



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ.
CAMPUS PICOS
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA**

CARLOS DAVID DE SOUSA MACEDO

**RELAÇÃO DA QUÍMICA VERDE COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO
DE QUÍMICA**

**PICOS – PI
2022**

CARLOS DAVID DE SOUSA MACEDO

**RELAÇÃO DA QUÍMICA VERDE COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO
DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma de Licenciado em
Química pelo Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Picos

Orientador: Professor Me. Jorge Roberto A.
Cardoso.

PICOS-PIAUI

2022

FICHA CATALOGRÁFICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECA SERVIÇO DE
PROCESSOS TÉCNICOS

M141r Macedo, Carlos David de Sousa

Relação da química verde com a educação ambiental no ensino de química / Carlos David de Sousa Macedo. — 2022.
44 f.: il.

Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Picos, 2022.

Orientador: Prof. Me. Jorge Roberto Assunção Cardoso.

1. Química - estudo e ensino. 2. Química verde. 3. Educação ambiental. I. Título.

CDD: 540.7

CARLOS DAVID DE SOUSA MACEDO

**RELAÇÃO DA QUÍMICA VERDE COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO
DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma de Licenciado em
Química pelo Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Picos

Orientador: Professor Me. Jorge Roberto A.
Cardoso.

Aprovada em 05 de setembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Jorge Roberto Amuniz Cardoso

Prof. Me. Jorge Roberto A. Cardoso. (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Isabella Cristhina Gonçalves Costa

Prof. Isabella Cristhina Gonçalves Costa
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Jamilza Moura de Sousa Barros

Prof. Jamilza Moura de Sousa Barros
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e sabedoria dada para seguir esse curso com retidão e compromisso.

A minha mãe Francisca Erinalda de Carvalho Sousa, pelo incentivo e amor durante toda minha vida e por ter me ensinado a acreditar em um sonho e, correr atrás para realizá-lo. Ao meu pai Lourival Antunes de Macedo (in memoriam) que mesmo na sua ausência sinto sua presença, como forma de força para não desistir jamais dos desafios que a vida me impor.

Aos meus avós maternos Maria Licinda de Sousa e Francisco Assis de Sousa, que me acolheram como filho e não mediram esforços na minha formação e que sempre estiveram ao meu lado nas horas mais difíceis e felizes da minha vida e não permitiram que eu desistisse. Vocês são um presente de Deus.

Ao meu padrasto Maximino Silvino de Sousa, pelo apoio e incentivo, tenho muita sorte em ter uma pessoa tão generosa e dedicada ao meu lado.

Aos meus irmãos Lara Macedo, Lourival Júnior e Luan Antunes por sempre me incentivar a lutar por meus objetivos.

A minha madrinha Fernanda Teresa, pelo amor e companheirismo em toda minha vida.

A Regina Maria, minha namorada, amiga e companheira de todas as horas, por estar sempre comigo desde o primeiro dia que a conheci.

Ao meu professor orientador Jorge Roberto, que me acompanhou pontualmente dando todo auxílio necessário para a elaboração desse trabalho.

A todos professores do curso, pelos ensinamentos e colaboração ao longo de minha formação acadêmica.

Aos meus companheiros de turma e parceiros de trabalho: Emanuela Lima, Gonçalves Oliveira, Iana Passos, Israel Pedro, Raquel Oliveira, Renato Santos, que sempre me proporcionaram momentos de alegrias e descontração, afim de suprir a tensão durante os trabalhos acadêmicos.

E, aos demais colegas de turma pela amizade construída no decorrer do curso.

RESUMO

As questões ambientais são temas de debates importantes na atualidade. Ciente dessa informação, o presente estudo foi desenvolvido para buscar conhecimentos sobre a Química Verde e Educação ambiental no Antigo e Novo Ensino Médio. Desse modo, o objetivo desse estudo foi avaliar a apresentação e abordagem da Química verde, fundamentada na Educação Ambiental, em livros do Ensino Médio. Os objetivos específicos são: a. Identificar a frequência de abordagem da Química verde e Educação Ambiental em livros do Antigo Ensino Médio, b. perceber a frequência de abordagem da Química verde e Educação Ambiental em livros do Novo Ensino Médio; c. evidenciar a importância da abordagem da Química Verde e Educação Ambiental em livros do Ensino Médio. Para alcançar esses objetivos, foi feita uma pesquisa qualitativa-quantitativa, de cunho bibliográfico e do tipo comparativa, com o intuito de estabelecer semelhanças e diferenças mediante o assunto investigado, fazendo um paralelo entre o passado e o presente do tema em questão, realizados nos livros didáticos de Química representantes do Antigo e Novo Ensino Médio. Os livros didáticos totalizaram 8, sendo 3 relacionados ao Antigo Ensino Médio e 5 do Novo Ensino Médio. Os referidos livros foram coletados no Instituto Federal do Piauí, junto ao professor da disciplina de Química. Posteriormente, foi feita a análise dos livros, interligados ao método de pesquisa utilizado na mesma. Foram utilizados como aporte teórico, no decorrer da construção da fundamentação teórica, estudos de autores como Anjos (2019), Mortimer *et. al*, (2020), dentre outros. Ao fim das análises, foi possível perceber que a QV tem ganhado espaços em algumas obras, mas que a atualização dos livros do novo Ensino Médio não abriu tanto espaço para ela. Entretanto, concluiu-se que é essencial que a QV seja melhor trabalhada no Ensino Médio, principalmente por ser o período de formação do senso crítico do aluno.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Livro Didático. Química Verde. Princípios da Química Verde.

ABSTRACT

Environmental issues are topics of important debate today. Aware of this information, the present study was developed to seek knowledge about Green Chemistry and Environmental Education in Old and New High School. Thus, the objective of this study was to evaluate the presentation and approach of Green Chemistry, based on Environmental Education, in high school books. The specific objectives are: a. Identify the frequency of approach to Green Chemistry and Environmental Education in Old High School books, b. to perceive the frequency of approach of Green Chemistry and Environmental Education in New High School books; ç. to highlight the importance of the approach of Green Chemistry and Environmental Education in high school books. In order to achieve these objectives, a qualitative-quantitative research was carried out, of a bibliographic and comparative nature, in order to establish similarities and differences through the investigated subject, making a parallel between the past and the present of the subject in question, carried out in the Chemistry textbooks representing the Old and New High Schools. The textbooks totaled 8, being 3 related to the Old High School and 5 to the New High School. These books were collected at the Instituto Federal do Piauí, together with the professor of the Chemistry course. Subsequently, the analysis of the books was made, linked to the research method used in it. During the construction of the theoretical foundation, studies by authors such as Anjos (2019), Mortimer et. al, (2020), among others. At the end of the analyses, it was possible to perceive that the QOL has gained space in some works, but that the updating of the books of the new High School did not open up much space for it. However, it was concluded that it is essential that the QOL is better worked on in High School, mainly because it is the period of formation of the student's critical sense.

Keywords: Environmental Education. Textbook. Green Chemistry. Principles of Green Chemistry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Notícia apresentada no Capítulo 1 do livro de Química- 1º Ano do Antigo Ensino Médio	25
Figura 2. Notícia apresentada no Capítulo 2 do livro de Química - 1º Ano do Antigo Ensino Médio	25
Figura 3. Notícia apresentada no Capítulo 1 do livro de Química- 2º Ano do Antigo Ensino Médio	28
Figura 4. Notícia apresentada no Capítulo 2 do livro de Química- 2º Ano do Antigo Ensino Médio	28
Figura 5. Notícia apresentada no Capítulo 1 do livro de Química- 3º Ano do Antigo Ensino Médio	31
Figura 6. Notícia apresentada no Capítulo 2 do livro de Química- 3º Ano do Antigo Ensino Médio	31
Figura 7. Imagem apresentada no Capítulo 3 do livro 135 de Química do Novo Ensino Médio	36
Figura 8. Imagem apresentada no Capítulo 8 do livro 135 de Química do Novo Ensino Médio	37
Figura 9. Imagem apresentada no Capítulo 1 do livro 136 de Química do Novo Ensino Médio	39
Figura 10. Imagem apresentada no Capítulo 3 do livro 136 de Química do Novo Ensino Médio	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Subdivisão das unidades do Livro 1- Antigo Ensino Médio	22
Quadro 2. Títulos dos capítulos do Livro 1- Antigo Ensino Médio	23
Quadro 3. Subdivisão das unidades do Livro 2- Antigo Ensino Médio	25
Quadro 4. Títulos dos capítulos do Livro 2- Antigo Ensino Médio	26
Quadro 5. Subdivisão das unidades do Livro 3- Antigo Ensino Médio	28
Quadro 6. Subdivisão dos capítulos do Livro 3- Antigo Ensino Médio	29
Quadro 7. Subdivisão das unidades do Livro 133- Novo Ensino Médio	32
Quadro 8. Subdivisão das unidades do Livro 134- Novo Ensino Médio	33
Quadro 9. Subdivisão das unidades do Livro 135- Novo Ensino Médio	34
Quadro 10. Subdivisão dos capítulos do Livro 135- Novo Ensino Médio	34
Quadro 11. Subdivisão das unidades do Livro 136- Novo Ensino Médio	37
Quadro 12. Subdivisão dos capítulos do Livro 136- Novo Ensino Médio	37
Quadro 13. Subdivisão das unidades do Livro 137- Novo Ensino Médio	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Eixo X.....	31
Gráfico 2. Eixo Y.....	41

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC- Base Nacional Comum Curricular

LD- Livro didático

LDQ- O Livro Didático de Química

PNLD - Programa Nacional do Livro Didático

PNLDM - Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

QV- Química Verde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1. OBJETIVOS	14
1.1.1. Objetivo Geral.....	14
1.1.2. Objetivos específicos.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. Importância do livro didático no Ensino de Química	15
2.2. Abordagens e importância da Educação Ambiental no Ensino de Química.....	17
2.3. O Ensino da Química Verde no Ensino Médio	17
3 METODOLOGIA	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. Análise dos livros do Antigo Ensino Médio.....	22
4.2. Análise dos livros do Novo Ensino Médio	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo aborda a relação da Educação Ambiental com a Química Verde no meio ambiente e no ensino de Química, de modo que destaque os princípios e atribuições de ambas para o meio ambiente através do Livro Didático. A Educação Ambiental tem sido percebida como alternativa que possibilita transformações e melhoramento de atitudes no que se refere a relação do homem e o meio natural. Nesse sentido, tem-se ainda a possibilidade de um processo educativo eficaz, embasado na formação de sujeitos críticos, pensantes e que tenha a capacidade de entrar em buscas que viabilizem a preservação da vida no planeta. O produto final que se espera de toda essa busca é, portanto, o oferecimento de melhores condições tanto para o homem como para o meio ambiente.

