



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

IAN LENO DOS SANTOS NASCIMENTO

**NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA: uma análise dos
livros didáticos de Química de Martha Reis**

**COCAL
2025**

IAN LENO DOS SANTOS NASCIMENTO

NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA: uma análise dos
livros didáticos de Química de Martha Reis

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Cocal.

Orientadora: Prof. Ma. Natália da Silva Ferreira

COCAL

2025

NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA: uma análise dos livros didáticos de química de Martha Reis

Ian Ieno dos Santos Nascimento¹
Prof. Ma. Natália da Silva Ferreira²

RESUMO

A Nanotecnologia é definida como o estudo e manipulação de materiais em escala nanométrica (1 bilionésimo de metro), com aplicações em diversas áreas como saúde, tecnologia, energia, construção civil e educação. Historicamente, os principais nomes ligados ao desenvolvimento dessa ciência são Richard Feynman (que propôs a ideia em 1959), Norio Taniguchi (que cunhou o termo “nanotecnologia” em 1974), e Eric Drexler (que popularizou a nanotecnologia molecular). O trabalho destaca que, apesar de sua importância e presença em nosso cotidiano, a nanotecnologia ainda é pouco explorada nas escolas. Uma das razões é a escassez de conteúdos nos livros didáticos e a ausência de um detalhamento claro na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). No entanto, a BNCC reconhece a nanotecnologia como parte das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, cabendo ao professor incluí-la como conteúdo interdisciplinar nas aulas. A nanotecnologia tem forte ligação com a Química, sendo usada, por exemplo, na fabricação de cosméticos, materiais esportivos, medicamentos e na melhoria de materiais de construção. Ela também é útil em diagnósticos médicos, como na identificação de tumores por nanopartículas em exames de imagem. Na educação, seu ensino pode motivar os alunos e contribuir para a construção do conhecimento científico, além de aproximar os conteúdos escolares da realidade. Atividades práticas e contextualizadas são sugeridas como ferramentas eficazes para o ensino de nanotecnologia. Este trabalho tem como objetivo analisar como os conceitos de Nanociência e Nanotecnologia podem ser abordados no ensino de Química no Ensino Médio, a partir da análise de livros didáticos, metodologia da pesquisa é exploratória e qualitativa, com base em revisões bibliográficas, permitindo uma análise crítica de como esses estudos podem ser inseridos no ensino e despertar o interesse dos alunos para a ciência e tecnologia, além de apoiar a formação de cidadãos críticos e preparados para os desafios da sociedade moderna.

Palavras-chave: nanociência; nanotecnologia; ensino; química.

ABSTRACT

Nanotechnology is defined as the study and manipulation of materials on a nanometric scale (one billionth of a meter), with applications in diverse areas such as health, technology, energy, civil construction, and education. Historically, the main names linked to the development of this science are Richard Feynman (who proposed the idea in 1959), Norio Taniguchi (who coined the term "nanotechnology" in 1974), and Eric Drexler (who popularized molecular nanotechnology). This work highlights that, despite its importance and presence in our daily lives,

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Ianleno123@gmail.com

² Mestra em Química, Universidade Federal do Piauí. lattes.cnpq.br/2872590766374406

nanotechnology is still little explored in schools. One of the reasons is the scarcity of content in textbooks and the absence of clear detail in the National Common Curriculum Base (BNCC). However, the BNCC recognizes nanotechnology as part of the Natural Sciences and their Technologies, and it is up to the teacher to include it as interdisciplinary content in classes. Nanotechnology has a strong connection with Chemistry, being used, for example, in the manufacture of cosmetics, sporting goods, medicines, and in the improvement of construction materials. Nanotechnology is also useful in medical diagnoses, such as identifying tumors through nanoparticles in imaging exams. In education, its teaching can motivate students and contribute to the construction of scientific knowledge, as well as bring school content closer to reality. Practical and contextualized activities are suggested as effective tools for teaching nanotechnology. This work aims to analyze how the concepts of Nanoscience and Nanotechnology can be addressed in the teaching of Chemistry in High School, based on the analysis of textbooks. The research methodology is exploratory and qualitative, based on bibliographic reviews, allowing a critical analysis of how these studies can be incorporated into teaching and awaken students' interest in science and technology, in addition to supporting the formation of critical citizens prepared for the challenges of modern society.

Keywords: nanoscience; nanotechnology; teaching; chemistry.

Data de aprovação: 06/08/2025

1 INTRODUÇÃO

No Brasil está estabelecida em uma portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação diz que “A Nanotecnologia é um campo científico-tecnológico transversal, e evasivo, dedicada à compreensão, controle e utilização das propriedades da matéria na nanoescala ($1,0 \times 10^{-9} \text{m}$, que equivale a 1 bilionésimo de metro)” (Brasília, 2019). A Nanotecnologia é a habilidade de manipular átomos e moléculas individualmente para produzir materiais nano estruturados e micro- objetos com aplicações no mundo real (Bastos, 2006). Em dezembro de 1959, o cientista americano Richard Feynman expôs em um evento a concepção da Nanociência e Nanotecnologia (N&N) e ficou popularmente conhecido como seu criador, mas somente no ano de 1974 que o professor Norio Taniguchi da Universidade de Tokio, realizou investigações em semicondutores aplicando técnicas da Nanotecnologia em suas pesquisas (Marques, 2014). Com um pensamento muito parecido com o de Feynman, o físico Jack Kilby em 1958, inventor do circuito elétrico integrado, começou seus estudos utilizando a Nanotecnologia. Em 1956, outro cientista Arthur Von Hippel, publicou o artigo intitulado “Molecular Engineering” (Engenharia Molecular), onde a

ideia da construção de materiais a partir de átomos e moléculas foi discutida pela primeira vez (Tonet; Leonel, 2019).

A nanociência, por sua vez, deve ser incluída nesta temática pois ela é a base de uma grande parte das tecnologias que existem hoje. Para isto, no ensino médio, existe o bloco das ciências da natureza, no qual envolve as disciplinas de Física, Química e Biologia, o que proporciona os fundamentos desta área Nanotecnologia. A Química, especificamente, é uma ciência que oferece ferramentas conceituais capaz de compreender, manipular e aplicar materiais de diferentes escalas, incluindo a nanométrica. O que pode torná-la como uma ferramenta que transporta uma parte do conhecimento sobre nanotecnologia para àqueles que a aprendem.

A Mas qual é a relação de conteúdos entre a química e a nanociência? A base da química, em si, envolve conceitos como estrutura e reatividade de substâncias, propriedades físico-químicas dos materiais, os princípios da termodinâmica, a síntese e aplicações da matéria. Então, partindo do pressuposto que estes conceitos também formam a base dos nanomateriais, surge um diálogo entre a química e a nanotecnologia que pode ser aplicada no ensino de química, inclusive no nível médio do ensino regular. Com isto, pode-se observar a possibilidade de o tema Nanotecnologia ser integrado no ensino médio regular, atendendo assim a exigência do currículo nacional.

