado à bebida, é também responsável por “encorpar” o produto. Juntamente com o acidulante, fixa e realça o sabor, além de ser o ingrediente nutricional responsável por fornecer energia. A sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$, formada pela glicose + frutose) é o açúcar mais usado (açúcar cristal);

Figura 31: Sacarose, formada pela união dos monômeros de glicose e frutose.



.Fonte: Wikimedia Commons. Imagem licenciada sob domínio público, via Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saccharose2.svg?uselang=pt-br> Acesso em 28 Fevereiro 2023

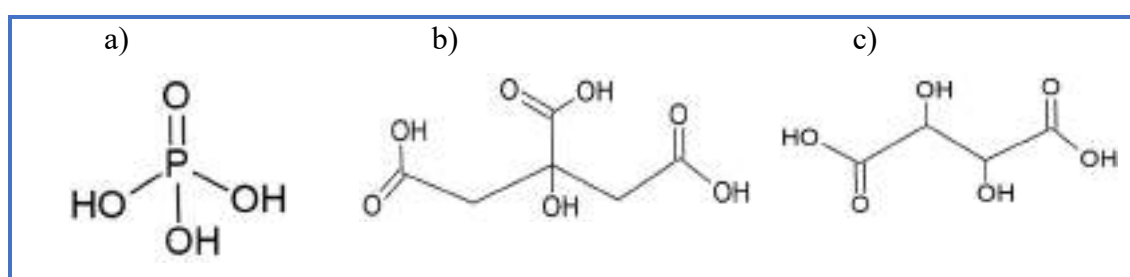
Carboidratos são uma classe de moléculas orgânicas complexas, formados pela união de moléculas menores (monômeros) constituídas principalmente pelos elementos carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). Por este fato, também são conhecidos como hidratos de carbono. São divididos principalmente entre: monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos.

A sacarose é considerada um **dissacarídeo**, um grupo de moléculas orgânicas pertencente à classe dos **carboidratos**. Ela é formada pela junção de **dois** monômeros (moléculas pequenas), no caso a glicose e frutose, que se unem por meio de uma ligação glicosídica. O grupo hidroxila (OH) de um **carbono assimétrico** da frutose interage com o hidrogênio de outro grupo OH da glicose, formando uma molécula de H₂O. Assim, o oxigênio da glicose se liga ao carbono assimétrico da frutose, resultando então na formação da sacarose.

Carbono assimétrico, ou carbono quiral, é o átomo de carbono que está ligado a outros quatro grupos diferentes entre si.

- **Concentrados:** são os responsáveis por conferir sabor característico aos refrigerantes. São formados por extratos, óleos essenciais e destilados de frutas e vegetais.
- **Acidulante:** tem a função de regular a doçura do refrigerante, realça o paladar e diminui o pH, evitando a proliferação de microrganismos. Os acidulantes mais utilizados são: ácido fosfórico (H_3PO_4), ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) e ácido tartárico ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$).

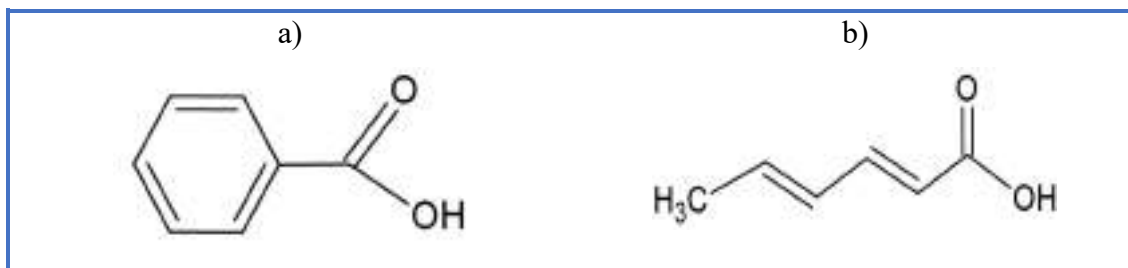
Figura 32: Fórmulas estruturais dos acidulantes mais usados na composição dos refrigerantes. Em a) ácido fosfórico, b) ácido cítrico, c) ácido tartárico.



Fonte: Os autores.

- **Antioxidante:** previne a ação negativa do oxigênio na bebida. Alguns compostos do refrigerante, como aldeídos, ésteres e outros componentes do sabor, são suscetíveis à oxidação. Como a luz solar e o calor aceleram o processo de oxidação, os refrigerantes nunca devem ser expostos à luz solar, devendo ser estocados em ambientes frescos e arejados.
- **Conservante:** como forma de inibir a deterioração causada pela ação de microrganismos como leveduras, mofo e bactérias, são utilizados conservantes. Esses microrganismos são considerados acidófilos, pois vivem em ambientes ácidos, como o caso dos refrigerantes. Os conservantes mais empregados em refrigerantes na indústria são o ácido benzoico ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$), que no Brasil possui um teor máximo permitido de 500 mg/100 ml de refrigerante, e o ácido sórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$), que tem teor máximo permitido de 30 mg/100 ml de refrigerante no país. O primeiro composto tem ação máxima em $\text{pH} = 3$, enquanto o segundo tem ação máxima em $\text{pH} = 6$.

Figura 33: Fórmulas estruturais dos conservantes mais empregados em Refrigerantes. Em a) ácido benzoico, b) ácido sórbico.



Fonte: Os autores.

Analisando as fórmulas estruturais das moléculas de conservantes utilizados, percebe-se que em suas extremidades há uma similaridade, não é mesmo? Ambas apresentam um carbono ligado a um oxigênio (O) e ao grupo hidroxila (OH), que se refere ao grupo de moléculas orgânicas oxigenadas chamadas de ácidos carboxílicos.

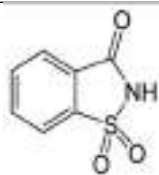
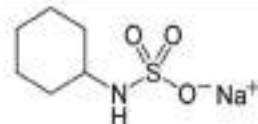
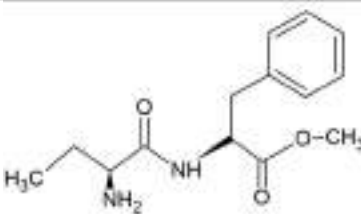
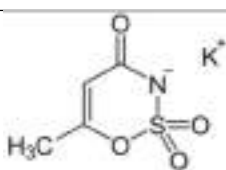
Ácidos carboxílicos são compostos orgânicos que possuem o grupo funcional **carboxila (COOH)**. São constituídos por uma cadeia carbônica ligada a uma carboxila (COOH). Suas características vão depender do tamanho da cadeia à qual está ligada o grupo carboxila.

A nomenclatura oficial atribuída pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) segue as regras normais, com a terminação **-oico**, sendo que muitos nomes usuais têm terminação **-ico**.

Por exemplo, na Figura 12 o ácido benzoico (a) é o nome usual deste ácido; entretanto, a nomenclatura oficial da IUPAC para essa substância é ácido benzeno monocarboxílico. Já para o ácido sórbico (b), a nomenclatura oficial é ácido hex-2,4-dienoico.

- **Edulcorantes:** é empregado em bebidas que substituem a sacarose, no caso dos refrigerantes *diet*, conferindo sabor doce no lugar do açúcar tradicional. Os mais utilizados pela indústria são a Sacarina, Ciclamato de sódio, Aspartame e Acesulfame-K (Tabela 2);

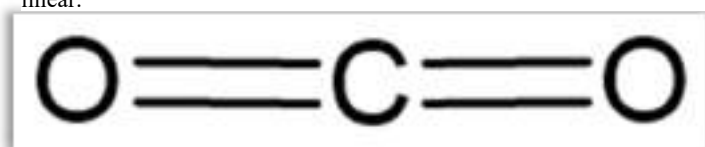
Tabela 4: Relação de edulcorantes mais empregados na indústria.