Sobre essa temática destaca-se que discussões acerca do tema ambiental já eram observadas desde a metade do século XX, inclusive no Brasil, mas foi a partir da Conferência de Estocolmo em 1972 que os olhares de todo o mundo se centraram mais intensivamente nas discussões das questões ambientais. Todavia, nos últimos anos, as questões ambientais tornaram-se um tema amplamente discutido a nível nacional e internacional, em suma buscando-se alternativas para efetivamente alcançar um desenvolvimento sustentável, reduzindo assim os danos ao meio ambiente originados pelos meios de produção e processos industriais.

Ciente dessas informações, junto ao conhecimento de que ambas as áreas de conhecimento destacam objetivos afins com a preocupação constante com a degradação do meio, as consequências que podem causar para a sociedade e qualidade de vida das pessoas além de uma formação adequada que exige postura crítica do homem e participativa com atitudes que visam à resolução de problemas que afetam diretamente o meio ambiente e sua diversidade. Dessa maneira, o tema exposto se torna relevante ainda por possibilitar o entendimento e discussão sobre a relação da Educação Ambiental com a Química Verde no Antigo e Novo Ensino Médio, como disciplinas essenciais para o meio ambiente, pois, as mesmas enfatizam a postura do homem mediante assuntos e problemas que exigem visão humanitária em relação ao meio ambiente e sua abrangência.

Com isso, optou-se por este tema buscando enfatizar a importância do assunto, destacando as suas contribuições principalmente em mudanças de atitudes do homem com o meio ambiente para a sua conservação, além das atribuições do Ensino de Química como um fator relevante para abordagens mais profundas das transformações do meio ambiente.

Mediante o descrito esta pesquisa centraliza ainda destacar a relevância da Química Verde no Novo Ensino de Química, como um meio significativo para o meio ambiente e sua sustentabilidade, partindo dos princípios da Educação Ambiental. Com isso, questiona-se: Qual a importância da Educação Ambiental no Ensino de Química? É possível perceber diferenças entre o tratamento da Química Verde no Ensino de Química em livros do Antigo e do Novo Ensino Médio.

Diante de tudo o que foi possível alcançar através dessa pesquisa, compreende-se que os seus resultados propiciarão ganho em conhecimentos ao transmitir entendimentos sobre a importância do meio ambiente e os cuidados que devem ser tomados em forma de preservação e solução para esse meio, que sofre tantos impactos decorrentes de atitudes inconsequentes do homem. Nesse mesmo sentido, entende-se que a Química Verde, aliada à Educação Ambiental, através dos seus princípios, são muito importantes e agregam grande valor aos resultados da pesquisa. Além disso, acredita-se que esta pesquisa de intervenção disponibilize uma melhor visão social a respeito do assunto proposto, principalmente por fazer referência a livros do Ensino Médio que é apresentado diretamente, em sua grande maioria, à adolescentes que ainda estão formando o seu perfil cidadão.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar a apresentação e abordagem da Química verde, fundamentada na Educação Ambiental, em livros do antigo e novo Ensino Médio.

1.1.2. Objetivo Geral

- Identificar a frequência de abordagem da Química verde e Educação Ambiental em livros do Antigo Ensino Médio;
- Perceber a frequência de abordagem da Química verde e Educação Ambiental em livros do novo Ensino Médio.
- Evidenciar a importância da abordagem da Química Verde e Educação Ambiental em livros do Ensino Médio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Importância do livro didático no Ensino de Química

Da forma como ocorre em diversas áreas do conhecimento, no ensino da disciplina de Química a utilização do livro didático é uma das ferramentas mais importantes na prática pedagógica. Desde os tempos mais antigos, o uso do livro didático é uma referência no ensino. Entretanto, ainda no início do processo de formação, o livro só era utilizado por pessoas que estivessem no nível superior de ensino, tendo como objetivo principal a qualificação de pessoas para o mercado de trabalho, o que nos direciona a um entendimento de que essa realidade está muito distante do que se tem nos dias atuais (LIMA, 2013).

Oficialmente, essa preocupação com os livros didáticos no Brasil só iniciou através da instituição da Legislação do Livro Didático, sendo criada ainda no ano de 1938 através de um decreto oficial de número 1006. Antes desse período, a utilização do livro tinha como finalidade o alcance de objetivos políticos, bem como ideológicos e, mesmo sem o entendimento e a finalidade que se tem nos dias atuais, o livro já tinha a sua importância dentro do contexto no qual ele era utilizado.

Atualmente, a importância do livro didático está atrelada ao ensino básico, bem como ao superior e ele acaba por se tornar uma peça fundamental no ensino. Na maioria das vezes, principalmente em decorrência do pouco investimento por parte do Estado, o livro acaba por ser a única referência que escolas possuem para oferecer ensino aos alunos. Além da transmissão de conteúdo específico, o LD possui uma importância cultural muito grande, principalmente no que se refere à reprodução de valores importantes no contexto social (LEITE; SOARES, 2018).

O Livro Didático de Química, ou LDQ, passou a sofrer as mudanças desde o período já mencionado anteriormente, por volta de 1930, em que ele era destinado somente à aquisição de conhecimento que direcionava pessoas ao mercado de trabalho. Todas as transformações ocorridas nesse período são muito relevantes para o ensino principalmente porque buscam, a cada dia, alcançar cada vez mais o que as demandas de ensino buscam alcançar (LOPES, 2020).

É por esse e outros motivos que o LDQ tem sido alvo de constantes estudos. Além disso, é importante destacar esses estudos estão atrelados também à percepção de que conceitos e regras podem ser reformulados a partir de cada novo estudo realizado, o que torna essencial a busca por atualizações constantes, assim como tem ocorrido e sido visto em livros do Antigo e Novo Ensino Médio (ROCHA; FARIAS, 2020).

Dentro desse mesmo contexto é que pode ser notada a importância de os professores, mediadores do conhecimento, estarem sempre em busca de conhecimentos para a exploração do LDQ de maneira crítica, de modo que esses livros sejam capazes de alcançar os objetivos que cada disciplina possui, além de proporcionar aos estudantes experiências pedagógicas que possibilitem aprendizagem significativa, efetivando assim o ensino (LOPES, 2020).

Essas questões são essenciais principalmente porque a disciplina de Química possui as suas particularidades no que se refere aos seus próprios conteúdos e o que se espera dos livros didáticos é a facilitação do entendimento, de modo que ele venha a ter uma linguagem completa, clara e objetiva, fazendo com que o momento proposto ao aluno seja significativo em todos os sentidos.

Essa importância do livro didático foi tão marcante para o ensino que estimulou a criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (BRASIL, 1985) e, tempos depois, o Programa Nacional do livro Didático para o Ensino Médio (PNLDM) (BRASIL, 2004), que possuem como função principal a classificação dos instrumentos didáticos para o oferecimento de um ensino universalizado, assegurando os alunos acerca das mesmas condições de ensino para todos.

Luckesi (2004) já falava sobre isso quando compreendeu que o livro didático ultrapassa a sua funcionalidade de transmissão de conteúdos programáticos. Na realidade, o autor entende o LD como uma peça chave que contribui para uma comunicação clara e transparente entre o contexto escolar e o aluno. Além disso, os livros podem ser considerados ferramentas de pesquisa, bem como um meio de levar muito mais do que conhecimentos aos alunos, como também a possibilidade de romper paradigmas e conflitos existentes entre o conhecimento empírico e o conhecimento científico.

Todas essas atribuições ao livro didático são essenciais, principalmente quando nos referimos a disciplinas complexas como é o caso da Química. Entretanto, existem pesquisas que evidenciam a necessidade de os professores utilizarem os livros somente como um recurso que venha a complementar os instrumentos de ensino e não como o instrumento único em toda a totalidade do processo de ensino-aprendizagem (ROCHA; FARIAS, 2020).

Falando de maneira mais clara sobre essa questão, é esperado dos professores que eles realizem buscas por metodologias e instrumentos didáticos diversificados e que possam direcionar os alunos a se tornarem também agentes do conhecimento. Desse modo, é compreendido que o livro didático continua sendo um elemento muito importante para o ensino, mas sendo aliado de outros materiais didáticos que são também essenciais para a consolidação da aprendizagem.

2.2. Abordagens e importância da Educação Ambiental no Ensino de Química

A relação entre meio ambiente e a sociedade vem sofrendo sérios problemas, principalmente com o aumento simultâneo da utilização de tecnologias, e com o descarte inadequado de materiais, como: pilhas, baterias, aparelho celular, dentre outros materiais que provocam desequilíbrio ambiental e prejudica a qualidade de vida dos indivíduos, além também dos impactos sociais gerados pelo acelerado desenvolvimento industrial e econômico. Embora, a preocupação com o meio ambiente tem aumentado a cada dia, e, atualmente, o que se percebe e tem visto são pessoas motivadas para cuidar do meio ambiente de acordo com o interesse pessoal ou de grupos sociais envolvidos com finalidades distintas (FARIA, 2015)

Diante de todo esse cenário, tem-se então a Educação ambiental, que pode ser compreendida como um processo de educação que contribui para a formação do cidadão em toda a sua completude e integralizada à nível global, tendo em vista o melhoramento da qualidade de vida de todos os seres vivos, buscando ainda a consolidação da ética em relação ao meio ambiente e todos os recursos naturais. Através disso, pode-se ainda notar o melhoramento da relação existente entre o homem e o meio ambiente, de forma a torná-lo apto para a tomada de decisões sobre questões ambientais necessárias para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável, e na consciência de preservação, e na melhoria de qualidade de vida (FARIA, 2016).

Desse modo, entende-se que o desenvolvimento de práticas de Educação Ambiental por meio de atividades pedagógicas possibilitará aos alunos o aperfeiçoamento de habilidades para solucionar problemas cotidianos presentes no meio, o que implica na formação de cidadãos críticos, conscientes e engajados na sociedade em que se encontram, caracterizada ainda pela incorporação de diversas vertentes na sociedade, integrando assim o que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estipula como necessário para o ensino da Química. Nesse sentido e como já mencionado, esse tipo de ensino pode ocorrer dentro do contexto da Química, principalmente fazendo uso do livro didático para esse alcance (NASCIMENTO JUNIOR, *et. al*, 2016).