Diante da realidade escolar brasileira e dos recursos disponíveis, os livros didáticos (LDs), como os da Martha Reis (2016) exercem as funções de organizar e aplicar os conteúdos em sala de aula, auxiliar no estudo individual, entre outros. Diante do panorama da Química e suas tecnologias, os LDs do ensino médio abordam os conteúdos como estrutura atômica, ligações químicas, propriedades dos materiais, reações químicas, termoquímica, polímeros e biotecnologia, entre outros.

No entanto, o tema nanomateriais, nanotecnologia, nanociência ou adjacentes não são tratados diretamente em capítulos, em tópicos ou subtópicos. Portanto, para tratar do assunto, é preciso utilizar a intervenção do docente a partir da contextualização capaz de promover o ensino de temas contemporâneos como a nanotecnologia a partir dos conhecimentos estruturantes da Química.

2 O QUE É A NANOTECNOLOGIA?

É o estudo e entendimento do controle e manipulação de materiais em escala nanométrica, trabalhando diretamente com átomos e moléculas. Para Castro et al. (2019) a Nanotecnologia é abordada em vários conteúdos de diversos temas. Serão exemplificadas algumas usabilidades desta ciência em vários aspectos na educação e sua importância para o aprendizado no ensino médio.

Tendo em vista o grande interesse de estudante de diversos níveis de escolaridade em diversos temas como questões científica, tecnológica, social e ambiental, que muito podem contribuir para o desenvolvimento de conceitos químicos e para a construção do cidadão, mantendo a percepção de que a Nanotecnologia está alinhada com conhecimentos em química (Rebello, et al. (2012).

OS PERCUSSORES DA NANOTECNOLOGIA: RICHARD FEYNMAN, NÓRIO TANIGUCHI E ERIC DREXLER

O físico Richard Feynman, é reconhecido por sua palestra visionária em 1959, "Há muito espaço lá embaixo", onde descreveu a possibilidade de manipular átomos e moléculas para construir materiais e dispositivos em escala nanométrica. Essa palestra foi considerada o ponto de partida para o desenvolvimento da nanotecnologia como a conhecemos hoje (Emanuella e Elyza, 2021).

O engenheiro japonês Nório Taniguchi, ficou amplamente reconhecido por ter fixado o termo "nanotecnologia" em 1974. Ele definiu essa área como os processos de separação, consolidação e deformação de materiais controlados à escala de um átomo ou uma molécula, com precisão da ordem de nanômetros (Koga, 2023).

Um Terceiro autor muito mencionado em diversos artigos é Kim Eric Drexler, um cientista e engenheiro norte-americano amplamente reconhecido como o pai da Nanotecnologia Molecular. Ele foi o primeiro a desenvolver e popularizar a ideia de construção de objetos átomos por átomo — um conceito que se tornou central na nanotecnologia moderna e por explorar suas aplicações potenciais, incluindo a ideia de máquinas moleculares capazes de manipular átomos (Gomes, 2023).

NANOTECNOLOGIA E A QUÍMICA

Um maior envolvimento da Nanotecnologia na Química está na sua utilização na produção de cosméticos, onde há uma grande manipulação de diferentes substâncias em escala manométrica. Araújo et al., 2019, afirmam que grandes empresas de cosméticos utilizam esta tecnologia para a criação de novos produtos de beleza para diferentes usos, levando em consideração as tonalidades, o período do dia e as regiões a serem aplicadas. Todo esse procedimento é minuciosamente calculado usando a Nanotecnologia para terem os melhores resultados.

Atualmente, diferentes recursos educacionais vêm sendo utilizados na abordagem de vários assuntos na disciplina de Química, sendo uma delas as aulas online, na qual são usadas vastas plataformas para realização desse momento. A Nanotecnologia também pode ser incluída nesse atual contexto, mesmo entendendo que grande parte dos conteúdos de Química precisam de aulas práticas (Santos, 2021).

Cabe ressaltar aos alunos que o uso da Nanotecnologia em diversas áreas tem seu alto grau de complexidade. Tudo isso devido a constante procura por tecnologia rápida e inovadora. Na Química essa atenção se torna extremamente complexa por conta do uso de diversos componentes nanometricamente precisos. Toda essa reflexão deve ser transferida de forma complementar para melhorar o aprendizado dos mesmos (Pyrro; Scharmam, 2012).

Segundo Wilson (2018), nanopartículas também podem ser utilizadas para aumentar a resistência mecânica de alguns materiais, como é o caso de hélices de turbinas eólicas, as quais podem ser revestidas com nanopartículas, gerando maior rigidez, durabilidade e diminuição do peso das hélices. Muitos materiais esportivos também utilizam nanoestruturas que proporcionam mais leveza e resistência, como por exemplo, raquetes de tênis e pranchas de surf.

Para Silva e Santos (2015), a Nanotecnologia é um assunto novo e requer uma grande pesquisa em diversos pontos teóricos e de aplicação. As futuras gerações de professores devem destinar um momento para aperfeiçoamento de seus conhecimentos utilizando também esta ciência como tema de estudo. Tendo em vista a grande transformação tecnológica e industrial, em sua grande parte envolvendo a Química, se faz necessário o grande uso de instrumentos de ensino e aprendizagem.

NANOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

As atenções se voltaram a este tema em 2006 quando o tópico é apontado nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, na área de Ciências Naturais e Matemáticas como sugestão de tema importante para ser abordado em sala de aula. Sendo assim, é evidente que, por possuir um aspecto sociocientífico e cultural, o tema Nanotecnologia, é extremamente importante para a sociedade e deveria ser discutido nas instituições de ensino (Tonet e Leonel, 2019). Assim sendo, esta metodologia torna-se fundamental, visto que orienta o professor em relação ao que já é conhecido e informa acerca de temas e problemas pouco abordados, servindo, assim, como fonte de inspiração para novas investigações.

NANOTECNOLOGIA E OS LIVROS DIDÁTICOS (LDS)

Um dos instrumentos mais utilizados nas dentro e fora das escolas são os Livros Didáticos. Para Finelli (2022), os livros auxiliam no processo de ensino aprendizagem, oferecendo um guia estruturado de conteúdos, atividades e recursos que contribuem para o desenvolvimento de habilidades e competências.

Em diversos temas proposto em sala de aula, o Livro Didáticos antecede a discussão trazendo uma abordagem mais detalhada sobre o assunto deixando ao docente a exemplificação dos conteúdos de forma mais prática proporcionando uma maior interação entre os alunos (Finelli, 2022).

No Brasil, a utilização dos Livros Didáticos iniciou-se em 1929, com a criação do Instituto Nacional do Livro Didático (INLD) com o propósito de supervisionar as políticas de criação e utilização do Livro Didático, onde contribuiu para a autenticação do material como ferramenta pedagógica (Marcondes; Silva, 2022).