Nome	Poder adoçante (sacarose = 1)	Ingestão máxima diária (mg/kg de peso corporal)	Estrutura
Sacarina	300-400	5,0	 (C ₇ H ₅ NSO ₃)
Ciclamato de sódio	50	11,0	 (C ₆ H ₁₂ NSO ₃ N)
Aspartame	200	40,0	 (C ₁₄ H ₁₈ N ₂ O ₅)
Acesulfame-K	200	15,0	 (C ₄ H ₄ NSO ₄ K)

Fonte: Adaptado de LIMA e AFONSO, (2009).

- **Gás carbônico (CO₂):** é o responsável por dar vida e aparência à bebida, dando aquela sensação de refrescância característica do refrigerante. Essa ação refrescante está relacionada à solubilidade do gás em líquido, que diminui quando a temperatura aumenta. Tomamos a bebida gelada, mas, no trajeto da boca ao estômago, a temperatura aumenta, o que faz com que o gás se expanda em um processo endotérmico, dando aquela sensação de refrescância.

Figura 34: Fórmula estrutural do dióxido de carbono (CO₂), conhecido como gás carbônico, empregado na gaseificação dos refrigerantes, a partir da sua dissolução no líquido. Apresenta geometria molecular linear.



Fonte: Os autores.

Agora que exploramos o papel que cada componente dá ao sabor final do refrigerante comum com açúcar, vamos discutir as diferenças entre as versões *diet*, *light* e zero do ponto de vista nutricional. Leia no próximo tópico.

Qual a diferença entre os refrigerantes *diet*, *light* e zero?

Qual escolher?

Após o grande sucesso de vendas dos refrigerantes normais, muitas discussões e estudos sobre os prejuízos que a bebida poderia causar à saúde ganharam destaque. Assim, a fama que os refrigerantes ganharam na mídia e com a sociedade não foi, e até hoje não é das melhores. Você já deve ter ouvido falar uma vez ou outra que essa bebida faz mal à saúde e que devemos evitá-la. por conta disso, a indústria de refrigerantes se deparou com uma queda relativa nas vendas do produto e com uma imagem não muito positiva, sendo vista até mesmo como “vilã” da qualidade de vida.

E, é claro, a indústria deu “os seus pulos” e começou a estudar e fabricar outras versões da bebida que são mais leves, isentas de açúcar e mais saudáveis, certo? São as chamadas bebidas *diet*, *light* e zero açúcar. Não só os refrigerantes ganharam essas versões, mas também uma grande variedade de alimentos industrializados. Mas você saberia dizer qual a diferença entre elas? Será que essas bebidas realmente são uma opção saudável? Devemos tomá-las no lugar dos refrigerantes tradicionais? São essas dúvidas que procuramos abordar neste tópico.

Figura 35: As três versões "mais saudáveis" dos refrigerantes são diferentes dos originais e entre si também.



Fonte: Flickr. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/alexa627/5296808886> Acesso em: 28 Fevereiro 2023.

Apesar de parecer óbvio, essas versões são diferentes entre si também, mesmo tendo certa similaridade. Cada versão vai depender do intuito de quem toma e restrições alimentares. Mas é claro que o fator comum que mais as difere da versão original é a quantidade de calorias e açúcar. Porém, essa diferença é bem simples de compreender. Entenda:

Figura 36: Os refrigerantes comuns possuem quantidade de açúcar mais elevada e, por isso, não são recomendados para pessoas que possuem diabetes ou que buscam emagrecer, por exemplo.



Fonte: Flickr. Imagem licenciada sob domínio público, via Creative Commons. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/biblarde/5976878705> Acesso em 28 Fevereiro 2023.

- ❖ **Refrigerante Zero:** como o nome já diz, os produtos do tipo “zero” são totalmente isentos de qualquer quantidade de determinado ingrediente. Como no caso dos refrigerantes, o ingrediente que está ausente é o açúcar. Por isso, ele é recomendado para distúrbios alimentares que envolvam a ingestão de açúcar, como no caso da diabetes. Além disso ele tem bem menos calorias que o refrigerante original e pode ser uma opção pra quem busca a perda de peso.
- ❖ **Refrigerante Diet:** os produtos *diet* também estão isentos de um ou mais nutrientes. No caso dos refrigerantes, o açúcar é substituído por edulcorantes, além de estar isento de gorduras, algumas proteínas etc. Portanto, quem tem diabetes ou outros problemas metabólicos pode tomá-lo. Entretanto, a quantidade de calorias que o produto *diet* tem, dependendo, pode ser maior que a do original, não servindo, por exemplo, para quem quer perder peso.
- ❖ **Refrigerantes Light:** os produtos *light* têm redução de, no mínimo, 25% dos nutrientes em relação ao original. Ou seja, pode conter açúcar, porém em menor quantidade. Portanto, não é indicado para diabéticos, por exemplo, ou pessoas que querem perder peso. A quantidade calórica é um pouco menor em relação ao original.

Afinal de contas, vale a pena substituir o refrigerante original por essas versões? De certa forma, se você consome muito refrigerante e ainda não conseguiu diminuir o consumo, pode ser que tomar a versão zero ou *light* seja uma opção mais saudável. Entretanto, se você tiver algum problema metabólico, como a diabetes, é ideal tomar a versão *diet* ou zero, mas vai ser melhor ainda se abandonar o consumo dessas bebidas industriais, para alternativas mais naturais e orgânicas.

Vale acrescentar também que, por conta da substituição de açúcares e outros nutrientes, essas versões podem ter uma quantidade de sódio e outros aditivos em maior quantidade. Por isso, fique atento aos dados fornecidos nos rótulos dos produtos e, se tiver algum problema metabólico, consulte um médico.

Agora como será que essas bebidas são fabricadas? Quais aparatos tecnológicos são usados na sua elaboração? Vamos discutir isso no próximo tópico.

Como são fabricados os refrigerantes?

Da indústria para sua casa!

Assim como a maioria das indústrias, uma fábrica de refrigerantes possui desde uma estação de tratamento de água até um polo de fabricação de embalagens para envasamento. Para que você possa ter uma ideia de como isso pode ser, veja na Figura abaixo uma ilustração esquemática que mostra todos os setores de uma fábrica de refrigerantes, até sair pronto para chegar nas prateleiras do mercado.

Figura 37: Ilustração esquemática sobre a estrutura geral de uma fábrica de refrigerantes