2.3. O Ensino da Química Verde no Ensino Médio

A Química se trata de uma disciplina complexa, principalmente por um dos fatos mais recorrentes citados pela maioria dos estudantes: a dificuldade de assimilar conteúdos químicos com a realidade. É por conta disso que Anjos (2019) afirma que a Química, na maioria das

vezes, está relacionada muito mais à uma dinâmica de memorização conceitual do que de uma aprendizagem significativa, o que acaba por impelir diversos bloqueios que não possibilitam o aluno compreender a importância de estudar a Química.

Ainda de acordo com Anjos (2019), para que todas essas dificuldades, ou pelo menos parte delas, possam ser sanadas, os professores responsáveis pela disciplina entram em buscas constantes para o melhoramento não somente do aprendizado, mas também do ensino, de modo que eles passam a fazer uso de ferramentas disponíveis e de fácil acesso, como é o caso de assimilação de objetos ou mesmo situações para que isso ocorra.

Como as questões ligadas ao meio ambiente e tudo o que pode ocorrer com ele através das intervenções humanas têm se tornando cada vez mais alvo de debates e de preocupação até mesmo no meio de estudantes ainda no Ensino Médio, a utilização de conceitos e ligações que a Química possui com esse nível de ensino tem se tornado um aliado para essa aprendizagem efetiva. É nesse contexto que a Química Verde passa a ganhar espaço no ambiente escolar e a sua introdução tem sido cada vez mais importante para a aprendizagem da Química.

Essa afirmativa é corroborada pelo que afirma Marques *et. al* (2007), ao compreender que a Química e uma das suas vertentes (QV) seriam somente suportes para que o aluno tivesse o conhecimento e, através disso, fosse possível relacionar a teoria com a realidade e, sobretudo, desenvolvendo uma capacidade importante de formar opiniões críticas sobre o meio que ele está inserido, podendo ainda contribuir para o melhoramento da qualidade de vida através de soluções importantes para o meio ambiente.

Esses pontos podem ser alcançados através da apresentação dos princípios que a Química Verde possui, totalizando 12 e que, se alcançados, poderiam transformar a realidade do mundo como um todo. Esses princípios podem ser visualizados como segue:

- 1) Prevenção, é mais fácil e barato evitar a formação de resíduos tóxicos do que tratá-los após sua geração.
- 2) Economia atômica, metodologias sintéticas devem ser desenvolvidas para incorporar o maior número possível de átomos dos reagentes no produto final.
- 3) Síntese segura, sempre que possível, a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias com pouca ou nenhuma toxicidade a saúde humana e ao ambiente.
- 4) Produtos seguros, buscar o desenvolvimento de produtos que após realizarem a função desejada, não causem danos ao meio ambiente.
- 5) Solventes e auxiliares seguros, substâncias auxiliares como solventes e agentes de purificação precisam ser evitados ao máximo; quando utilizados devem ser não tóxicos.
- 6) Eficiência energética, a utilização de energia pelos processos químicos deve ser reconhecida pelos seus impactos ambientais e precisa ser minimizada sendo que os métodos sintéticos deverão ser conduzidos à pressão e temperatura ambientes sempre que possível.
- 7) Fontes renováveis de matéria-prima, sempre que viável, priorizar a utilização

de matérias-primas renováveis em detrimento de fontes não renováveis.

8) Evitar a formação de derivados, a derivação desnecessária deve ser minimizada, se possível evitada, já que suas etapas usam reagentes adicionais e podem gerar resíduos.

9) Catálise, o uso de catalisadores (tão seletivos quanto possível) devem ser escolhidos em substituição de reagentes estequiométricos.

10) Produtos degradáveis, os produtos químicos devem ser projetados para a biocompatibilidade. Após utilização não deve permanecer no meio ambiente, degradando-se.

11) Análise em tempo real para prevenção, monitoramento e controle do processo para que a formação de substâncias tóxicas seja detectada antes da sua geração.

12) Química segura, a escolha das substâncias bem como sua utilização em processos químicos devem buscar minimizar o risco de acidentes (ANASTAS; WARNER, 1998, p.72).

Machado (2012, p. 1251) ainda descreveu os segundo doze princípios da Química Verde, como podem ser notados:

13) Identificar e, se possível, quantificar os coprodutos (subprodutos eventuais e resíduos).

14) Obtenção de conversões, seletividades, produtividades, etc.

15) Estabelecimento de balanços materiais completos para o processo.

16) Determinação das perdas de catalisadores e solventes nos efluentes líquidos, sólidos ou gasosos.

17) Investigação da energética básica do processo para identificar reações exotérmicas potencialmente perigosas.

18) Identificação de limitações quanto às transferências de calor e de massa.

19) Visualização das reações sob a perspectiva dos engenheiros químicos ou de processo.

20) Consideração da globalidade do processo industrial ao selecionar a química de base.

21) Procura (desenvolvimento e aplicação) de medidas de sustentabilidade do processo.

22) Quantificação e minimização do uso de “utilidades”.

23) Identificação de situações de incompatibilidade entre a segurança do processo e a minimização de resíduos.

24) Monitoração, registro e minimização dos resíduos produzidos na realização laboratorial da síntese.

Diante de princípios abrangentes e que poderiam de fato acabar, ou ao menos reduzir impactos diretos ao meio ambiente. Essa aposta é feita pelo fato de que os alunos ainda estão em processo de formação da sua consciência cidadão e, por meio disso, poderiam intervir de maneira positiva no futuro através de ações que beneficiem o meio ambiente. É através desse mesmo entendimento que Almeida *et. al*, (2018) entende que a QV pode ser notada como uma maneira de repensar e até mesmo de estudar a Química, sendo também uma oportunidade de oferecer a educação ambiental dentro do ensino de Química.

3 METODOLOGIA

A metodologia é crucial para a composição do trabalho acadêmico. Pois, é através dela que o investigador consegue realizar a pesquisa com qualidade. O percurso metodológico precisa ser construído com a finalidade de trazer comprovações que sustentem a pesquisa. Prodanov e Freitas (2013 p. 17) acrescentam que “a metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade”. Portanto a metodologia é aplicada para legitimar a pesquisa, dando ênfase a suas nuances.

É por meio da metodologia que o pesquisador poderá comprovar ou não as hipóteses da pesquisa, a partir dos resultados obtidos na análise do estudo, o investigador poderá dar outro rumo à pesquisa aproveitando os dados colhidos para dar mais relevância ao trabalho. Parafraseando Sampaio (2013, p. 233) “A metodologia é o caminho, a trajetória demarcada para apreender o objeto ou fenômeno investigado a partir de procedimentos em relação aos tipos de pesquisa e as formas de colher os dados e tratá-los.” Consequentemente, a forma como a metodologia é executada interfere diretamente no padrão da pesquisa.

No processo metodológico, o pesquisador deve atentar-se a todo o conteúdo da pesquisa, desde o tema, passando por seus objetivos, problemática e hipóteses para só depois elaborar uma metodologia coerente com o conteúdo investigado. Uma metodologia adequada eleva o nível da pesquisa e interfere diretamente no interesse da sociedade reparar o trabalho.

Tendo ciência de todas essas informações, o processo metodológico aplicado neste estudo se trata de uma caracterização de pesquisa qualitativa-quantitativa, de cunho bibliográfica, aliada à análise de conteúdo (BARDIN, 2011), e do tipo comparativa, no intuito de estabelecer semelhanças e diferenças mediante o assunto investigado, fazendo um paralelo entre o passado e o presente do tema em questão.

A classificação qualitativa-quantitativa foi estabelecida ao tomar como base o que Knechtel (2014, p. 106), compreendeu sobre essa pesquisa, afirmando que ela “interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)”. Isso ocorreu através da análise dos dados presentes nos livros, quantificando a frequência em que apareceram assuntos relacionados à temática, bem como sobre a descrição sobre eles.

A princípio a pesquisa bibliográfica consiste em um aprofundamento introdutório sobre as obras produzidas de acordo com o tema em estudo. Assim, segundo Gil (2002, p. 44) a pesquisa classifica-se como bibliográfica quando nela são utilizadas composições que já foram

produzidas e publicadas, sendo em sua maioria livros ou artigos científicos.

Como complemento metodológico, a pesquisa apresenta uma análise comparativa entre as atribuições e objetivos do Antigo e Novo Ensino Médio no Ensino da Química, relacionada à Química Verde e Educação Ambiental, através da análise de livros didáticos. Com isso, essa análise comparativa baseia-se em investigar coisas ou fatos e explicá-los segundo suas semelhanças e suas diferenças, que estão relacionadas à presença ou ausência dos conteúdos de QV nos livros. Através disso, foi permitida a análise de dados concretos e a dedução de semelhanças e divergências de elementos constantes, abstratos e gerais, propiciando investigação de caráter indireto (FACHIN, 2001).

Vale ressaltar que os livros didáticos totalizaram 8, sendo 3 relacionados ao Antigo Ensino Médio e 5 do Novo Ensino Médio. Os referidos livros foram coletados no Instituto Federal do Piauí, junto ao professor da disciplina de Química. Posteriormente, foi feita a análise dos livros, interligados ao método de pesquisa utilizado na mesma. Os livros foram analisados por etapas, sendo feita a análise individual, mas por classificação entre Antigo e Novo Ensino Médio. Com isso, os resultados foram expostos mediante os resultados da pesquisa, para um melhor entendimento do tema e sua comprovação através do confronto com a literatura buscada para isso.

É importante ainda destacar que os livros do Antigo Ensino Médio foram nomeados como Livro 1, Livro 2 e Livro 3. Já os livros do Novo Ensino Médio, foram denominados como livro 133, 134, 135, 136, 137 e 138, respeitando as suas classificações por número de coleção, em que todos possuem 0181P221203, mas com códigos da obra distintos e um número inicial igual: 0181P221203, acrescido de números finais diferentes. A partir da análise realizada nos livros didáticos, foram construídos quadros e gráficos, bem como resultados descritivos, a fim de demonstrar a veracidade das informações aqui apresentadas. Os livros possuem unidades que são subdivididas em capítulos. Desse modo, cada unidade referente à Química Verde foram reescritas nos Quadros, seguindo assim os mesmos critérios para os capítulos. Além disso, foram anexadas imagens extraídas dos livros didáticos, direcionando ao processo de discussão dos resultados através da utilização de referenciais teóricos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como descrito anteriormente, os livros foram analisados por etapas, de maneira individual, mas classificados por Antigo e Novo Ensino Médio. Desse modo, foram direcionados aos resultados apresentados e discutidos nessa sessão da pesquisa, apresentando inicialmente a análise dos livros do Antigo Ensino Médio, como pode ser visualizado a seguir.