APLICAÇÕES DA NANOTECNOLOGIA

Um dos usos da Nanotecnologia é medicina, mais precisamente na nanociência que se compreende como um dos ramos que derivam desta tecnologia, onde se tem o objetivo de diagnosticar, curar e prevenir doenças com maior eficácia e rapidez, sempre se aliando a elementos manométricos. Um tema altamente abordado na formação de profissionais de saúde (Schultz, et al., 2018).

Segundo Leopoldo e Vechio (2020), a Nanotecnologia também contribui na criação de nano partículas (“nanoímãs” atóxicos) que, ao serem inseridas nos

pacientes, se alojam ao redor da anomalia, dando contraste nas imagens de ressonância magnética, facilitando a localização e a visualização dos minúsculos tumores, uma vez que as imagens de ressonância magnética não se tornam tão ágil na identificação destes.

A nanotecnologia é muito utilizada também na informática, tendo como exemplo o desenvolvimento de telas OLED, películas antirreflexo e telas de celulares, além de auxiliar no desenvolvimento de processadores com mais componentes tecnológicos interligados no mesmo espaço físico, gerando mais potência no processamento computacional (Leopoldo; Vecchio, 2020).

NANOTECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DINÂMICAS

Sampaio (2017), afirma que há uma grande desmotivação nas aulas de Química por parte dos alunos, fazendo com que os professores busquem formas de inovar na sala de aula, sugerindo aulas mais contextualizadas, práticas laboratoriais e modelos moleculares, para tornar o ensino de ciências sempre atrativo e participativo.

Mesmo sabendo que em diversas instituições de ensino ocorre uma decadência de materiais experimentais, assim, uma alternativa seria o docente realizar uma aula prática explicando o uso da nanotecnologia com materiais utilizados no dia a dia como metodologia alternativa e inclusão (Toyama, 2021).

Ainda com esse pensamento, Sampaio (2017) apresenta uma ideia onde, em entrevista a professores do ensino de Química, percebe que a concepção de muitos educadores é de que o aluno aprende melhor tanto quando ele consegue fazer uma conexão entre os conceitos aprendidos com conteúdo químico em situações da vida cotidiana, como o conceito de fases da matéria e as atividades feitas na cozinha de suas residências percebendo uma correlação entre esses contextos.

NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NA GERAÇÃO DE ENERGIA

Os estudos utilizando a nanociência e nanotecnologia têm tido desenvolvimento muito importantes na reutilização de matérias orgânicas para a produção de energia, como é o caso do trabalho desenvolvido pelo Dr. Mathias Strauss, pesquisador do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) do Centro

Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) que contribuiu com o desenvolvimento de materiais de carbono nanoestruturados a partir de fontes renováveis para aplicação de energia e descontaminação de água e ar (Bellucci et al., 2021).

NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A expansão na Nanociência tem alcançado diversos setores da sociedade aplicando-se aos poucos em diferentes materiais já conhecidos como os cimentos utilizados vastamente em construções em todo o mundo. Soares et al., (2023) firmam em seu trabalho que ao adicionar óxido de grafeno (GO) ou nano sílica (SiO₂) em 14 massas é possível criar estrutura mais resistentes e duráveis, devido sua capacidade de não absorção de água.

3 METODOLOGIA

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa, de natureza documental e exploratória. A análise foi realizada a partir dos três volumes da coleção de livros didático “Química” de Martha Reis (2016), amplamente adotado no Ensino Médio brasileiro. O objetivo foi identificar e analisar os conteúdos que possibilitam a contextualização com temas relacionados à nanotecnologia, mesmo que este termo não apareça explicitamente na obra.

A metodologia se desenvolveu em duas etapas: A primeira etapa consistiu no levantamento e sistematização dos conteúdos presentes nos sumários dos três volumes da obra, organizando-os em uma tabela, que permitiu identificar temas conceituais compatíveis com os fundamentos da nanociência. A segunda etapa foi a análise dos capítulos selecionados, considerando os conceitos químicos abordados, exemplos e atividades propostas, com foco na identificação de possibilidades de contextualização com nanotecnologia (como estrutura atômica, ligações químicas, propriedades da matéria, reações químicas, entre outros).

Para Barros e Lehfeld (2007, p. 120) as considerações finais “[...] é fundamentalmente a afirmação sintética da ideia central do trabalho e dos pormenores apresentados no texto.”

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa da análise que foi realizada através da busca por termos nanociência, nanotecnologia, nanomateriais ou conceitos afins nos sumários dos três volumes da coleção de química, Martha Reis. O resultado conforme mostrado nos Anexos A - I observou-se a ausência de termo diretamente relacionado à nanotecnologia nas unidades, nos capítulos ou nos tópicos em nenhum dos três volumes. Além disto, como não há índices de nomes na coleção, também não houve a procura por palavras-chave em cada parte dos livros (Martha Reis, 2016, V.1-3).

Continuando a pré-análise do sumário, focando nos títulos das unidades, capítulos e tópicos trabalhados, observa-se a existência de conteúdos que podem oferecer fundamentos na área da nanotecnologia e com isto pode surgir a possibilidade de criar abordagens contextualizada em sala de aula. A partir desta análise, foram elencados no Quadro 1 os principais conteúdos em cada volume que podem ser contextualizados com a nanotecnologia.

Quadro 1. Relação entre conteúdo dos livros didáticos de Química (Martha Reis, vols. 1, 2 e 3) e possibilidades de contextualização com a nanotecnologia.

Volume / Unidade/ Capítulo	Conteúdo Abordado	Conexão com Nanotecnologia
Vol. 1/ Unid. 1/Cap. 1	O estudo da química e as grandezas	Propriedades em escala nanométrica, como massa, volume e concentração
Vol. 1/ Unid. 1/Cap. 2	Propriedades da matéria	Propriedades físicas (como densidade, ponto de fusão, solubilidade) quanto químicas (como reatividade, inflamabilidade e estabilidade) em materiais nanométricos.
Vol. 1/ Unid. 2/Cap. 4	Transformações da matéria	Mudanças estruturais em nanomateriais alteram propriedades físicas

Vol. 1/ Unid. 3/ Cap. 7	Modelo básico do átomo e a lei periódica	Tamanho atômico e energia de ionização são fatores essenciais para manipulação em nanoescala
Vol. 1/ Unid. 4/ Cap. 8	Ligações covalentes e forças intermoleculares	Fulereno, grafeno e nanotubos de carbono são compostos covalentes usados como nanomateriais pela alta resistência e condutividade.
Vol. 1/ Unid. 5/ Cap. 9	Ligação iônica e compostos inorgânicos	As ligações iônicas e os compostos inorgânicos ajudam a compreender estruturas de nanomateriais, como óxidos metálicos. Esses conhecimentos permitem contextualizar aplicações em sensores, catalisadores e dispositivos eletrônicos.
Vol. 1/ Unid. 5/ Cap. 10	Metais e oxirredução	Os metais e as reações de oxirredução são essenciais na síntese de nanopartículas com aplicações tecnológicas. Esses processos controlam a reatividade e as propriedades dos nanomateriais.
Vol. 2/ Unid. 1/ Cap. 3	Cálculo estequiométrico	Controle preciso de massa e volume é essencial em síntese de nanomateriais
Vol. 2/ Unid. 3/ Cap. 7	Cinética química	Superfície de contato elevada dos nanomateriais acelera reações
Vol. 2/ Unid. 5/ Cap. 10	Eletroquímica	Baterias e sensores em nanoescala (ex: baterias de íons de lítio com nanocompósitos)
Vol. 3/ Unid. 3/ Cap. 8	Polímeros sintéticos	Polímeros sintéticos podem ser modificados em escala nanométrica para criar materiais com propriedades específicas, como resistência e flexibilidade. Esses nanopolímeros são usados

		em embalagens, medicina e eletrônica.
--	--	---------------------------------------

Fonte: Elaboração própria com base nos livros Química – Volume 1, 2 e 3 de Martha Reis (2016).