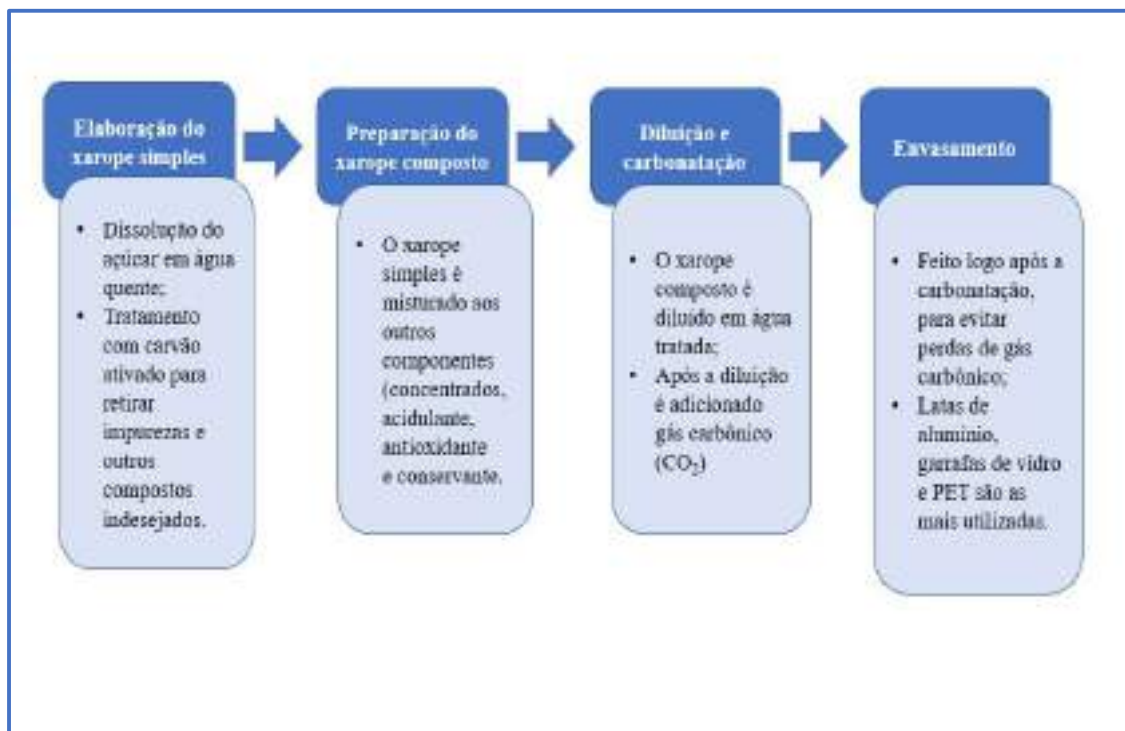
Fonte: Lima (2009) apud. Moura; Ribeiro (2019).

Podemos resumir o processo de fabricação dos refrigerantes basicamente como uma carbonatação (adição de CO_2) de xaropes compostos diluídos em água, que imediatamente são envasados para evitar a perda de CO_2 . Esses xaropes geralmente são feitos acrescentando ingredientes ao xarope simples e vão depender do sabor do refrigerante. Além disso, para um processo em escala industrial, todo o processo é automatizado e não necessita de ações manuais. Em geral, as etapas de fabricação de refrigerantes são:

- elaboração do xarope simples;
- elaboração do xarope composto;
- diluição e carbonatação;

- envasamento.

Figura 38: Descrição simplificada das etapas de fabricação de um refrigerante.



Fonte: Os Autores.

Você deve ter percebido que, para compreender como o refrigerante é fabricado em escala industrial, basta entendermos que, de forma geral, tudo se resume a preparar o xarope composto a partir do xarope simples, para que seja diluído em água e gaseificado na fase de carbonatação. Obviamente que tudo isso é feito a partir de proporções fixas dos ingredientes e varia de cada marca e sabor. Na etapa de elaboração do xarope simples,

O fenômeno da **adsorção** é o processo no qual um componente é transferido da fase líquida ou gasosa para a superfície de um adsorvente na fase sólida. O componente que foi unido à superfície sólida é chamado de adsorvato. Em geral, o adsorvente possui poros capazes de unir outras substâncias ao seu redor.

Figura 39: Carvão ativado é um adsorvente empregado na limpeza de impurezas em vários ramos da indústria.



Fonte: Hippopx. Imagem licenciada sob domínio público, via Creative Commons. Disponível em: <https://www.hippopx.com/pt/blur-briquettes-carbon-charcoal-close-up-coal-361935> Acesso em: 28 Fevereiro 2023.

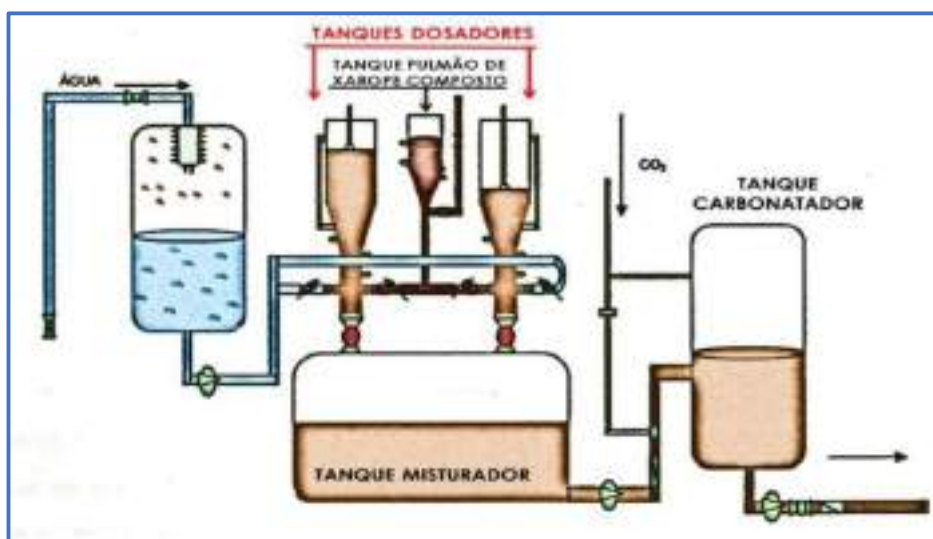
utiliza-se o carvão ativado para retirar impurezas e outras substâncias indesejadas, por meio de um processo chamado adsorção.

Na fase da elaboração do xarope composto é que se identifica o sabor e o tipo do refrigerante, dependendo da “fórmula” que cada fabricante adota em seus produtos, podendo ainda adicionar o suco da fruta que se pretende ter o sabor.

A fase da carbonatação é uma etapa muito importante na fabricação de refrigerantes. É nela que as principais características da bebida ganham corpo, como a sensação de frescor e o aroma. Uns podem ter mais gás dissolvido do que outros, tudo depende do sabor e da marca do fabricante. Vimos que no surgimento dos refrigerantes, quando ainda não havia as embalagens, as bebidas eram gaseificadas e consumidas na hora. E nos tempos atuais, como que é feita a carbonatação dos refrigerantes? Qual tecnologia é usada para isso?

Hoje em dia, com os aprimoramentos do aparato tecnológico industrial, a carbonatação dos refrigerantes é feita por um equipamento chamado *Carbo-Cooler*. Quando o xarope composto é proporcionalmente diluído em água tratada, chega o momento em que ele será carbonatado. Essa são as tarefas que o *Carbo-Cooler* faz: diluir o xarope composto em água e adicionar gás carbônico ao xarope diluído para, em seguida, entrar no processo de envasamento. Veja, na Figura a seguir, mais detalhes sobre o processo que o *Carbo-Cooler* faz.

Figura 40: Ilustração esquemática sobre o processo de carbonatação dos refrigerantes no Carbo-Cooler



Fonte: Pereira (2001) apud. Moura; Ribeiro (2019).

Para evitar as perdas de gás carbônico, o refrigerante é envasado imediatamente após a carbonatação, sendo colocado em embalagens como garrafas PET, latas de alumínio ou recipiente de vidro. Você sabia que o refrigerante é uma das bebidas mais envasadas em garrafas PET do mundo? Em uma fábrica especializada em envasamento, a *Coca-Cola Andina*, é utilizado um equipamento moderno com tecnologia ERGOBLOC, que tem a capacidade de envasar 37000 garrafas de 2 litros por hora. Para se ter uma ideia, há pouco tempo atrás a capacidade máxima de envasamento que se tinha para garrafas de 2 litros, era de 24000 por hora.

Figura 41: 37000 garrafas de 2 litros podem ser envasadas por hora.