4.1. Análise dos livros do Antigo Ensino Médio

O primeiro livro analisado possui como título “Química: Ensino Médio”. O livro em questão foi escrito por Fonseca (2016) e é direcionado ao público de 1º ano do Ensino Médio. O livro possui um total de 368 páginas, compostas por 5 unidades e 11 capítulos. Através da análise do conteúdo e conceitos apresentados na construção dos 11 capítulos, foi possível notar que todos (100%) retratam sobre a Química Verde e Educação Ambiental.

Na subdivisão das unidades do livro já é possível perceber a introdução da QV nessa abordagem, assim como é possível verificar no Quadro 1:

Quadro 1. Subdivisão das unidades do Livro 1- Antigo Ensino Médio

Número da unidade	TÍTULO DA UNIDADE
1	Mudanças climáticas
2	Oxigênio e Ozônio
3	Poluição Eletromagnética
4	Poluição de interiores
5	Chuva ácida

Em seguida, na divisão dos capítulos, é possível visualizar de maneira detalhada assuntos da QV e também da Educação ambiental. Desse modo, no Quadro 2, é possível identificar os títulos de cada capítulo, o que possibilita a associação entre a Química Verde e Educação Ambiental com o ensino de Química em cada um deles:

Quadro 2. Títulos dos capítulos do Livro 1- Antigo Ensino Médio

Número do capítulo	TÍTULO DO CAPÍTULO
1	Mudanças climáticas
2	Propriedades da Matéria
3	Substâncias e misturas
4	Transformação da matéria
5	Notações Químicas
6	Eletricidade e Radioatividade
7	Modelo básico do átomo e da lei periódica
8	Ligações covalentes e forças intermoleculares
9	Compostos orgânicos
10	Ligação Iônica e compostos inorgânicos
11	Metais e oxirredução

Fonte: Do autor (2022)

Através desse processo de análise, foi possível notar que o foco principal da abordagem do livro de 1º ano do Antigo Ensino Médio foi relacionado à Química Verde e à Educação Ambiental, de modo que ela foi tratada diretamente em forma de artigos de notícias nas primeiras páginas de todos os capítulos. Além disso, no decorrer de todos os capítulos possuem imagens que retratam o meio ambiente. Notou-se também a forma como ao aluno, na posição de um ser vivo no seu meio natural, e tudo o que está presente no universo, são relacionáveis por interdependência.

Essa mesma percepção pode ser visualizada através do que Francisco Júnior e Gama (2017) compreendem sobre a importância da introdução da QV ainda no Ensino Básico, haja vista que é essencial aos alunos a formação de uma percepção muito mais crítica e inteligente para com o contexto em que ele está inserido. Ainda de acordo com os autores, isso é impotente porque, por vezes, o aluno se questiona sobre qual o motivo se deve estudar Química. Assim, esse tipo de introdução faz com que seja possível o próprio aluno visualizar essa importância e, consequentemente, a relacionar com o seu cotidiano.

É possível verificar essa afirmativa nos exemplos expressos nas Figura 1 e 2:

Figura 1. Notícia apresentada no Capítulo 1 do livro de Química- 1º Ano do Antigo Ensino Médio



Fonte: Fonseca (2016, p. 9)

Figura 2. Notícia apresentada no Capítulo 2 do livro de Química - 1º Ano do Antigo Ensino Médio



Fonte: Fonseca (2016, p. 27)

Nas imagens apresentadas anteriormente, podemos compreender a forma como Fonseca (2016), a autora do livro, se preocupou em situar os alunos sobre a forma como a Química está presente nos mais diversos aspectos do cotidiano. Como mencionado, esse tipo de apresentação foi feito em todos os capítulos do livro e foram utilizadas notícias da atualidade para que esse objetivo de apresentar a Química em diversos ambientes fosse contemplado.

O segundo livro analisado, também escrito por Fonseca (2016) e de título “Química: Ensino Médio”, foi direcionado ao público que compõe o 2º ano do Ensino Médio. Assim como foi composto o livro do 1º Ano, ele também possui 5 unidades subdivididas em 11 capítulos e 368 páginas. No decorrer da análise de todo o conteúdo, foi possível notar que no livro do 2º ano a QV também foi abordada em todos os 11 (100%) capítulos.

Assim como também ocorreu no Livro 1, na subdivisão das unidades do Livro 2 é possível perceber a relação da QV nessa abordagem, assim como é possível verificar no Quadro 1:

Quadro 3. Subdivisão das unidades do Livro 2- Antigo Ensino Médio

Número da unidade	TÍTULO DA UNIDADE
1	Meteorologia e as variáveis do clima
2	Poluição da água
3	Poluição térmica
4	Corais
5	Lixo Eletrônico

Fonte: Do autor (2022)

Seguindo a mesma linha de construção, assim como foi feito com os dados coletados do Livro 1, no Livro 2, momento em que foi analisada a divisão dos capítulos, é possível visualizar de assunto relacionados à QV e também à Educação ambiental. Desse modo, no Quadro 4, podem ser notados os títulos de cada capítulo, possibilitando a associação que existe entre a QV e Educação Ambiental com o ensino de Química em cada um deles:

Quadro 4. Títulos dos capítulos do Livro 2- Antigo Ensino Médio

Número do capítulo	TÍTULO DO CAPÍTULO
1	Teoria cinética dos gases
2	Misturas gasosas
3	Cálculo estequiométrico
4	Estudo das soluções
5	Propriedades coligativas
6	Reações exortémicas e endotérmicas
7	Cinética química
8	Equilíbrios moleculares
9	Equilíbrios iônicos, pH e Kps
10	Pilhas e baterias
11	Eletrólise

Fonte: Do autor (2022)

Da mesma forma como Fonseca (2016) concebeu o livro do 1º Ano, assim percebe-se a mesma concepção em relação ao livro do 2º Ano (FONSECA, 2016). Essa afirmativa pode ser notada pelo fato de que a autora relacionou o ensino de Química à QV e à Educação Ambiental em um único volume, de modo a fazer com que os alunos possam fazer a relação da Química com o seu cotidiano no decorrer da sua formação no Ensino Médio, os levando a compreender também outros assuntos . Essa percepção pode ser verificada através do que pode ser visualizado no último volume do livro desenvolvido pela autora, sendo esse do 3º ano, que não tem toda a sua totalidade atribuída à assuntos de QV, de modo que nos faz acreditar que a autora compreende um certo entendimento e maturidade por parte dos alunos para compreender a Química e a relacionar com a realidade.

A abordagem feita pela autora pode ser visualizada nas notícias que ela manteve o cuidado de deixar estampada na primeira página de cada novo capítulo, fazendo com que seja possível analisar que o intuito é fazer o aluno compreender o que ele está estudando em teoria. Albergaria (2015) também fala sobre isso, corroborando com esse entendimento, ao destacar que é essencial para a aprendizagem efetiva do aluno a possibilidade de assimilar a teoria com a realidade, bem como os preparando para as transformações que ocorrem não somente no meio em que eles estão inseridos, mas também às mudanças que ocorrem nas conceituações químicas a partir de cada nova descoberta.

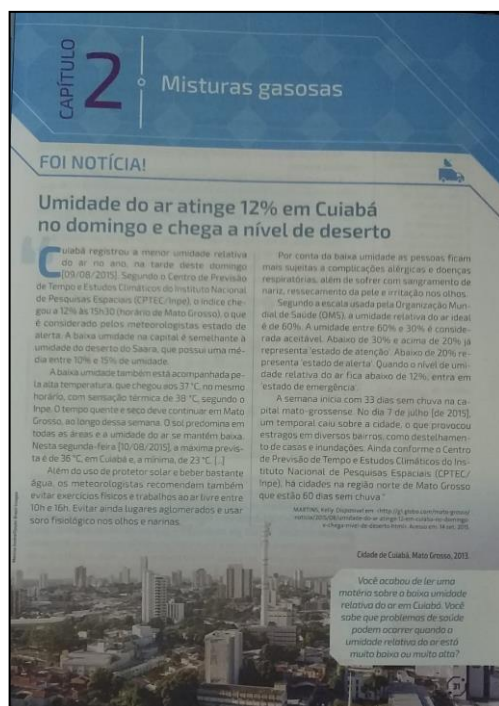
A visualização acerca da análise mencionada anteriormente pode ser visualizada nas Figura 3 e 4, extraídas do Livro 2 de Química de Fonseca (2016), referente ao 2º ano do Ensino Médio:

Figura 3. Notícia apresentada no Capítulo 1 do livro de Química- 2º Ano do Antigo Ensino Médio



Fonte: Fonseca (2016, p. 9)

Figura 4. Notícia apresentada no Capítulo 2 do livro de Química- 2º Ano do Antigo Ensino Médio



Fonte: Fonseca (2016, p. 31)

Esse tipo de abordagem é muito importante de ser feita pelo fato de que o ensino das ciências, de um modo geral, é fundamental para que a aprendizagem seja efetivada na mente em formação do estudante, que poderá se tornar um agente com plena capacidade de intervir no meio em que ele está inserido, através da identificação de problemáticas existentes e, por meio do conhecimento por ele obtido, apresentar soluções importantes para essas questões (ALMEIDA, *et. al*, 2018).

Muito além de fórmulas ou conceitos químicos, a disciplina de Química apresentada no Ensino Médio direciona os alunos a compreenderem a vida e, nesse mesmo entendimento, os leva a fazerem as melhores escolhas no seu cotidiano. Além disso e adentrando ao contexto de Química Verde e Educação Ambiental, o aluno desenvolve essa mentalidade ambiental e também a relação que a sua própria existência possui com outras matérias que compõem o meio em que ele está inserido.

As análises seguiram e, assim como nos livros do 1º e 2º ano (FONSECA, 2016), foi percebida a mesma forma de construção, de modo que foram feitas abordagens sobre a temática em que, no momento introdutório, se tem a apresentação de uma notícia, a fim de situar o aluno. O livro também possui 368 páginas totais, subdivididos em unidades e, posteriormente, em capítulos, totalizando 11, assim como os demais livros.