Um dos assuntos encontrados nos livros foram o Alótropos de Carbono que são diferentes formas estruturais do elemento carbono, cada uma com propriedades físicas e químicas distintas. Os alótropos como a grafite e os fulerenos (C₆₀) são 18 vastamente utilizados para produção de nanoestruturas utilizados em diversas áreas (Terra e Magalhães, 2023).

Basso (2021) menciona em seu trabalho que o grafeno pode trazer diversos benefícios para a área da tecnologia como por exemplo, a construção de baterias automotivas algo que muitos consideravam impossível mais que se tornou real. Além dessa aplicação a mesma menciona Nanofiltros de grafeno, ou seja, a capacidade de filtrar algum componente na escala atômica. Como transformar água do mar em água 100% potável, despoluir rios, melhorar combustíveis, retirar poluentes do ar, entre outros.

Santos et al (2023) mostra que a resistência do grafeno vai além da eletricidade. O material pode ser adicionando até mesmo em blocos de estruturais utilizados na Construção Civil colaborando “para reduzir patologias que atuam nas obras” como descreveu. Na sua visão, as análises de aplicações do grafeno é uma tendência em diversos estudos para fins industriais e tecnológicas pois sua abundância, praticidade e resistência tem atraído a tenção de diversas incrustarias.

O fulereno também mencionado no livro tem entre outras contribuições, demonstrado grande potencial antioxidante e é estudado para aplicações em produtos dermatológicos e de cuidados com a pele. Além disso, ele tem sido explorado no desenvolvimento de "nanobombas" para tratamentos de câncer, onde é trabalhado com ácido nítrico e pode ser acionado por calor, como laser infravermelho, para destruir células cancerígenas (Sousa et al 2020).

Em seu trabalho de conclusão de curso (TCC) Costa (2023), destacou o conceito das Funções Orgânica que também é bastante mencionado nos Livros Didáticos do Ensino Médio. A autora demonstrar a relação de Nanociência e Nanotecnologia com a turma que estava trabalhando. Ela afirma que ao aplicar um questionário envolvendo a nomenclatura das cadeias carbônicas e a Nanotecnologia

os estudantes tiveram mais dificuldades em responder sobre o primeiro assunto do que sobre o segundo tópico.

Analisando o livro Martha Reis Química utilizados no terceiro ano do Ensino Médio, foi possível encontrar o tópico Polímeros que pode ser facilmente atrelado a Nanociência. Sanfelice (2022) e colaboradores demonstram que a nanotecnologia em polímeros tem desenvolvido nanocompósitos, que são materiais com partículas 19 nanométricas dispersas em uma matriz polimérica, resultando em propriedades aprimoradas, como maior resistência, melhor barreira contra gases e líquidos, e maior durabilidade.

Batista (2023), em seu trabalho demonstra de forma resumida que um tipo de nanocompósitos pode apresentar condutividade elétrica proveniente das unidades inorgânicas. A autora afirma que “além disso, devido a escala nanométrica, é possível obter características distintas relacionadas ao volume, superfície, tamanho, composição e estrutura desses materiais híbridos” como pontos positivos.

Nos Livros Didáticos analisados pode-se encontrar temas que são de extrema importância para o entendimento de diversos assuntos. Saindo da complexidade e entregando aos estudantes explicações mais simplificadas e de fácil excursão para os docentes.

A contextualização nas aulas de Química deve favorecer o estudo de contextos sociais relacionados a diferentes aspectos, com fundamentos em conhecimentos referentes à ciência e à tecnologia, a fim de promover a formação de alunos críticos, atuantes e possíveis transformadores de sua realidade social (Pereira et al, 2021).

5 Conclusão

A análise dos livros didáticos de Química da coleção Martha Reis (2016) revelou que, apesar de a nanotecnologia e nanociência não serem abordadas de forma explícita, podem ser acrescentados aos conteúdos estruturantes da disciplina oferecem uma base sólida para a contextualização no ensino médio. Conceitos fundamentais como estrutura atômica, ligações químicas, propriedades da matéria, reações químicas, cinética química e polímeros apresentam grande potencial para serem articulados com os princípios da nanociência e nanotecnologia. Contudo, a mediação docente é preciso para promover essa conexão, estimulando um ensino mais interdisciplinar, atual e conectado às demandas tecnológicas e sociais atuais. Dessa forma, os livros didáticos, aliados a estratégias pedagógicas adequadas, podem contribuir significativamente para

a formação de estudantes críticos e preparados para compreender e atuar em um mundo cada vez mais influenciado pelas inovações da nanotecnologia.

REFERÊNCIAS

Araújo, Gessica Conrado, Oliveira, Thayna Gonzaga, Bicalho, Tamara Cristina Fenandes, Silva, Natalia Cristina de Sousa. **NANOTECNOLOGIA APLICADA AOS COSMÉTICOS**. Ipatinga/MG, Engenheira Química e Farmacêutica. Rua Francisco Alfeu de Oliveira, Nº 114, Centro, Iapu/MG, CEP: 35.190-000, 2019.

Bastos, Ricardo Martins de Paiva. **Nanotecnologia: Uma revolução no desenvolvimento de novos produtos** [Juiz de Fora] 2006 VII, 28 p. 29,7 cm (Curso de Engenharia de Produção/UFJF, Engenharia de Produção, 2006).

Castro, Denise Leal. Cavalcante, Maxwell de Paula. Pedroza, Maria Clra Guimarães. **Nanotecnologia e polímeros**: revisão dos temas visando a abordagem em aulas de Química. Revista Tema, v.16, n.2, 2019.

Filho, Sérgio Antunes. Backx, Bianca Pizzorno. **Nanotecnologia e seus impactos na sociedade**. Revista Tecnologia e Sociedade. Rio de Janeiro, 2020.

REIS, Martha Marques da Fonseca. Química: volume 1 – Química geral e inorgânica. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

REIS, Martha Marques da Fonseca. Química: volume 2 – Físico-química. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

REIS, Martha Marques da Fonseca. Química: volume 3 – Química orgânica. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

Regina, Thaynara de Sousa. **O ensino de química a partir da nanotecnologia: uma proposta didática para o ensino médio**. Vila Velha, 2023.