Fonte: Pixnio. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em: <https://pixnio.com/pt/media/garrafa-glass-container-equipamentos-industria> Acesso em: 28 Fevereiro 2023

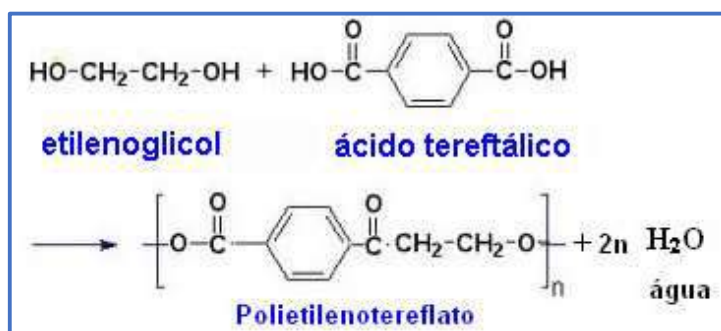
Como as embalagens de refrigerantes podem causar impactos ambientais?

Esses dados no tópico anterior sobre o envasamento de refrigerantes, ao mesmo tempo que nos dizem que o consumo de refrigerantes é muito grande, também trazem uma preocupação ambiental, não é mesmo? Afinal, onde vai parar esse tanto de garrafas plásticas depois que consumimos o refrigerante? Como essas garrafas podem trazer prejuízos para o meio ambiente?

Primeiramente, vamos compreender do que são formadas as garrafas de plástico. Como você já deve ter ouvido falar, elas são feitas do material PET, abreviatura para o polímero polietilenotereftalato. Esse polímero é muito utilizado na indústria alimentícia no geral, pois, além de ter um custo produtivo razoavelmente mais barato do que outras formas de envasamento, apresenta características satisfatórias para seu uso, como: fácil manuseio, transporte em maior quantidade e barato e mais segurança se comparado às embalagens de vidro, por exemplo.

O problema é que esse polímero tem uma degradação muito lenta no meio ambiente, cerca de 400 anos, e não é assimilado naturalmente. Como qualquer **polímero**, o PET é uma macromolécula (molécula grande) formada a partir da junção de duas outras moléculas pequenas (monômeros), feito artificialmente, por isso se enquadra como um polímero sintético. A essa junção dos monômeros damos o nome de reação de polimerização pois a partir desses monômeros é formada uma cadeia extensa de vários Polietilenotereftalatos ligados um ao outro repetidamente, que está representada na imagem a seguir. Como no processo há liberação de água (H_2O), dizemos que o PET se polimeriza por **condensação**.

Figura 42: Reação de polimerização que leva a formação do polímero PET, a partir do etilenoglicol e ácido tereftálico.



Fonte: Wiki Commons. Imagem licenciada sob domínio público via Wiki Commons. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pet_rea%C3%A7%C3%A3o.jpg
Acesso em: 28 Fevereiro 2023

Polímeros são macromoléculas formadas pela união de várias outras moléculas menores, denominadas de **monômeros**, ligadas repetidamente.

A reação de formação de um polímero é denominada de **polimerização**, sendo a reação entre monômeros diferentes chamadas de **polimerização por condensação**, na qual há eliminação de água.

Uma observação importante no sentido de classificação dos polímeros é que o PET é considerado um **copolímero**, pois é formado por dois monômeros diferentes. Já um **homopolímero** é formado pelo mesmo monômero e os **polímeros de precisão** são formados por mais de dois monômeros diferentes (Figura 22).

Em levantamento feito pela Euromonitor Internacional e revelado pelo jornal britânico The Guardian, um milhão de garrafas plásticas são vendidas a cada minuto no mundo. Esse número fica ainda mais assustador quando se leva em consideração que, por ano, o mundo consome cerca de 500 bilhões delas, a maioria na forma de bebidas, como os refrigerantes. Logo, é urgente que medidas para reutilização dessas garrafas sejam praticadas no nosso cotidiano, na tentativa de reduzir o lixo gerado, que não é reutilizado. Por isso, é muito importante que essas garrafas não sejam descartadas, mas sim reutilizadas, concorda?

Além de todos os problemas gerados pelo acúmulo de lixo, como a contaminação de águas subterrâneas e a queima de lixo que libera alta carga de gases nocivos à atmosfera, contribuindo com os efeitos do aquecimento global, as garrafas plásticas, quando descartadas incorretamente, geram poluição dos rios e mares também. Um relatório feito pela Fundação Ellen MacArthur estima que se esse ritmo de descarte inadequado continuar, o número de garrafas plásticas nos oceanos em 2050 superará o número de peixes. Preocupante, não é?

Figura 43: O descarte inadequado de garrafas PET aumenta o acúmulo de lixo.



Fonte: Pxhere. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons.
Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/824392> Acesso 28 Fevereiro 2023

Diante dessa situação, você concorda que repensar certas práticas é uma necessidade urgente? Para isso, podemos adotar hábitos que podem ajudar a reduzir os impactos ambientais e prejuízos no meio ambiente. Veja algumas ações que podem conscientizar a adoção de boas práticas:

- ✓ reduzir o consumo de refrigerantes com garrafas descartáveis;
- ✓ optar por recipientes reutilizáveis;
- ✓ não descartar garrafas PET, latas ou recipientes de vidro no meio ambiente;
- ✓ sempre procurar formas de reutilizar as garrafas descartáveis;
- ✓ na impossibilidade de reutilização pessoal, doar ou até mesmo vender para centros de reciclagem;
- ✓ se for realizar o descarte, que o faça em centros de coleta seletiva ou realizando a separação correta se na sua cidade houver a coleta móvel;
- ✓ conscientizar seus amigos, familiares, colegas para que façam o descarte correto do lixo.

Entretanto, não são somente as embalagens plásticas que vêm causando prejuízos ambientais. As garrafas de vidro e as latas de alumínio, por exemplo, se forem descartadas no meio ambiente irregularmente, podem causar até queimadas durante os períodos de seca severa. A luz do sol é refletida pelo alumínio ou vidro e, estando associado ao período quente e seco, pode-se causar focos de incêndios que poderiam ser evitados.

Figura 44: As embalagens de alumínio e vidro também podem causar prejuízos ambientais se descartadas no meio ambiente, causando queimadas nos períodos de seca.



Fonte: Wikimedia Commons. Imagem licenciada sob domínio público via Wikimedia Commons. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seca_e_queimada_no_cerrado_03.jpg Acesso em 28 Fevereiro 2023.

Pode até parecer que não, mas sua ação e a dos outros faz diferença no final das contas. Afinal, o planeta é o nosso lar e devemos cuidar dele para evitar problemas maiores no futuro.

Os impactos ambientais causados pela indústria de refrigerantes

Como discutimos no tópico anterior, o descarte inadequado das garrafas plásticas, de vidro e latas de alumínio ganharam atenção devido aos prejuízos ambientais que podem causar. Entretanto, como qualquer indústria, a geração de resíduos poluentes e nocivos ao meio ambiente é um problema que precisa ser esclarecido e seus impactos reduzidos com boas práticas. Como a indústria de refrigerantes também pode produzir poluentes ao meio ambiente devido à fabricação da bebida?

Para analisarmos como esses resíduos são produzidos, leia este texto extraído de uma página da internet sobre o gerenciamento de resíduos industriais para melhorar o desempenho de preservação ambiental.

PARA SABER MAIS

Antes mesmo de chegar às nossas mesas, as bebidas passam por um elaborado processo de fabricação, no qual uma grande quantidade de água e energia é usada em cada etapa de produção.