No Quadro 5 podem ser visualizadas as unidades que o livro foi dividido. Entretanto, é importante ressaltar que nem todas as unidades trataram sobre temáticas oriundas da Química Verde, como é o caso da Unidade 3 e a maior parte da Unidade 4, que utilizou o espaço de somente um capítulo para fazer essa abordagem:

Quadro 5. Subdivisão das unidades do Livro 3- Antigo Ensino Médio

Número da unidade	TÍTULO DA UNIDADE
1	Petróleo
2	Drogas lícitas e ilícitas
3	Consumismo
4	Alimentos e aditivos para alimentos
5	Atividade nuclear

Fonte: Do autor (2022)

Diferente dos outros dois livros analisados, no livro do 3º ano elaborado por Fonseca (2016), nem todos os capítulos fizeram referência à Química verde ou a Educação Ambiental.

Desse modo, no Quadro 6, é possível visualizar somente os capítulos que trataram sobre a temática da QV:

Quadro 6. Subdivisão dos capítulos do Livro 3- Antigo Ensino Médio

Número do capítulo	TÍTULO DO CAPÍTULO
1	Conceitos básicos e nomenclatura
2	Hidrocarbonetos
3	Petróleo, hulha e madeira
8	Polímeros sintéticos
9	Introdução à Bioquímica
10	Carboidratos e proteínas
11	Atividade nuclear

Fonte: Do autor (2022)

Os capítulos 4, 5, 6 e 7, respectivamente, trataram sobre Funções oxigenadas e nitrogenadas, Isomeria constitucional e estereoisomeria, Reações de substituição e Reações de adição e reações orgânicas. Nesses capítulos foi possível notar abordagens relacionadas ao corpo humano, como é o caso das reações do corpo humano à ingestão contínua de drogas lícitas e ilícitas, apresentadas no capítulo 4, dentre outras abordagens dessa mesma natureza., não possuindo assim relação com a Química Verde.

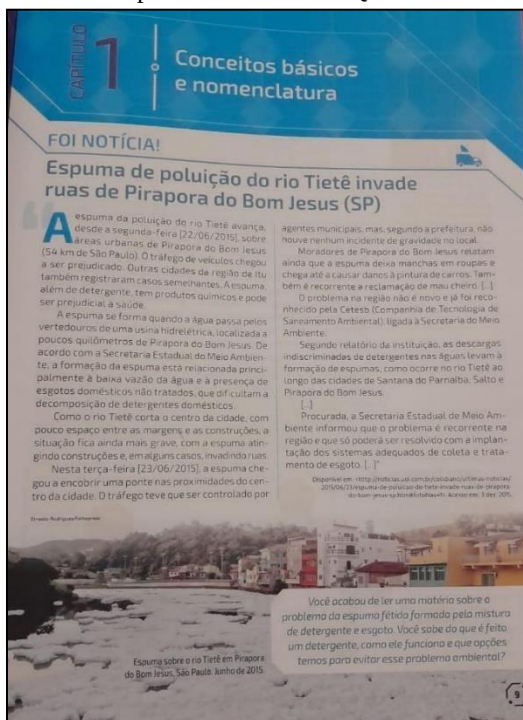
Leite e Lima (2015) demonstram no decorrer dos seus estudos que é muito importante o ensino da Química no Ensino Médio, fazendo a abordagem de conteúdos diversos, principalmente pelo que ela pode promover na mentalidade do aluno. Essa mesma compreensão vai ao encontro do que o Ministério da Educação (MEC) entende sobre o ensino de Química:

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. (Brasil. MEC, 1999, p. 31).

É por esse motivo que se torna compreensível a forma como Fonseca (2016) investiu nas imagens para representar a introdução de cada assunto, assim como tem sido apresentado no decorrer dessa construção e pode ser visualizado em cada figura demonstrada. Nesse mesmo

sentido, poderá ser visualizado nas figuras 5 e 6, extraídas do Livro do 3º ano do Ensino Médio e que exemplificam essa afirmativa:

Figura 5. Notícia apresentada no Capítulo 1 do livro de Química- 3º Ano do Antigo Ensino Médio



Fonte: Fonseca (2016, p. 9)

Figura 6. Notícia apresentada no Capítulo 2 do livro de Química- 3º Ano do Antigo Ensino Médio



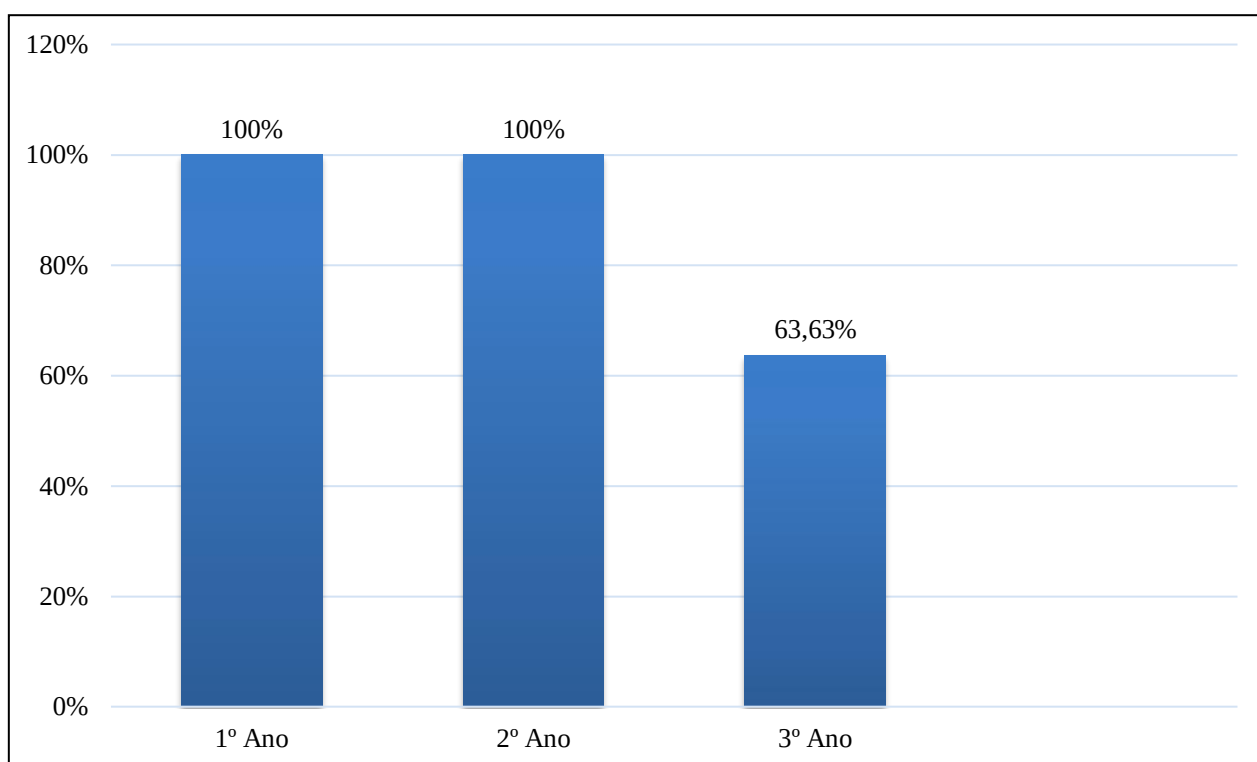
Fonte: Fonseca (2016, p. 35)

Após as análises das unidades e capítulos dos livros apresentados, foi feita uma mensuração sobre a frequência de aparição dos assuntos relacionados à QV e Educação Ambiental. Desse modo, foi possível perceber que os livros do 1º e 2º ano elaborados por Fonseca (2016) em todos (100%) os seus capítulos, que totalizam 11 em cada, apresentam assuntos relacionados à QV e somente o livro do 3º ano não apresenta em todos os capítulos, aparecendo somente em 7 (63,63%) deles.

No Gráfico 1 é possível notar, após todo esse processo processo de análise, os dados descritos:

Eixo x= Frequência de abordagem da Química Verde em livros do Antigo Ensino Médio

Gráfico 1. Eixo X.



Fonte: Do autor (2022)

Essa análise foi muito importante para que fosse possível notar que a QV está presente nas mais diversas situações cotidianas e isso foi possível de ser demonstrado aos alunos dentro de alguns contextos importantes. Essa percepção é corroborada pelo que Anjos (2019) alcançou através da suas análises sobre a QV na sua pesquisa, de modo que o autor afirma que assuntos relacionados a QV e a questão ambiental deve estar presente não somente em todos os conteúdos abordados na disciplina de Química, mas em todas as disciplinas em que permitirem ser encaixadas.

4.2. Análise dos livros do Novo Ensino Médio

Todos os livros do Novo Ensino Médio utilizados para contemplar essa análise possuem como título “Matéria, energia e vida”, mas possuem subtítulos distintos. É importante resaltar que os livros do novo Ensino Médio são classificados por macro áreas do conhecimento, em que a Química está presente no eixo de Área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. De maneira mais clara, é possível compreender que o livro do novo Ensino Médio não é dividido por capítulos, possibilitando ao professor a utilização de maneira flexível, em que ele poderá utilizar na ordem que esteja mais adequada ao Projeto Político Pedagógico da escola a ser ministrada as aulas.

Ciente dessas informações, foram feitas as análises. Assim, é importante destacar que todos os livros foram elaborados por Mortimer *et. al*, (2020). Percebeu-se ainda uma classificação por número de coleção, em que todos possuem 0181P221203, mas possuem códigos da obra distintos, com um número inicial igual: 0181P221203, acrescido de números finais diferentes. Esses números dos 6 livros, respectivamente, são: 133, 134, 135, 136, 137 e 138. Através dessa identificação, os livros foram denominados de acordo com o seu número final, como assim foram descritos anteriormente.

O primeiro livro (133), possui como título “Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: o universo, a Terra e a vida”, sendo composto 272 páginas e subdivisão em duas unidades, como é possível notar no Quadro 7:

Quadro 7. Subdivisão das unidades do Livro 133- Novo Ensino Médio

Número da unidade	TÍTULO DA UNIDADE
1	Cosmologia: dos primórdios da Astronomia à Lei da gravitação
2	A origem da vida

Fonte: Do autor (2022)

Já em relação aos seus capítulos, pode-se perceber que ele possui muitos menos capítulos do que os livros do Antigo Ensino Médio, totalizando somente 4. Apesar de fazer abordagem sobre alguns conteúdos químicos, como por exemplo “Gincana dos elementos químicos” (MORTIMER *et. al*, 2020, p. 101) e “De onde vem os elementos químicos” (MORTIMER *et. al*, 2020, p. 102), não se vê a relação com a QV, tampouco com a Educação Ambiental.