Jing, Lee, Nige, Lee, Yun, Lee J. Honório, Kathia M. Pioker, Fabiana Curtopassi. **NANOTECNOLOGIA NA ESCOLA: POSSIBILIDADES E DESAFIOS**. Experiências em Ensino de Ciências V.14, No.1, 2019.

Leopoldo, Claudemir de Jesus, Vechio, Gustavo Henrique Del. **NANOTECNOLOGIA E SUAS APLICAÇÕES: uma revisão quanto aos seus conceitos, potencial de uso, riscos e tendências**. Taquaritinga – SP, 2020.

Centro Brasil – China de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia: CBCIN / organizador, Felipe Silva Bellucci et al. -- Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2020.

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. PORTARIA Nº 3.459, DE 26 DE JULHO DE 2019.

MARQUES, E. F. Da Nanociência à Nanotecnologia. **Revista de Ciência Elementar**. Revista de Ciência Elementar, v. 2, n. 3, p. 1-7, 2014.

Nunes, Anderson Vieira Veloso e NUNES, Lina Cardoso. **RESENHA DE "OS DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA INFORMÁTICA COMO DISCIPLINA NO ENSINO MÉDIO"**. Os desafios da implementação da Informática como disciplina no Ensino Médio, 2017.

Pyrrho, Monique, Schramm, Fermin Roland. **A moralidade da nanotecnologia**. Correspondência M. Pyrrho Programa de Pós-graduação em Bioética, Universidade de Brasília. Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF 70904-970, Brasil, 2012.

Rebello, Gabriel Antonio Fontes, Argyros, Mécia de Matos, Leite, Wallace Leonardo Lopes, Santos, Mayke Machado, Barros, José Celestino, Santos, Paula Macedo Lessa dos e Silva, Joaquim Fernando Mendes. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA** Vol. 34, N° 1, p. 3-9, FEVEREIRO 2012.

Elysa B. de O. Damas e Manuella P. B. Martins. **Nano Drops - Você Conhece a História da Nanotecnologia**. LCBNano Universidade de Brasília (UnB), 2021.

Konga, Lilian Aparecida Lie Borges. Artigo **NANOTECNOLOGIAS E PROTEÇÃO AO CONSUMIDOR: UMA ANÁLISE DA RESPONSABILIDADE DA ATIVIDADE EMPRESARIAL A PARTIR DOS DIREITOS HUMANOS**. FAE Centro Universitário. Contemporânea Contemporary Journal. Curitiba – PR, 2023.

Gomes, Márcia dos Anjos. **Análise da abordagem do tema nanociência nanotecnologia nos livros didáticos do ensino médio**. Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Da Paraíba Campus Sousa Diretoria De Desenvolvimento De Ensino Departamento De Educação Superior Coordenação Do Curso Superior De Licenciatura Em Química. Sousa-Paraíba, 2023.

Santos, Débora Silva. **Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs): uma abordagem no ensino remoto de Química e Nanotecnologia nas escolas em tempos de distanciamento social**.

Revista **Latino-Americana de Estudos Científicos** – ISSN 2675-3855 – v. 02, n.07, 2021.

Finelli, Leonardo Augusto Couto. **O uso do livro didático e sua evolução na educação brasileira: um olhar sobre o livro de Química**. Universidade em Montes Claros, Minas Gerais, 2022.

MARCONDES, R.; SILVA, D. V. **O Livro Didático de Química, as LDB's e o PNLD: Quais suas Relações?** Revista Debates em Ensino de Química, v. 8, n. 1, 2022.

Schultz, Gustavo Corrêa, Schultz, Guilherme Corrêa, Franco, Janaína Smaniotto. **NANOTECNOLOGIA NA MEDICINA**. São Paulo, 2018.

Silva, Késia Filadélfia Dionizio, Santos, Anyelly Gomes. **A importância das divulgações e aproximações conceituais para o ensino da nanotecnologia: uma revisão narrativa.** São Paulo, 2015.

Sampaio, Rafael Andrade. **ENSINO DE NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE DIFERENTES METODOLOGIAS TEÓRICO-PRÁTICAS.** Fortaleza, 2017.

TOYAMA, K. S. F.; PRAIS, J. L. de S.; FIGUEIREDO, M. C. **Elaboração de Materiais Didáticos Adaptados ao Ensino de Química para alunos cegos.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina, Paraná, 2021.

Tonet, Michele Duarte, Leonel, André Aury. **Nanociência e Nanotecnologia: uma revisão bibliográfica acerca das contribuições e desafios para o ensino de Física.** Caderno Brasileiro de Física, v. 36, n. 2, p. 431-456, ago. 2019.

WILSON, N. Nanoparticles: Environmental Problems or Problem Solvers. **Bioscience**, v. 68, n. 4, p. 241-246, mar. 2018. Oxford University Press (OUP).

SOARES, Ana Luiza; CANDIAN, Camila de Abreu; WRUCK, Letícia Teixeira. **Nanotecnologia Aplicada a Materiais da Construção Civil Matrizes Cimentícias.** Nanotecnologia Aplicada a Materiais da Construção Civil Matrizes Cimentícias, [s. l.], v. 27, ed. 128, 29 nov. 2023.

LÖSCH, S.; RAMBO, C. A.; FERREIRA, J. de L. **A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação.** Revista IberoAmericana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 18, n. 00, e023141, 2023.

Terra, A., Magalhães, A., **Alótropos do carbono**, Rev. Ciência Elem., V11(3), São Paul, 2023.

Basso, Leticia. **Você sabe o porquê que as baterias de grafeno recarregam rapidamente?** Universidade Tecnológica Federal do Paraná — UTFPR - PR, 2021.

Santos, Rafael Aparecido Rodrigues dos.; Bispo, Vinicius Moraes Marcelino Bispo.; Tedeschi, Victor Hugo Pancera. **NANOCIÊNCIA NA ENGENHARIA CIVIL UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DO GRAFENO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC). REVISTA TECNOLÓGICA – uniFATEC ISSN: 2179-3778 DOI: 10.62790/rtfv14n1- 003., Curitiba - PR, 2023.