No Brasil, a produção de refrigerantes destaca-se como o principal item do setor de bebidas, seguida pela produção de cervejas. Os resíduos sólidos gerados na fabricação de refrigerantes decorrem principalmente dos processos de envase e de acondicionamento. Entre estes resíduos podemos destacar:

- latas de alumínio, garrafas PET e vasilhames defeituosos;
- resíduos de papel, papelão e plásticos de embalagens;
- borras de rótulos de lavagem de garrafas;
- e garrafas de vidro.

Já os efluentes líquidos resultam:

- das etapas de lavagem, tanto de vasilhames quando de equipamentos ou das instalações;
- de lotes não conformes;
- e de perdas resultantes do processo.

Dentre os desafios que a indústria de bebidas encontra quanto à gestão dos resíduos, é o atendimento integral da Política Nacional de Resíduos Sólidos que inclui priorizar a minimização dos resíduos, reaproveitar materiais, reciclar e reduzir desperdícios.

FONTE: <https://meuresiduo.com/categoria-1/a-gestao-de-residuos-na-industria-de-bebidas/>

Percebeu que até mesmo as indústrias precisam se atentar para reduzir e evitar o acúmulo de resíduos? Sendo assim, vale a pena destacar que o reaproveitamento de resíduos e o tratamento correto dos efluentes químicos produzidos no processo de fabricação sejam empregados para melhorias na preservação ambiental.

Entretanto, será que essas indústrias fazem esse tratamento e essa reutilização de forma adequada? Nesse sentido, a legislação ambiental vem como modo de fiscalizar as condições necessárias para melhora no desempenho ambiental. Um estudo publicado na *Revista Contemporânea de Contabilidade*, da Universidade federal de Santa Catarina (UFSC), ao analisar o quão sustentável é uma indústria de bebidas do Rio de Janeiro, elencou alguns pontos de atenção para determinar se a indústria adota ou não práticas sustentáveis. São elas:

- ✓ elaborar produtos com maior durabilidade;
- ✓ desenvolver embalagens de fácil decomposição;
- ✓ tentar comprar uma quantidade maior de produtos reciclados;
- ✓ procurar minimizar ao máximo todos os resíduos que causam impactos ao meio ambiente;
- ✓ utilizar recursos naturais renováveis no processo produtivo;
- ✓ fazer com que o processo produtivo consuma menos energia e não produza tantos resíduos sólidos e líquidos;
- ✓ diminuir o consumo de água tanto no processo produtivo como em toda a organização.

Esses critérios são a base para cobrança e reflexão sobre os prejuízos ao meio ambiente gerados pela indústria de refrigerantes. Nesse estudo, por exemplo, a indústria de bebidas ficou com avaliação muito baixa no critério de “Utilizar recursos naturais renováveis no processo produtivo”, o que chama a atenção para a incorporação de recursos sustentáveis nos meios produtivos, não é mesmo?

Agora, vamos nos dedicar a abordar um pouco mais sobre outros conhecimentos químicos que podemos aprender quando falamos sobre os refrigerantes.

Explicando a solubilidade dos gases com os refrigerantes

Como é possível um gás se dissolver em um líquido, como no caso dos refrigerantes? Isso mesmo, não são somente sólidos que podem ser dissolvidos em água, mas também os gases. É graças a isso, por exemplo, que os peixes conseguem sobreviver, respirando o gás oxigênio que está dissolvido na água. Obviamente, no caso dos refrigerantes isso é mais evidente, pois quando abrimos a tampa da garrafa ou o lacre de uma latinha, escutamos aquele gostoso barulho do gás saindo, não é mesmo? Como isso acontece, afinal?

Existem alguns fatores que influenciam na **solubilidade dos gases**. a temperatura e a pressão são algumas das mais importantes. Vamos analisar como estes fatores fazem com que os gases se dissolvam no líquido, dando origem aos refrigerantes e outras bebidas gaseificadas.

- **Efeito da pressão:** quanto maior a pressão exercida sobre o gás na superfície de um líquido, maior é a chance de o gás colidir com a superfície e “entrar” no líquido, aumentando a solubilidade. Portanto, **quanto maior a pressão, mais gases serão dissolvidos**. É por isso que, quando abrimos uma garrafa de refrigerante, como estamos diminuindo a pressão, percebemos algumas bolhas saindo (efervescência), que na verdade são os gases CO_2 dissolvidos saindo do líquido. Para os refrigerantes serem carbonatados, como vimos no processo de fabricação, é necessário aumentar a pressão dos gases CO_2 sobre o xarope diluído, para que sejam dissolvidos.

Figura 45: As bolhas saem do refrigerante devido a diminuição da pressão, que diretamente diminui a solubilidade dos gases.



Fonte: Pxhere. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/1455475> Acesso em: 28 Fevereiro 2023.

- **Efeito da temperatura:** na forma gasosa as moléculas estão agitadas, em constante movimento. Quando aumentamos a temperatura, aumentamos essa agitação, o que faz com que os gases se desprendam e rompam a superfície dos líquidos com mais facilidade. Ou seja, **quanto maior a temperatura, menos gases estarão dissolvidos em líquidos**. Você já percebeu que o refrigerante gelado tem mais gases dissolvidos do que o refrigerante quente? É por conta dessa influência da temperatura. Por isso, essa bebida tem um sabor mais agradável quando consumida gelada do que de forma natural.

Figura 46: Refrigerantes gelados têm mais gases dissolvidos do que quentes ou naturais.



Fonte:Pxhere. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em <https://pxhere.com/pt/photo/1455455> Acesso em: 23 Fevereiro 2023

Vimos nos textos anteriores que o gás dissolvido nos refrigerantes é o gás carbônico (CO_2). Na verdade, as bebidas gaseificadas têm este gás dissolvido, por isso esse processo é denominado de **carbonatação**. Mas você já deve ter ouvido alguém dizer, ou mesmo lido em algum jornal, que os refrigerantes são ácidos. E afinal, o que faz uma substância ser considerada ácida? Por que os refrigerantes são ácidos? Por que quando tomamos refrigerante, ocorre a eructação (arroto)? Vamos explicar isso por meio da química, no tópico a seguir.

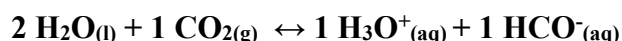
Outros conceitos da Química a partir dos refrigerantes

Na Química, existem algumas teorias que estabelecem o que é considerado uma substância ácida. São conhecidas como teorias ácido-base, mas, para tratarmos dos refrigerantes, vamos utilizar a teoria ácido-base de Arrhenius, químico russo que propôs essa definição:

Ácido: toda espécie química que, em contato com a água, forma íons hidrônio H_3O^+ ou H^+ .

Base: toda espécie química que, quando em contato com a água, forma íons hidróxido OH^- .

No caso do refrigerante, dizemos que ele tem caráter ácido, pois, no processo de dissolução do gás carbônico (CO_2) em água, por meio de uma reação em **equilíbrio químico** ($\leftrightarrow$), é formado o ácido carbônico (H_2CO_3) e íons hidrônio (H_3O^+):



Portanto, como os refrigerantes possuem a mistura de água com CO_2 , quando o abrimos e bebemos, estamos ingerindo ácido carbônico também.

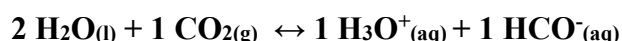
PARA SABER MAIS

Muitas reações químicas não acabam quando os reagentes formam os produtos, de forma direta. Na verdade, muitas das reações acontecem nos dois sentidos: os reagentes formam os produtos (**reação direta**) e os produtos também formam novamente os reagentes (**reação inversa**), simultaneamente. Não percebemos isso a olho nu, mas microscopicamente está acontecendo. Quando as velocidades dessas duas reações se igualam e a concentração de reagentes e produtos se torna constante, dizemos que a reação entrou em **Equilíbrio Químico**. Essas reações são representadas pelo símbolo da reversibilidade ($\leftrightarrow$), como no exemplo anterior do CO_2 na água dos refrigerantes.