Esse resultado nos faz compreender que a Química Verde não alcançou tanto espaço nessa edição do livro. Entretanto, vê-se diversos capítulos destinados à assuntos relacionados à Biologia, uma subárea que trata sobre elementos importantes presentes na natureza, mas que também não relacionam diretamente aos princípios que podem ser visualizados na QV e que poderiam ser aproveitados para serem introduzidos.

Vale ressaltar que, assim como afirmam Sousa, Silva e Costa (2019), existe uma importante e potencial tendência de serem construídos espaços para uma ciência que vá ao encontro de caminhos que deem subsídio e fortalecimento para a sustentabilidade, tendo como objetivo principal o respeito aos componentes vivos, pensantes e não pensantes do meio ambiente, e essa ciência está ancorada na QV. É por isso que se enxerga a necessidade de ampliar esse tipo de abordagem, principalmente em turmas de Ensino Médio, visto que são alunos em estágio de formação de mentalidade.

O segundo livro analisado (134), é composto por 280 páginas e tem como título “Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: biodiversidade e sustentabilidade”. Assim como o primeiro livro, é subdividido em duas unidades, mas composto por cinco capítulos. No Quadro 8 nota-se as duas unidades:

Quadro 8. Subdivisão das unidades do Livro 134- Novo Ensino Médio

Número da unidade	TÍTULO DA UNIDADE
1	A evolução dos seres vivos
2	História da vida e da biodiversidade

Fonte: Do autor (2022)

Da mesma maneira como foi possível notar, em relação ao primeiro livro, não se tem uma expressão sobre a QV na sua construção. Entretanto, já é possível perceber um viés destinado ao ensino de Educação ambiental, principalmente no capítulo 5 do livro, que tem como título “Desafios para a sustentabilidade”. Apesar dessa abordagem, não se tem relações da QV. Essa afirmativa pode ser compreendida quando voltamos o nosso olhar ao conceito da Química Verde, descrito pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2010), como sendo um campo emergente cuja a sua finalidade está no desenvolvimento de ações científicas e/ou de processos industriais que tenham princípios ecológicos e os coloquem em prática da maneira correta.

O terceiro livro analisado (135), é composto por 288 páginas e tem como título “Matéria,

energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: materiais, luz e som: modelos e propriedades”. Diferente dos 2 primeiros livros analisados, esse terceiro livro possui subdivisão em três unidades, que são compostas por nove capítulos. No Quadro 9 nota-se as três unidades:

Quadro 9. Subdivisão das unidades do Livro 135- Novo Ensino Médio

Número da unidade	TÍTULO DA UNIDADE
1	Constituição e propriedades dos materiais
2	Ondas e propriedades ondultórias da matéria
3	Radiação e aplicações

Fonte: Do autor (2022)

Nesse livro já é possível perceber assuntos relacionados à Química Verde, direcionando assim para a Educação Ambiental, principalmente nas Unidades 1 e 3 que falam, respectivamente, sobre Constituição e propriedades dos materiais, e radiação e aplicações, totalizando 5 (55,6%) capítulos com essa abordagem. No Quadro 10 é possível visualizar os capítulos que possuem assuntos relacionados à essa temática:

Quadro 10. Subdivisão dos capítulos do Livro 135- Novo Ensino Médio

Número do capítulo	TÍTULO DO CAPÍTULO
1	A constituição dos materiais
2	As propriedades dos materiais
3	Modelos atômicos e propriedades dos materiais
8	Radioatividade e partículas elementares
9	Efeitos biológicos das radiações e suas aplicações

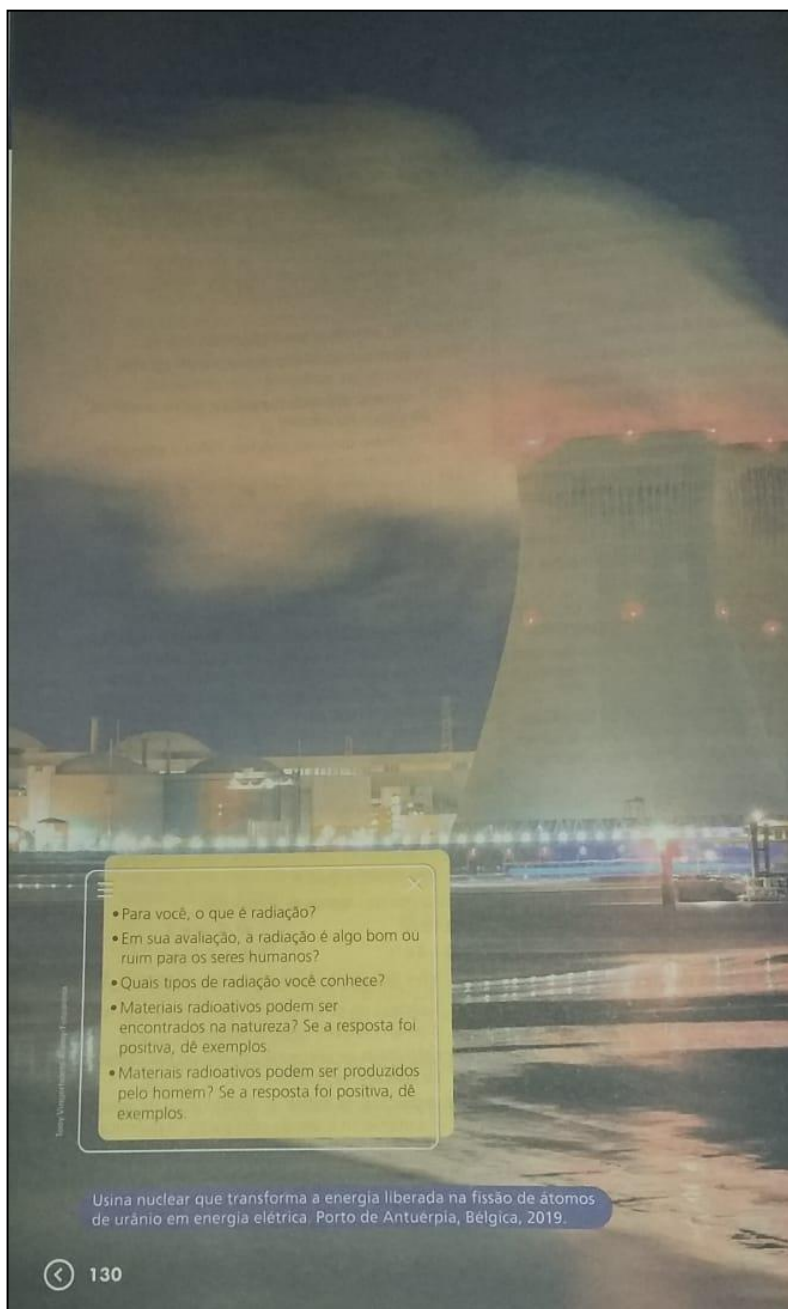
Fonte: Do autor (2022)

Esses assuntos estão relacionados aos 12 Princípios da Química Verde, que estão relacionados diretamente à forma como o homem deve prevenir a natureza, através da não formação de resíduos tóxicos, à eficiência atômica, ao desenvolvimento de metodologias sintéticas sem geração de toxicidade aos seres vivos, bem como ao desenvolvimento de produtos embasados em segurança. Além de todos esses pontos, têm os demais princípios que estão relacionados à alguns dos capítulos do Quadro 10, como “Solventes e Auxiliares Seguros,

Busca pela Eficiência de Energia, Uso de Fontes de Matéria-prima Renováveis, Evitar a Formação de Derivados, Catálise, Produtos Degradáveis, Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição, Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes”.

Nas Figuras 7 e 8 podem ser visualizadas as formas como Mortimer *et. al*, (2020) fez essas representações:

Figura 7. Imagem apresentada no Capítulo 3 do livro 135 de Química do Novo Ensino Médio



Fonte: Mortimer *et. al*, (2020, p.130)

Figura 8. Imagem apresentada no Capítulo 8 do livro 135 de Química do Novo Ensino Médio

As antipartículas

Duas grandes teorias físicas surgiram no início do século XX: a Física quântica e a Física relativística. Porém, os primeiros modelos quânticos não obedeciam aos princípios da teoria da relatividade. Em 1928, o físico inglês Paul Dirac (1902-1984) desenvolveu a primeira teoria que era compatível tanto com a Física quântica quanto com a relatividade. Ela fornecia subsídios para explicar a existência do *spin* dos elétrons e previa a existência das antipartículas. Cada partícula deveria ter a sua antipartícula, com a mesma massa e com carga elétrica de sinal oposto. Quando uma partícula colide com sua antipartícula, elas se aniquilam e emitem fótons gama (figura 8.19).

Vimos que o pósitron, que é a antipartícula do elétron, foi observado pela primeira vez pelo físico americano Carl David Anderson por meio da análise de fotografias das trajetórias em uma câmara de ionização. Hoje os pósitrons são usados em hospitais na técnica chamada Tomografia Computadorizada por Emissão de Pósitrons (PET-Scan).

O exame de imagem PET avalia o metabolismo de estruturas como osso, músculo, cérebro, pulmão e fígado, entre outros órgãos. Esse exame é especialmente usado nos casos de suspeita de metástases não diagnosticadas em outros exames de imagem e auxilia a distinguir os tumores benignos e malignos.

ARTICULAÇÃO DE IDEIAS

1. Diariamente a Terra é bombardeada por raios cósmicos, constituídos de partículas de alta energia. Esses raios podem causar danos à saúde humana e a outros seres vivos? Tripulantes da Estação Espacial Internacional estão mais ou menos suscetíveis a esses raios? Pesquise como as características da Terra (a atmosfera e o campo magnético terrestre) contribuem para atenuar a incidência dos raios cósmicos.
2. Se para cada partícula existe uma antipartícula, pesquise o motivo pelo qual aqui na Terra há muito mais partículas do que antipartículas.
3. Por que o equipamento de PET-Scan apresenta uma cavidade circular? Como essa característica contribui para a formação das imagens diagnósticas?
4. Elabore propostas de aplicação para antipartículas. Como a sua proposta contribui para a sociedade?