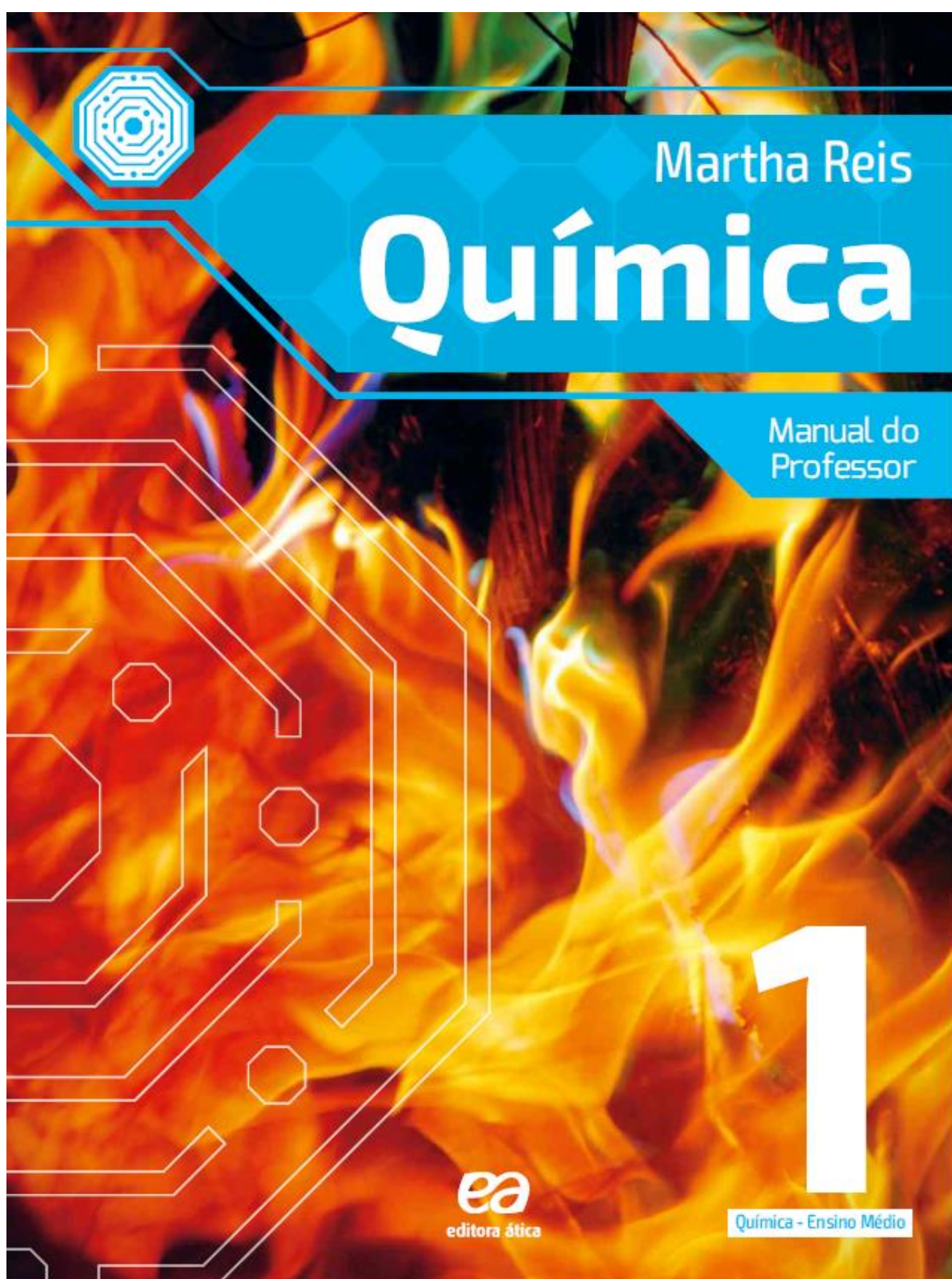
Sousa, Davi de Pontes.; Silva, Dayenne, Braz Corrêa da.; Santos, Ana Paula Bernardo dos.; Crespo, Livia Tenório Cerqueira. **Como os fulerenos podem ajudar a nossa 24 saúde?** Instituto Federal do Rio de Janeiro Campus - Duque de Caxias, Rio de Janeiro-RJ, 2020.

COSTA, Thaynara Regina De Souza. **O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA NANOTECNOLOGIA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO.** INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA. Vila Velha – ES, 2023.

PEREIRA, B. S. A.; MENEZES, J. M. dos S.; CARMO, D. F. de M. do.

Contextualização no ensino de química: concepções e prática de professores da educação básica no interior do Amazonas: Contextualization in the chemistry teaching: conceptions and practice of basic education teachers in the interior of Amazonas. Revista Cocar, [S. l.], v. 15, n. 33, 2021.

Anexo A- Capa do volume 1 da coleção Química da Martha Reis (2016), editora Ática.



Anexo B- Sumário (parte 1) do volume 1 da coleção Química da Martha Reis

Sumário

Unidade 1: Mudanças climáticas

CAPÍTULO 1

O estudo da Química e as grandezas

físicas 9

1 O que é Química? 10

2 Grandezas físicas 14

Experimento: Densidade e correntes
de convecção 20

CAPÍTULO 2

Propriedades da matéria 27

1 Propriedades que definem a matéria 28

2 Propriedades químicas 39

Experimento: Índícios de transformações
químicas 40

3 Propriedades de grupos 44

Experimento: Extrato de repolho roxo:
indicador ácido-base 45

CAPÍTULO 3

Substâncias e misturas 47

1 Classificação dos materiais 48

2 Fases de um material 53

3 Separação de misturas 56

Unidade 2: Oxigênio e ozônio

CAPÍTULO 4

Transformações da matéria 73

1 Equações químicas 74

2 As reações químicas e a constituição da matéria .. 75

3 A combustão 81

Experimento: Combustão na balança de pratos 81

4 Lei da conservação da massa
ou lei de Lavoisier 82

5 Lei das proporções constantes
ou lei de Proust 86

6 Método científico 88

7 Modelo atômico de Dalton 89

8 A lei volumétrica de Gay-Lussac 91

Experimento: Eletrólise da água 91

9 O conceito de molécula 95

CAPÍTULO 5

Notações químicas 100

1 Nomenclatura atual 101

2 Símbolos dos elementos 102

3 Fórmulas das substâncias 103

4 Balanceamento de equações químicas 105

5 Massa molecular e massa atômica 108

Experimento: Relação de massas 113

6 Fórmulas químicas 118

7 Alotropia 122

Unidade 3: Poluição eletromagnética

CAPÍTULO 6

Elettricidade e radioatividade 133

1 A imagem do átomo 134

2 A eletricidade 136

Experimento: Eletrólitos e não eletrólitos 140

3 A radioatividade 143

4 Evolução dos modelos atômicos 147

5 Investigação da natureza da luz 152

6 Espectros dos elementos 156

CAPÍTULO 7

Modelo básico do átomo
e a lei periódica 160

1 Número atômico 161

2 Isótopos e nêutrons 162

3 Estrutura atômica básica 163

4 A eletrosfera 168

5 Distribuição eletrônica 172

6 Descoberta da lei periódica 177

7 A tabela periódica atual 178

8 Classificação dos elementos 182

9 Propriedades periódicas 187

Anexo C- Sumário (Parte 2) do volume 1 da coleção Química da Martha Reis (2016) da editora Ática.