Essa condição de equilíbrio, entretanto, pode sofrer algumas perturbações externas, fazendo com que ele sofra alguns deslocamentos. Resumidamente, os **Fatores que alteram o Equilíbrio Químico** são concentração, pressão e temperatura. Isso foi estudado pelo químico francês Le Chatelier, cujo princípio da Química leva seu nome:

O Princípio de Le Chatelier estabelece que, quando uma perturbação externa atinge um sistema em equilíbrio, o sistema tende a se deslocar para que o equilíbrio seja reestabelecido.

O fator da concentração, por exemplo, contribui para que ocorra a eructação (arroto) depois de tomarmos aquele refrigerante bem gelado. Vamos analisar a equação de equilíbrio quando ingerimos o refrigerante:



Como em nosso estômago contém ácido clorídrico (HCl), que forma íons hidrônio (H_3O^+), a concentração de H_3O^+ do sistema é aumentada, causando uma perturbação. E, partindo do Princípio de Le Chatelier, o sistema vai se deslocar para a esquerda, no sentido de se formarem mais reagentes, no caso água H_2O e gás carbônico CO_2 . Assim, como a produção de gás carbônico aumenta, temos então a eructação (arroto), para liberação de CO_2 formado pelo deslocamento do equilíbrio. Podemos representar uma seta maior para a esquerda para indicar o deslocamento no sentido de formar mais reagentes (entre eles o CO_2):



Entendeu, então, por que “arrotamos” quando tomamos aquele refrigerante gelado? A Química explica.

Agora, no próximo tópico vamos discutir sobre alguns mitos e verdades associados aos refrigerantes, a partir de um ponto de vista da Química.

Mitos e verdades sobre a química dos refrigerantes

- **Refrigerantes do tipo cola podem corroer ossos de galinha?**

Verdade. Porém, não é o refrigerante em si que faz isso, e sim o ácido fosfórico e o ácido carbônico contidos na bebida. Tanto os ossos humanos quanto os de galinha são constituídos por carbonato de cálcio (CaCO_3), que em contato com um ácido, se dissolve formando gás carbônico (CO_2) e água (H_2O). Mas é claro que isso acontece quando deixamos o osso em contato direto com o líquido do refrigerante por algum tempo. Obviamente, isso não ocorre quando bebemos um refrigerante, que vai direto para o sistema digestório e não entra em contato direto com nossos ossos.

Refrigerantes e Cálcio: um problema para os ossos!

Considerando essas informações e que o ácido presente nos refrigerantes, como vimos nos tópicos anteriores, é o ácido fosfórico (H_3PO_4), a reação que se tem é a seguinte:



Repare na reação que o cálcio (Ca^{2+}) se une ao grupo fosfato (PO_4^{3-}), formando outro sal, o fosfato de cálcio $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Com isso, outra discussão que tem chamado a atenção é que o consumo de refrigerantes diminui a fixação de cálcio pelo organismo, mineral fundamental para os ossos, já que, quando bebemos o refrigerante, estamos ingerindo ácido fosfórico também, que leva à formação do fosfato de cálcio, eliminado facilmente pelo organismo.

Assim, o cálcio do organismo é eliminado quando bebemos refrigerantes. Por isso o consumo exagerado dessas bebidas pode causar problemas a longo prazo para os ossos, como a osteoporose.

FONTE: <https://quimicaresponde.proec.ufabc.edu.br/?p=292>

- **Refrigerantes podem tirar ferrugem?**

Mito. Apesar de os refrigerantes conterem em sua composição o ácido fosfórico (H_3PO_4), uma substância muito utilizada para a pintura de lataria de carros, a quantidade presente é muito pequena. Para executar essa “limpeza” com eficiência e assim eliminar a ferrugem, seriam necessárias quantidades bem mais altas de ácido fosfórico, o que não é o caso dos refrigerantes.

Figura 47: É falso que os refrigerantes podem tirar a ferrugem.



Fonte: Pxhere. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/776135> Acesso em: 28 Fevereiro 2023

- **Refrigerantes servem para desentupir pias?**

Mito. A explicação para essa questão é parecida com a do caso da ferrugem. Realmente, muitos produtos de limpeza têm em sua composição o ácido fosfórico (H_3PO_4), o mesmo usado nos refrigerantes, porém em quantidades bem maiores. Para se ter noção, nos refrigerantes essa substância chega somente a 0,6% da composição da bebida, servindo apenas para intensificar o sabor e conservar o produto. Portanto, se você estava pensando em desentupir uma pia com refrigerantes, é melhor comprar logo um produto específico e que terá doses mais altas do ácido.

Figura 48: Utilizar refrigerantes para desentupir pias não vai resolver o problema. O ideal é ter produtos de limpeza específicos que possuem doses maiores de ácidos



Fonte: Wikimedia Commons. Imagem licenciada sob domínio público via Wikimedia Commons. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cleaning_agents_-_Botzm%C3%ABttel.jpg?uselang=pt-br Acesso em :28 Fevereiro 2023

- **Refrigerantes corroem os dentes?**

Verdade. Por serem ácidos, os refrigerantes corroem os dentes em um processo chamado de desmineralização do esmalte dental. Isso ocorre porque, quando consumimos os refrigerantes, os níveis de acidez da saliva são alterados, o que acaba por dissolver o fosfato de cálcio nos dentes, desgastando o esmalte dental. Então, sempre é recomendado escovar os dentes depois de tomar refrigerantes.

Figura 49: O processo de desmineralização do dente é provocado pela presença de ácido na saliva, que retira o cálcio dos dentes, contribuindo para a formação de cárie



Fonte: PublicDomainPictures. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em: <https://www.publicdomainpictures.net/pt/view-image.php?image=260307&picture=dente-quebrado> Acesso em :28 Fevereiro 2023

- **Tomar refrigerantes de cola com pastilhas porosas pode explodir o estômago?**

Pode ficar tranquilo que isso é um mito. Provavelmente você já deve ter vistos vários vídeos na internet mostrando a reação da mistura de pastilhas com refrigerantes de cola, causando borbulhas que se liberam rapidamente. Isso é impossível de acontecer no sistema digestório, pois o ácido clorídrico (HCl) presente no estômago neutraliza a mistura. Adiante vamos explicar por que acontece aquela reação.

Figura 50: A reação que ficou famosa em vídeos na internet é impossível de acontecer no estômago.



Fonte: Flickr. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em: https://www.flickr.com/photos/paul_apple_yard/3767888503 Acesso em: 28 Fevereiro 2023

- **Refrigerantes podem ser usados como inseticidas?**

Mito. Na verdade, eles atraem os insetos, mas não têm o poder de eliminá-los. Essa discussão surgiu porque muitos indianos têm o costume de pulverizar refrigerantes para atrair formigas vermelhas que se alimentam das larvas de insetos nocivos. Mas quaisquer bebidas adocicadas teriam o mesmo efeito.

- **Refrigerantes de cola tiram o sono?**

Na prática, vai depender muito da pessoa. Porém, a maioria dos refrigerantes tipo cola têm cafeína em sua composição. Por exemplo, em uma das marcas mais consumidas, são encontrados cerca de 35 mg de cafeína em uma lata de 350 ml. Em comparação, são encontrados em média 72 mg de cafeína em uma xícara de café expresso de 62 ml. Portanto, se você beber cerca de duas latinhas de 350 ml de refrigerantes cola em geral, pode ser que tire seu sono por conta do efeito da cafeína. Porém, em muitas pessoas esse efeito pode não ser sentido, depende da sensibilidade com a cafeína e outras condições de saúde.