Figura 8.19 – Aniquilamento de antipartículas. Em (a), aniquilação de próton e antipróton e, em (b), aniquilação de elétron e pósitron (antipartícula do elétron). Os elementos não estão representados em proporção. Cores fantasia.

O Grande Colisor de Hádrons (LHC) e o Cern

Existem hoje no mundo alguns grandes laboratórios com aceleradores de partículas. Um deles é a Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, conhecido como Cern. Ele está instalado em Genebra, na Suíça, e possui seis aceleradores de partículas usados na pesquisa de física de altas energias. O mais importante deles é o LHC (*large hadron collider*, sigla em inglês para grande colisor de hádrons), que está localizado nos arredores de Genebra, constituído por um tubo a 100 m abaixo do solo, com 7 m de diâmetro, na forma de um anel com diâmetro de 27 km (figura 8.20).

Em 2012, pesquisadores de dois experimentos (Atlas e CMS) utilizaram o LHC para detectar pela primeira vez uma partícula compatível com o chamado bóson de Higgs. Essa partícula foi prevista, teoricamente, pelo físico escocês Peter Higgs (1929-) em 1964. Segundo a proposta de Higgs, ela seria a responsável pela origem da massa de todas as partículas elementares. Na época em que foi proposta, não havia aceleradores capazes de produzir partículas com energias correspondentes à faixa de detecção do bóson de Higgs. Porém, o desenvolvimento tecnológico e científico do LHC permitiu ampliar essa faixa, culminando na detecção citada.

A equipe científica do Cern é formada por pesquisadores de diversos países, inclusive do Brasil.

Figura 8.20 – Vista panorâmica da região onde se situa o LHC em Genebra (a) e sua tubulação interna (b).

142 Capítulo 8

Fonte: Mortimer *et. al*, (2020, p.148)

As apresentações de conteúdos que podem ser visualizados na construção do livro didático utilizado para contemplar as diretrizes do Novo Ensino Médio são condizentes com o que as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCM) estabelecem como prioridade ao ensino, que é o desenvolvimento de princípios cidadãos que possam estabelecer compromissos direto com a cidadania não somente individual, mas dentro de uma percepção global, assim como para uma preservação que contemple uma esfera global também (BRASIL, 2006).

Esse entendimento pode ser também notado na disposição da Figura 7, que representa uma usina nuclear no Porto de Antuérpia, na Bélgica, mostrando a forma como a radiação é

liberada e transforma as energias, bem como na Figura 8, que demonstra em Genebra a vista panorâmica do LHC, como a sua visão interna. Diante dessa constatação, vê-se que as questões relacionadas ao meio ambiente não podem ser tratadas de maneira isolada e é essencial que todos possam desenvolver conhecimento sobre o que acontece em escala global.

Por meio dessas análises, tem sido possível notar a importância da QV e a forma como ela aparece, mesmo que indiretamente, em diversos conteúdos do Ensino Médio, de modo que traz ainda mais segurança ao que se compreende por essa ciência. Essa é uma realidade evidente no ensino e, por meio da análise no livro 136, foi possível ter melhor essa visualização, visto que ele apresenta diretamente a aplicação da QV nesse nível de ensino.

Antes de fazer essa apresentação, é importante destacar que o livro analisado tem como título “Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: materiais e energia: transformações e conservação”. Ele também é composto por 280 páginas e subdividido em 3 unidades, compostas por 8 capítulos.

No Quadro 11 podemos visualizar a divisão das unidades, bem como os seus respectivos títulos:

Quadro 11. Subdivisão das unidades do Livro 136- Novo Ensino Médio

Número da unidade	TÍTULO DA UNIDADE
1	Transformações dos materiais
2	Ligações químicas e interações intermoleculares
3	Energia

Fonte: Do autor (2022)

De início, ainda na primeira unidade, é possível visualizar elementos que compõem a Química Verde no que se refere somente a conceituação e aplicações da QV. Entretanto, nessa mesma unidade, tem-se um capítulo falando diretamente sobre a QV. Essas informações podem ser visualizadas no Quadro 12:

Quadro 12. Subdivisão dos capítulos do Livro 136- Novo Ensino Médio

Número do capítulo	TÍTULO DO CAPÍTULO
1	Introdução às transformações químicas
2	A massa muda? Conservação da matéria

3	Evitando desperdício nas reações de Química Verde
4	Ligações químicas e interações sobre átomos
5	Interações intermoleculares
6	Calor, temperatura e propriedades térmicas dos materiais
7	Leis da termodinâmica e máquinas térmicas
8	Armazenando energia elétrica

Fonte: Do autor (2022)

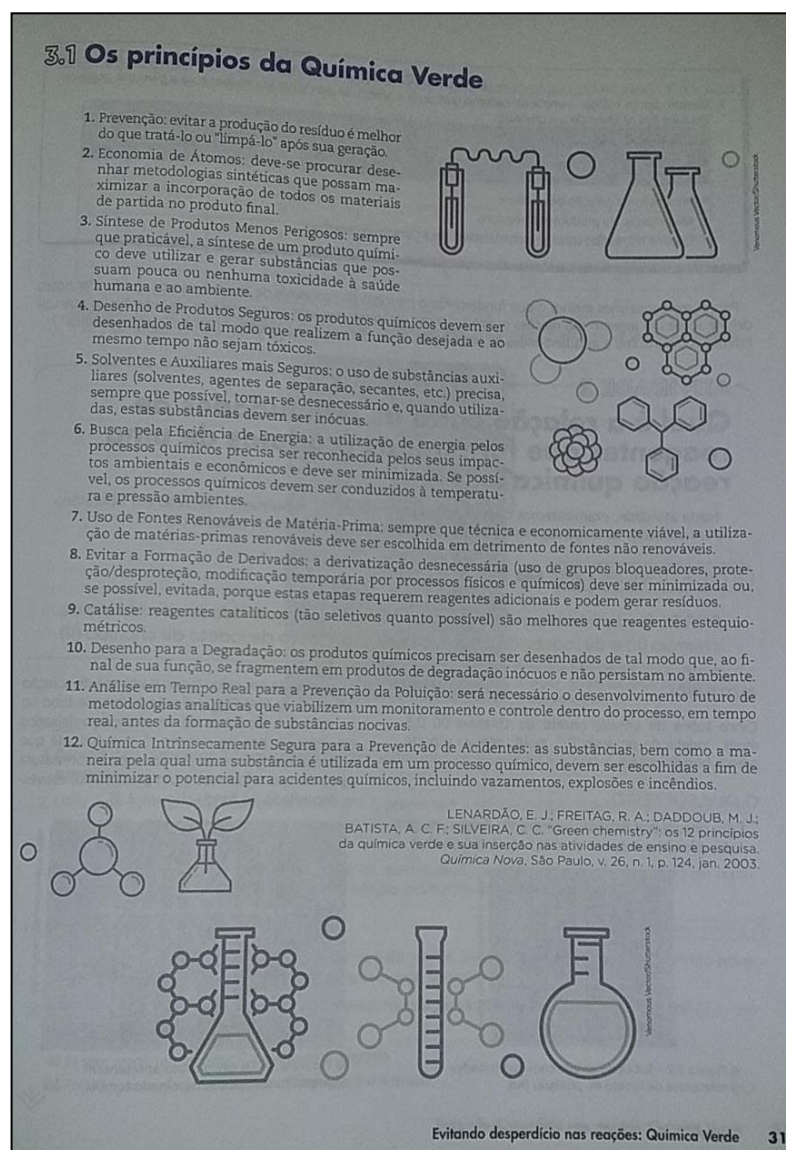
Os dados coletados no referido livro direcionou ao entendimento de que, apesar de se tratar de um livro de uma macroárea, ele é totalmente voltado ao ensino da disciplina de Química, com foco principal na Química Verde e suas aplicações. Essa afirmativa pode ser visualizada em todos os seus capítulos e pode ser visualizados nos exemplos das figuras 9 e 10.

Figura 9. Imagem apresentada no Capítulo 1 do livro 136 de Química do Novo Ensino Médio



Fonte: Mortimer *et. al*, (2020, p.10)

Figura 10. Imagem apresentada no Capítulo 3 do livro 136 de Química do Novo Ensino Médio



Fonte: Mortimer *et. al*, (2020, p.31)

Levando em consideração o que Lenardão *et. al*, (2003) considera sobre a QV, é possível compreender que a sua abordagem direta em livros didáticos, assim como ocorreu na apresentação do livro 136, corrobora para o alcance dos objetivos da sua criação. Isso pode ser compreendido através da forma como a QV pode direcionar pessoas a inovarem, desenvolverem e aplicarem substâncias a fim de que sejam reduzidos impactos no meio ambiente. Essa importância é ainda mais evidente quando é compreendido que a Química está presente em todo o nosso cotidiano e faz parte de processos muito importantes de manutenção da vida humana.

É nesse mesmo sentido que podemos notar a importância de uma boa estruturação de um livro didático, principalmente de áreas de exatas, como é o caso da disciplina de Química. Pois, o livro auxilia no processo de entendimento, bem como de visualização de pontos

importantes que contemplam a teoria de tudo o que está sendo apresentado ao aluno (SOARES, 2017).

Seguindo pela análise dos livros, mais precisamente o que denominamos de 137, recebeu o título de “Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: materiais e energia: desafios contemporâneos das juventudes”. Ele é um pouco maior em quantidade de páginas do que os outros 4 analisados, possuindo 272 páginas. O livro possui 3 unidades e 7 capítulos. Apesar de trazer uma ampla abordagem sobre a Química, como o seu próprio título revela, os conteúdos específicos são direcionados, principalmente, ao corpo humano e as implicações na juventude.

No Quadro 13 é possível notar as divisões das unidades, tendo em vista a apresentação dos seus títulos para a compreensão sobre o que trata cada unidade:

Quadro 13. Subdivisão das unidades do Livro 137- Novo Ensino Médio

Número da unidade	TÍTULO DA UNIDADE
1	Drogas, cigarro e bebidas alcóolicas: uma perspectiva interdisciplinar.
2	Corpo, saúde e nutrição.
3	Adolescência: anos de grandes mudanças

Fonte: Do autor (2022)

Através desses títulos, é possível perceber que a Química apresentada nesse decorrer foi relacionada aos conteúdos biológicos que direcionam também à formação cidadã do aluno. É importante destacar que cada eixo de conteúdo apresentado nos livros didáticos são importantes e, em conjunto, buscam alcançar o objetivo que o ensino da disciplina de Química e as demais disciplinas da macroárea de ciências da natureza e suas tecnologias possuem, que é:

Fazer uso dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas. Aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida (BRASIL, 2000, p.12-13).