Unidade 4: Poluição de interiores

CAPÍTULO 8

Ligações covalentes e forças intermoleculares

1	Estabilidade e regra do octeto	197
2	Compartilhamento de elétrons	199
3	Ligação covalente e energia	200
4	Tipos de fórmulas	201
5	Compostos formados segundo a regra do octeto	202
6	Casos especiais	203
7	Ressonância	204
8	Expansão e contração do octeto	207
9	Polaridade da ligação covalente	211

10	Geometria molecular	212
11	Forças intermoleculares	215
	Experimento: Bolhas mais resistentes	217
12	Propriedades dos compostos covalentes	221

CAPÍTULO 9

Compostos orgânicos

1	A síntese da ureia	226
2	Postulados de Kekulé	228
3	Elementos organógenos	229
4	Simplificação de fórmulas estruturais	229
5	Funções orgânicas importantes	231
6	Nomenclatura	232
7	Aplicações	233

Unidade 5: Chuva ácida

CAPÍTULO 10

Ligação iônica e compostos inorgânicos

1	Ligação iônica	242
2	Fórmula unitária	245
3	Propriedades dos compostos iônicos	246
4	Compostos inorgânicos	248
5	Ácidos de Arrhenius	250
6	Bases de Arrhenius	260
7	Sais	264
	Experimento: Crescimento de cristais	264
8	Óxidos	268

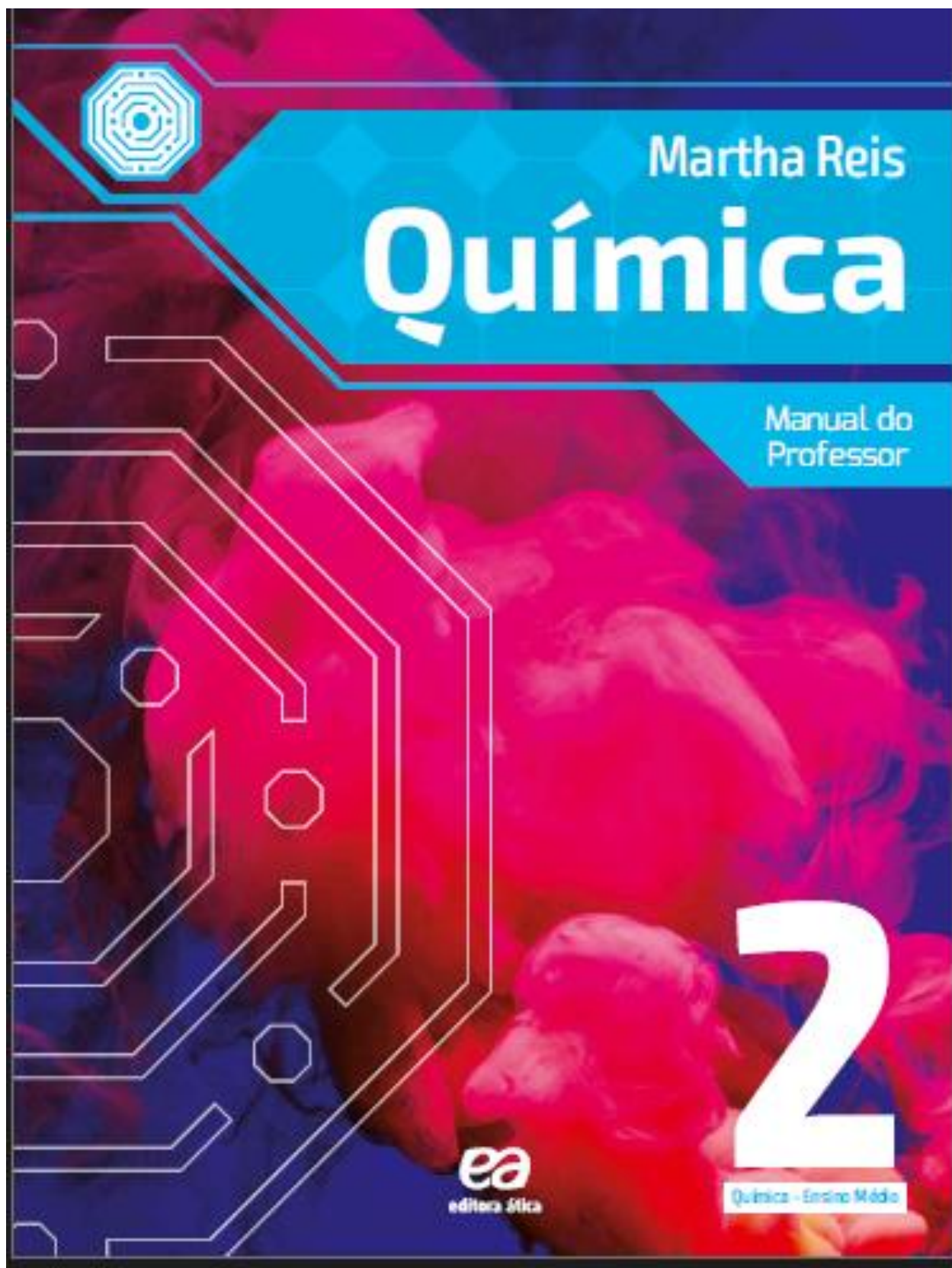
CAPÍTULO 11

Metais e oxirredução

1	Ligação metálica	274
2	Propriedades e ligas	275
3	Reações de oxirredução	278
4	Cálculo do NOx	280
5	Deslocamento simples	282
	Sugestões de leitura, filmes e sites	286
	Bibliografia	287
	Tabela periódica dos elementos	288



Anexo D- Capa do volume 2 da coleção Química da Martha Reis (2016) da editora Ática.



Anexo E- Sumário (Parte 1) do volume 2 da coleção Química da Martha Reis (2016) da editora Ática