Figura 51: Muitos refrigerantes, geralmente do tipo cola, possuem certa quantidade de cafeína.



Fonte: PublicDomainPictures. Imagem licenciada sob domínio público via Creative Commons. Disponível em: <https://www.publicdomainpictures.net/pt/view-image.php?image=68918&picture=os-graos-de-cafe-em-uma-colher> Acesso em 28 Fevereiro 2023

Vimos em um desses tópicos sobre a reação de pastilhas porosas (gomas de mascar) com refrigerantes cola. No quadro a seguir, você vai aprender mais sobre este tema:

CURIOSIDADE

Entenda por que a mistura de refrigerantes com pastilhas é bombástica:

- 1) A grande estrela da mistura é o gás carbônico. Na fabricação do refrigerante, ele é bombeado a alta pressão, para aumentar sua solubilidade no líquido. Por isso, qualquer alteração no refrigerante pode estimular o gás a tentar escapar.
- 2) As pastilhas de mascar porosas possuem vários buracinhos (poros). Eles são como uma espécie de ímãs para as bolhas de gás do refrigerante. Quando a bala cai no refrigerante, ela vai caindo até chegar no fundo da garrafa e, nesse trajeto, vai juntando em seus poros as bolhas de gás que se unem e vão ficando cada vez maiores.
- 3) Na composição dessas pastilhas, há gelatina e goma arábica, que quebram a tensão superficial, dissipando mais energia e agitando ainda mais as moléculas de gás.
- 4) Para “piorar”, o ácido cítrico presente nas balas vai se dissolvendo e provoca uma série de reações, gerando mais bolhas. Como elas são mais leves, tendem a subir e se fundir, arrastando o líquido de refrigerante consigo até estourar pelo gargalo da garrafa e ter a reação “explosiva” que muitos já viram na internet.

FONTE: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/12-mitos-e-verdades-sobre-a-coca-cola/>

Figura 52: Mistura de pastilhas de mascar com refrigerante cola.



Fonte: Wikimedia Commons. Imagem licenciada sob domínio público via Wikimedia Commons. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ShimadaK2007Sept09-MentosGeyser_DSC_3294%2B%2B.JPG
Acesso em 28 Fevereiro 2023

Os efeitos dos refrigerantes em nosso organismo e o problema da obesidade

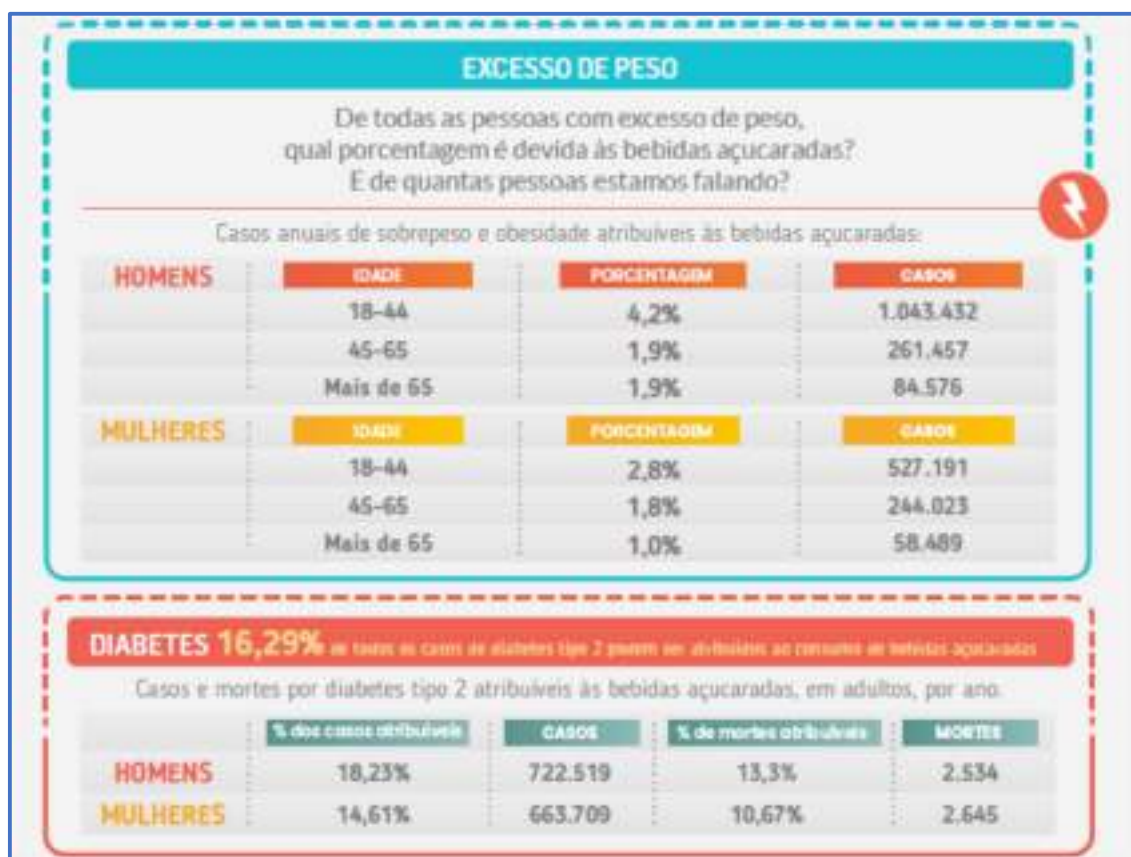
Já reparou que após tomar um refrigerante, principalmente os de guaraná ou cola, temos a sensação que estamos mais despertos, e às vezes até levemente inquietos? Esses são um dos efeitos que eles causam em nosso metabolismo. Confira os efeitos dos refrigerantes em até 60 minutos depois da ingestão.

- **Em 10 minutos:** é como ingerir 10 colheres de açúcar, 100 % do recomendado por dia;
- **Em 20 minutos:** o fígado transforma o açúcar em gordura;
- **Em 40 minutos:** a cafeína dilata as pupilas, sobe a pressão e o fígado bombeia mais açúcar;
- **Em 45 minutos:** aumenta a produção de dopamina, funcionando como a heroína;
- **Em 50 minutos:** aumenta o metabolismo e a excreção de cálcio na urina, uma das causas da osteoporose;
- **Em 60 minutos:** você urina, colocando para fora o cálcio, magnésio e zinco, que farão falta no organismo.

Se você é acostumado a tomar muitos refrigerantes, tome cuidado. O consumo frequente e excessivo causa muitos problemas de saúde. A longo prazo, por exemplo, você pode desenvolver diabetes, osteoporose e aumento da pressão arterial. Mas um problema quem vem sendo constantemente associado ao consumo de refrigerantes é a obesidade. Fique alerta! E se você chegar em um ponto que não consegue mais parar de tomar refrigerante? Só te trará problemas; portanto, o consumo deve ser moderado e, em alguns casos, até mesmo evitado. Opte por uma alimentação mais saudável, ingerindo sucos naturais, por exemplo.

Para você ter uma ideia, no Brasil, cerca de 2,2 milhões de pessoas adultas e 721 mil crianças e adolescentes estão com obesidade ou sobrepeso devido à ingestão exagerada de bebidas açucaradas, e os refrigerantes entram nessa conta. Desse montante, cerca de 55% são adultos e 12% são crianças. Como essas bebidas contêm muitas calorias, o excesso de açúcar é armazenado em nosso corpo na forma de gordura. Logo, com uma taxa de gordura mais alta do que o recomendado para o seu corpo, os riscos do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, doenças cerebrovasculares (AVC), diabetes, insuficiência renal entre outras, são maiores do que em indivíduos que evitam a bebida.