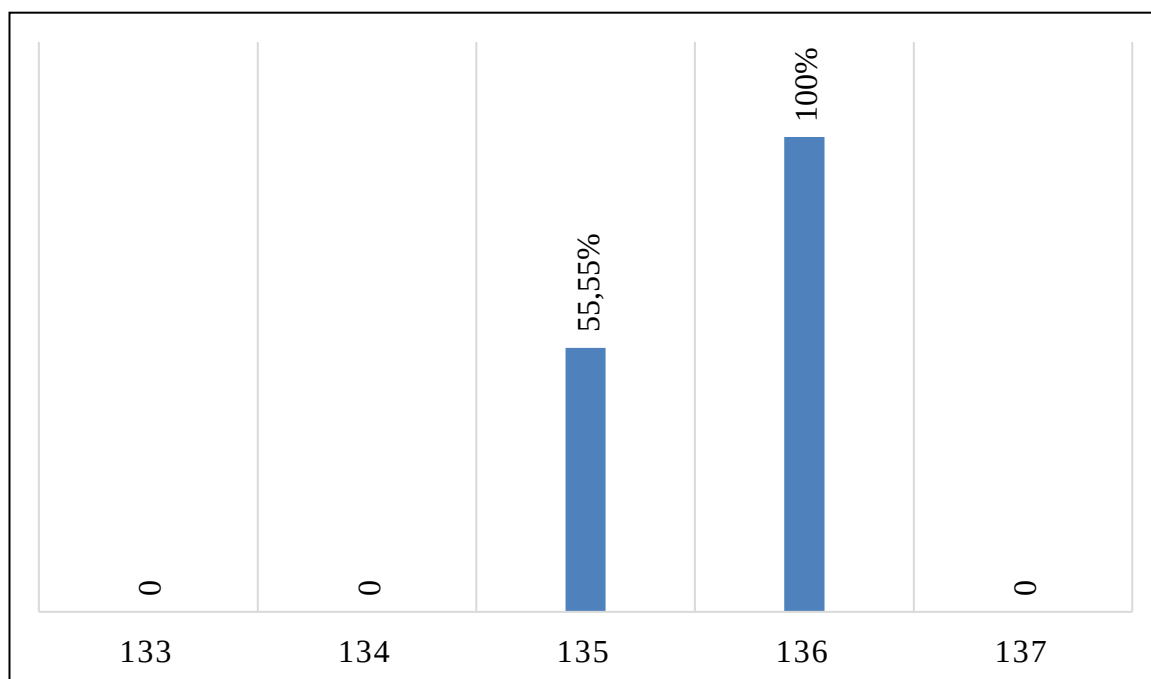
Após todo o processo de análises das unidades e capítulos dos livros apresentados, assim como ocorreu com os livros do Antigo Ensino Médio, foi feita uma mensuração sobre a frequência de aparição dos assuntos relacionados à QV e Educação Ambiental. Desse modo, foi possível perceber que os livros 133, 134 e 137 de Mortimer *et. al*, (2020) não apresentaram

nenhum conteúdo relacionado à QV. Assim, entende-se que somente 2 livros, sendo eles os 136 e 137 apresentaram, respectivamente, 5 (55,6%) capítulos sobre a QV e 8 (100%) direcionados a essa temática:

No Gráfico 2 é possível notar os dados descritos:

Eixo Y= Frequência de abordagem da Química Verde em livros do Novo Ensino Médio.

Gráfico 2. Eixo Y



Fonte: Do autor (2022)

Essas análises realizadas, tanto de livros do antigo Ensino Médio como do novo Ensino Médio direcionam ao entendimento de que existem diferenças entre a forma como a QV é abordada nos instrumentos didáticos, bem como na frequência em que elas aparecem. Isso pode ser verificado ao ser feito um comparativo entre os Gráficos 1 e 2, visto que no Gráfico 1, relacionado aos livros do antigo Ensino Médio, demonstra que, ainda que apareça com menor frequência no livro do 3º ano, a QV é amplamente trabalhada, o que ocorreu somente em um livro do novo Ensino Médio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo o processo que envolveu a análise e discussão dos dados fez com que fosse compreendido que a Educação Ambiental é trabalhada de maneira transversal e pode ser amplamente discutida dentro do contexto da Química Verde. Além disso, podemos compreender que existe uma potencial importância da Educação Ambiental no Ensino de Química, principalmente no que se refere ao conhecimento que o aluno deve ter sobre o meio no qual ele está inserido.

As análises dos livros didáticos de Química do Antigo e Novo Ensino Médio ainda fizeram com que fosse possível perceber diferenças entre o tratamento da Química Verde nos dois livros, visto que Fonseca (2016), autora do livro do antigo Ensino Médio, demonstrou uma preocupação em sempre trabalhar a QV e ainda situar os alunos através de notícias atuais e de fácil relação com a realidade. Esse entendimento não pode anular a frequência em que a QV foi tratada em livros do Novo Ensino Médio. Entretanto, é notória que a preocupação em abordar essa temática nesses livros foi menor, visto que os dados demonstram claramente essa redução de abordagem.

Mesmo tendo conhecimento de que a Química é uma disciplina transversal e trabalha com diversas áreas do conhecimento, é importante destacar a importância de trabalhar a QV, assim como Fonseca demonstrou, haja vista que o entendimento possibilitado por ela pode proporcionar ao aluno uma amplitude de conhecimento que permeia por todas as demais áreas, principalmente pelo fato de ela direcionar o homem à tomada de decisões corretas tanto para com o meio ambiente como para com ele mesmo.

Além dessas questões, foi possível perceber que a forma como Fonseca (2016) e Mortimer *et. al* (2020) abordaram a QV dentro de um contexto bem atual, traz a realidade de que ela está presente desde as coisas mais simples do cotidiano até as mais complexas, o que possibilita ao aluno muito mais do que sensibilização no que se refere às causas ambientais, mas também promove mudanças importantes no comportamento dele.

Diante de todo o exposto, foi possível perceber através dos resultados dessa pesquisa que a QV tem ganhado espaços em algumas obras, mas que a atualização dos livros do novo Ensino Médio não abriu tanto espaço para ela. Entretanto, concluiu-se que é essencial que a QV seja melhor trabalhada no Ensino Médio, principalmente por ser o período de formação do senso crítico do aluno, direcionando-o a uma educação ambiental crítica, reflexiva e embasada em princípios que podem possibilitar melhoramento da qualidade de vida humana e prolongamento dos recursos naturais disponíveis.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Q.A.R.; *et. al*, Oficina temática de experimentos em química: Repensando o ensino de química de forma sustentável. **Revista Extensão e Cidadania**. v.5. n. 9 e n.10, jan/jun. e jul./dez. 2018.

ANASTAS, P.T.; WARNER, J. **Green Chemistry: Theory and Practice**; Oxford University Press: Oxford, 1998.

ANJOS, F. E. **A abordagem de conceitos da Química Verde no ensino de Química no Instituto Federal de Santa Catarina- Campus São José**. 2019. Trabalho de conclusão de Curso (Especialista em Educação Ambiental). Instituto Federal de Santa Catarina. São José-SC. 2019.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006a.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio [PCNS]** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 2000.

_____. **Decreto-lei Nº 91.542, de 18 de agosto de 1985**. Institui o Programa Nacional do Livro Didático, dispõe sobre sua execução e dá outras providências. Diário Oficial da União, 20 ago. 1985.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS; **Química Verde no Brasil 2010-2030**, CGEE: Brasília, 2010.

FARIA, D. S. **Análise e proposta de temas ambientais para o ensino de química no nível médio**. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Formação Educacional, Científica e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E.; GAMA, E. J. S. História em quadrinhos para o ensino de química: contribuições a partir da leitura de licenciandos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, 2017.

FONSECA, M. R. **Química: Ensino Médio** / Martha Reis. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

LEITE, L. G.; LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Rev. Bras. Estud. Pedagog.** 96 (243) • May-Aug 2015 • <https://doi.org/10.1590/S2176-6681/340312848>.

LEITE, M. B.; SOARES, M. H. F. B. Cálculos Químicos nos Capítulos de Solução e Estequiometria em Livros Didáticos de Química Aprovados pelo PNLD/2012/2015. **Educação Química em Punto de Vista**, v. 2, n. 1, p. 41-60, 2018.

LIMA, José Ossian Gadelha de. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**. Maringá. v. 12, n. 140, Janeiro, 2013.

LUCKESI, C. C. **Considerações gerais sobre avaliação no cotidiano escolar**. IP – Impressão Pedagógica. 2004.

MORTIMER, E. *Et. al*, **Matéria, Energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: o universo, a Terra e a vida**. 1. ed.São Paulo: Scipione, 2020.

_____. **Matéria, Energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: biodiversidade e sustentabilidade**. 1. ed.São Paulo: Scipione, 2020.

_____. **Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: materiais, luz e som: modelos e propriedades**. 1. ed.São Paulo: Scipione, 2020.

_____. **Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: materiais e energia: transformações e conservação**. 1. ed.São Paulo: Scipione, 2020.

_____. **Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: materiais e energia: desafios contemporâneos das juventudes**. 1. ed.São Paulo: Scipione, 2020.

MACHADO, A. A. S. C. Dos primeiros aos segundos doze princípios da Química Verde. **Química Nova**, Vol. 35, No. 6, 1250-1259, 2012.

NASCIMENTO JÚNIOR, J. I. *et al*. A abordagem da educação ambiental nos livros didáticos de química do ensino médio. In: III CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2016, Natal. **Anais do III Congresso Nacional de Educação - CONEDU**. Campina Grande: Realize, 2016.

ROCHA, C. J. T. da; FARIAS, S. A. de. A importância do livro didático na integralização e aulas de Química em escola pública. **EDUCA - Revista Multidisciplinar em Educação**, [S. l.], v. 7, n. 17, p. 1547–1560, 2020. DOI: 10.26568/2359-2087.2020.4947.

SOUSA, A. C.; SILVA, C. E.; COSTA, T. T. Ações de extensão no ensino médio: química verde e desenvolvimento sustentável. **Revista Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 6, p. 6834-6844, junho, 2019.

KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba, PR: Intersaberes, 2014.