Sumário

Unidade 1: Meteorologia e as variáveis do clima



CAPÍTULO 1

Teoria cinética dos gases 9

1 O gás ideal 10

Experimento: Propriedades dos gases 11

2 Mudanças de estado 14

3 Equação geral dos gases 25

4 Equação de Clapeyron 28

CAPÍTULO 2

Misturas gasosas 31

1 Comportamento dos gases em uma mistura 32

2 Umidades absoluta e relativa 38

Experimento: Construção de psicrômetro 40

3 Difusão e efusão gasosas: lei de Graham 43

CAPÍTULO 3

Cálculo estequiométrico 45

1 Cálculos teóricos 46

2 Reagentes em excesso 54

3 Rendimento 56

4 Pureza de reagentes 59

Unidade 2: Poluição da água

CAPÍTULO 4

Estudo das soluções 63

1 Preparação de soluções 64

Experimento: Interações solvente-soluto 65

2 Relações entre soluto e solução 67

3 Expressões de concentração química 80

4 Diluição e concentração 85

5 Mistura de soluções que não reagem entre si 89

6 Mistura de soluções que reagem entre si 94

7 Titulação de soluções 97

CAPÍTULO 5

Propriedades coligativas 100

1 O conceito de propriedades coligativas 101

2 Tonoscopia 104

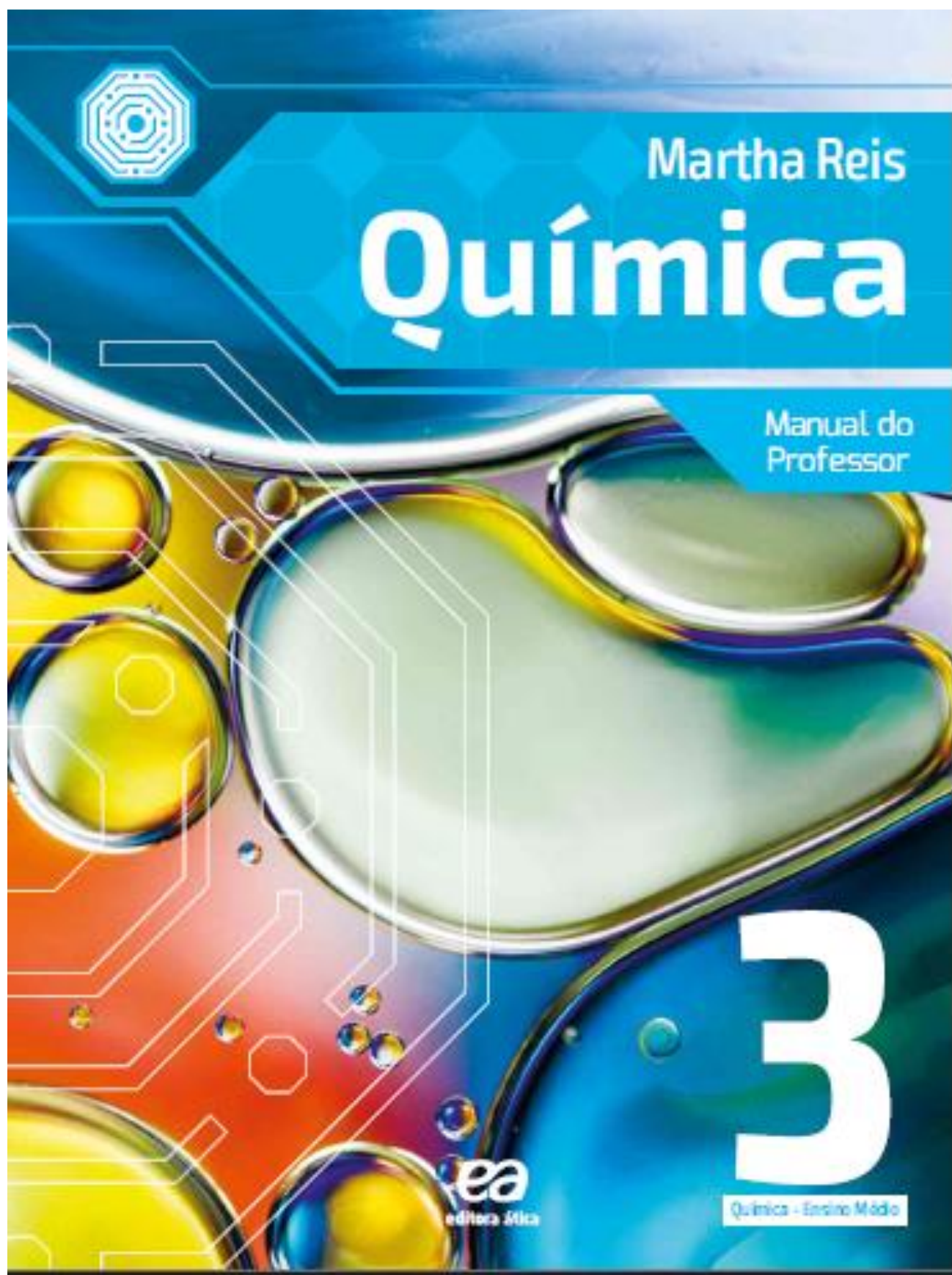
3 Ebulioscopia 109

Experimento: Como "pescar" um cubo de gelo com um barbante? 112

4 Crioscopia 113

5 Osmoscopia 117

Anexo G- Capa do volume 3 da coleção Química da Martha Reis (2016), editora Ática.



Anexo H- Sumário (Parte 1) do volume 3 da coleção Química da Martha Reis (2016) da editora Ática

Sumário	
Unidade 1: Petróleo	
CAPÍTULO 1	CAPÍTULO 2
Conceitos básicos e nomenclatura 9	Hidrocarbonetos e haletos orgânicos 35
1 A sintaxe da cadeia 10	1 Propriedades gerais dos hidrocarbonetos 36
2 Postulados de Kekulé 12	2 O grupo da saturação 39
3 Simplificação de fórmulas estruturais 14	Experimento: Soluções perfumadas 39
4 Ramificação 15	3 O grupo da insaturação 47
5 Classificação de carbonos e de cadeias carbônicas 18	4 Haletos orgânicos 51
6 Nomenclatura de compostos com cadeia normal 23	CAPÍTULO 3
7 Nomenclatura de compostos com cadeia ramificada 28	Petróleo, hulha e madeira 57
	1 Petróleo 58
	2 Hulha 71
	3 Madeira 73
Unidade 2: Drogas lícitas e ilícitas	
CAPÍTULO 4	
Funções oxigenadas e nitrogenadas 79	
1 Funções oxigenadas 80	
2 Funções nitrogenadas 105	
CAPÍTULO 5	
Isomeria constitucional e estereoisomeria 119	
1 Isomeria constitucional 120	
2 Estereoisomeria 129	
Experimento: Construção de modelos – enantiômeros 135	



Anexo I- Sumário (Parte 2) do volume 2 da coleção Química da Martha Reis (2016) da editora Ática

Unidade 3: Consumismo

CAPÍTULO 6

Reações de substituição	149
1 Substituição em alcanos	150
2 Consumo e produção de substâncias perigosas	153
3 Substituição em aromáticos	156
4 Substituição em derivados do benzeno	159
5 Substituição em haletos orgânicos	163

CAPÍTULO 7

Reações de adição e reações orgânicas	165
1 Reações de adição em alcanos	166
2 Outras reações de adição	171

3 Reações de eliminação	178
4 Reações de oxidação	184
5 Oxidação de álcoois	190
6 Reações de redução	194

CAPÍTULO 8

Polímeros sintéticos	197
1 Polímeros	198
Experimentos: Modificando a estrutura do polímero	199
2 Polímeros de adição 1,4	205
3 Copolímeros	209
4 Polímeros de condensação	213

Unidade 4: Alimentos e aditivos para alimentos

CAPÍTULO 9

Introdução à Bioquímica	221
1 Compostos bioquímicos	222
2 Lipídios	229

CAPÍTULO 10

Carboidratos e proteínas	238
1 A função dos carboidratos	239
2 Proteínas e α -aminoácidos	247
3 Ácidos nucleicos	256

Unidade 5: Atividade nuclear

CAPÍTULO 11

Leis da radioatividade e energia nuclear	261
1 Emissão nuclear natural	262
2 Lei de Soddy	264
3 Período de meia-vida	267
4 Séries ou famílias radioativas	270
5 Aceleradores de partículas	274
6 Radioatividade artificial	275
7 Fissão nuclear	278
8 Fusão nuclear	283
Sugestões de leitura, filmes e sites	286
Bibliografia	287
Tabela periódica dos elementos	288