Figura 53: Registro de tela de infográfico elaborado pelo Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (IECS) sobre os dados de sobrepeso, obesidade e incidência de diabetes associadas às bebidas açucaradas no Brasil.



Fonte: Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria. Disponível em <https://actbr.org.br/uploads/arquivos/IECS-e-Infografi%CC%81as-bebidas-azucaradas-Brasil.pdf> Acesso em: 28 Fevereiro 2023

Mas não é só a nossa saúde que é prejudicada. Os gastos públicos com doenças relacionadas às bebidas também aumentam consideravelmente. O Sistema Único de Saúde (SUS) gasta, anualmente, cerca de R\$ 3 bilhões no tratamento de doenças associadas ao consumo de bebidas açucaradas como o refrigerante. Isso representa 0,44% do que o país gasta em saúde no total. Número bastante expressivo, não acha?

Figura 54: Registro de tela de infográfico feito pelo Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (IECS) sobre os gastos em saúde no Brasil com distúrbios causados pela ingestão de bebidas açucaradas.



Fonte: Instituto de Efetividade Clínica e Sanitária. Disponível em <https://actbr.org.br/uploads/arquivos/IECS-e-Infografi%CC%81as-bebidas-azucaradas-Brasil.pdf> Acesso em: 28 Fevereiro 2023

E para finalizar e conscientizar você, leitor, sobre os malefícios causados pela ingestão exagerada de refrigerantes, como a obesidade e a diabetes, outros dados chocam nesse mesmo estudo. Cerca de 12.700 pessoas morrem por ano devido a doenças causadas por bebidas açucaradas. Levando em conta o indicador que ajusta os anos de vida perdidos com a incapacidade (AVAI), 355.400 anos de vida são perdidos em decorrência de morte prematura ou invalidez. Esses números poderiam ser evitados, não acha? São dados que nos fazem refletir um pouco se realmente vale a pena beber refrigerantes de forma indiscriminada, não é mesmo? Cuide-se!

Cuidado com o excesso de refrigerantes!

Você acabou de aprender que beber refrigerantes em excesso causa alguns prejuízos à nossa saúde, não é? No texto que segue, extraído de uma página da internet, estão alguns deles:

Refrigerantes e saúde: fique ligado!

1. Diabetes e aumento de peso

Apenas uma lata de refrigerante contém cerca de 10 colheres de sopa de açúcar, o que aumenta bastante os níveis de açúcar no sangue e diminui a ação da insulina no organismo. Além disso, quando os níveis de açúcar no sangue sobem muito rápido, como após beber uma lata de refrigerante, é normal sentir mais fome, o que leva a um aumento de peso exagerado.

2. Enfraquecimento dos ossos e dentes

A maioria dos refrigerantes contém uma elevada quantidade de ácido fosfórico, que impede o corpo de absorver o cálcio necessário para fortalecer os ossos. Dessa forma, pessoas que bebem refrigerantes regularmente podem desenvolver problemas como cáries ou osteoporose.

3. Pedras nos rins

Devido à acidez dos refrigerantes, o corpo precisa usar o cálcio, que seria utilizado nos ossos, para facilitar a digestão e equilibrar o pH. Dessa forma, os rins precisam eliminar o cálcio utilizado nesse processo, o que aumenta o risco de formação de pedras nos rins devido ao acúmulo de cálcio no seu interior.

4. Aumento da pressão arterial

Os refrigerantes podem levar a um aumento gradual da pressão arterial, especialmente devido as suas elevadas quantidades de sódio e de cafeína.

FONTE: <https://www.medscan.med.br/index.php/blog/item/21-por-que-refrigerante-faz-tanto-mal-a->

Enfim, agora sabemos o que bebemos?

Você deve se recordar, que nos primeiros parágrafos, perguntamos se realmente conhecemos os refrigerantes; afinal, é uma bebida bastante consumida e que faz parte do nosso cotidiano. Será que agora, depois da leitura sobre a química dos refrigerantes, você conseguiria dizer que sabe o que bebe?

Agora, quando você beber aquele copo gelado de refrigerante, certamente vai saber um pouco mais sobre algumas coisas que estão envolvidas em uma simples latinha, não é mesmo? Afinal, neste livro deu pra conhecer um pouquinho da sua história, sua composição, fabricação, os conceitos da Química, os aspectos ambientais e seus efeitos na saúde.

Com a leitura, reconhecemos que sua história também passa um pouco pela história da Química, quando Antoine Lavoisier e Joseph Priestley estudavam a dissolução de gás em água. Também conhecemos um pouco sobre sua composição e fabricação, ao mesmo tempo em que aprendemos sobre as moléculas das substâncias que o compõem, suas estruturas, características, reações envolvidas, bem como vários conceitos da Química que podemos compreender a partir dessa bebida.

Além disso, vimos as consequências ambientais que podem estar associadas às embalagens de refrigerantes e em seu processo de fabricação, o que nos levou a refletir sobre as boas práticas que podemos ter em nosso cotidiano para evitar os impactos ambientais que podem ser gerados e sobre as práticas nocivas das indústrias de refrigerantes que podem causar impactos negativos no ambiente.

Por fim, vimos que o consumo excessivo de refrigerantes pode causar vários prejuízos à nossa saúde, e que, portanto, podemos dizer que essa bebida não é uma opção saudável, estando associada a distúrbios alimentares como a obesidade, diabetes e até mesmo a problemas renais.

REFERÊNCIAS

12 MITOS e verdades sobre a Coca-Cola. **Super Interessante**. Disponível em:
<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/12-mitos-e-verdades-sobre-a-coca-cola/>.
Acesso em: 27 jun. 2022.

BRASIL ENTRE os que mais consomem refrigerantes. Disponível em:
<https://www.asbran.org.br/noticias/brasil-entre-os-que-mais-consomem-refrigerantes>.
Acesso em: 13 jul. 2022.

CERVIERI JÚNIOR, Osmar. **Panoramas setoriais 2030: bebidas**. In: Panoramas setoriais 2030: desafios e oportunidades para o Brasil. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2017.

COMO surgiram os refrigerantes? **Super Interessante**. Disponível em:
<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-surgiram-os-refrigerantes/>. Acesso em:
14 abr. 2022.

DALLAGO, R. M.; VENQUIARUTO, L. D.; **Química das bebidas**. Erechim-RS: EdiFAPES, 2018.

IECS. Instituto de Efetividade Clínica e Sanitária. **O lado oculto das bebidas açucaradas**. Disponível em <https://actbr.org.br/uploads/arquivos/IECS-e-Infografi%CC%81as-bebidas-azucaradas-Brasil.pdf> Acesso em: 28 Fevereiro 2023

LIMA, A. C.; AFONSO, J. C. A Química dos refrigerantes. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 210-215, 2009.

MOURA, Kaique Barbosa de; RIBEIRO, Rhubens Ewald Moura. A gestão metrológica como fator diferencial numa indústria de refrigerantes. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7., 2019. **Anais [...]**. Montes Claros: FASA, 2019.

QUIMICAFACIL.NET. **La historia de las bebidas carbonatas**. Disponível em:
<https://quimicafacil.net/notas-de-quimica/la-historia-de-las-bebidas-carbonatadas/>.
Acesso em: 13 jul. 2022.

SOLOMONS, T. W. Graham; FRYHLE, Craig. B. **Química Orgânica I**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2001.