



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROFESSOR ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DO CAMPUS ITABAIANA

JAQUELINE DA SILVA COSTA

**APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS DOS CONCEITOS DE GÁS E
VAPOR NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS NO
PNLEM 2018**

**ITABAIANA
2018**

JAQUELINE DA SILVA COSTA

**APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS DOS CONCEITOS DE GÁS E
VAPOR NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS NO
PNLEM 2018**

Artigo apresentado ao Departamento de Química do *Campus* Itabaiana como um dos formatos do Trabalho de Conclusão de Curso para um dos requisitos de obtenção do título de licenciado (a) em Química.

Orientador: Prof. Dr. Victor Hugo Vitorino Sarmiento

Co-orientador: Prof. Dr. João Paulo Mendonça Lima

**ITABAIANA
2018**

JAQUELINE DA SILVA COSTA

APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS DOS CONCEITOS DE GÁS E
VAPOR NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS NO PNLEM
2018

Artigo no formato de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Química do *Campus* Itabaiana, da Universidade Federal de Sergipe, como um dos requisitos para a obtenção do título de licenciado (a) em Química.

Aprovado em: ___/___/___

Banca Examinadora

Prof. Dr. Victor Hugo Vitorino Sarmiento
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. João Paulo Mendonça Lima
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Marcelo Leite dos Santos
Universidade Federal de Sergipe

Profa. Msc. Nirly Araújo dos Reis
Universidade Federal de Sergipe

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e a minha família pela vida; ao meu noivo, Igor, pelo apoio durante a confecção deste trabalho; aos meus amigos e colegas de turma por contribuir no desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço às minhas professoras de PEQ I, Ana Carla, e PEQ II, Nirly, pelas contribuições na pesquisa. Aos professores Victor Hugo e João Paulo pela paciência e orientação na confecção deste artigo. À professora Juliana Moura pelo auxílio no trabalho.

Por fim, meus agradecimentos ao Colégio Nestor Carvalho, em especial ao professor José Airton, pela contribuição na coleta de dados.

Obrigada a todos por possibilitarem a concretização deste trabalho.

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.”*

Albert Einstein

RESUMO

O livro didático tem sido a principal ferramenta utilizada na preparação e execução das aulas. Este é uma ferramenta intrínseca do ambiente escolar e funciona como guia curricular para discentes e docentes. Em virtude disso, esse material deve ser constantemente analisado. Um dos assuntos da matriz curricular de Química que pode ser analisado é o de gás e vapor. Estes termos já foram confundidos como sinônimos, mas atualmente sabe-se que possuem diferenças. Com isso, o presente trabalho teve por objetivo analisar os distanciamentos e aproximações dos conceitos de gás e vapor nos livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro didático para o Ensino Médio 2018 (PNLEM 2018) em relação à ciência de referência (estudos de Thomas Andrews). Utilizando a ferramenta de análise proposta por Franzolin (2007) observou-se que dos seis livros aprovados no PNLEM 2018, apenas três trouxeram essa discussão e se aproximaram verticalmente do referencial adotado. Além disso, foi possível associar a ausência dessa discussão em alguns dos livros analisados em virtude da escassez dessa abordagem nos livros de Ensino Superior, visto que estes são referência na elaboração do material didático do Ensino Básico. Sendo assim, por meio deste trabalho, destacou-se a importância do profissional da educação em identificar as potencialidades e limitações do material didático, fazendo com que o aprendizado seja significativo.

Palavras-chave: Livro didático. Ensino de Química. Gás e vapor.

ABSTRACT

Textbooks are the main tool used in preparation and execution of classes. They are essential at schools and work as a curriculum guide for teachers and students. Therefore, textbooks should be analyzed constantly. One of the contents of chemistry curricula that works as analysis is gas and steam. These terms had been confused as synonyms before, but studies proved they are different. This paper has as its objective analyze the distances and approximations of the concepts of gas and steam in textbooks of the National High School Textbook Program 2018 (PNLEM 2018) in relation to Science of Reference (Thomas Andrews). Using the tool proposed by Franzolin (2007), we noticed that out of the six books analyzed, only three carried this discussion. These three books approached the reference. Besides, the absence of such discussion was associated to lack of the same discussion in college textbooks, since these books are reference in the elaboration of school materials for K-12 classes. Therefore, this paper shows the importance of teachers in identifying the potentialities and limitations of textbooks in order to make learning meaningful.

Keywords: Textbook. Learning of Chemistry. Gas and Steam.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Representação da curva pressão-volume (1A) e Isotermas de Andrews para o gás carbônico (1B).....	14
Figura 2- Representação dos possíveis distanciamentos encontrados entre os conhecimentos ensinados nos livros didáticos e aqueles apresentados na Ciência de referência.....	19
Figura 3- Recortes de L1, L2 e L6.....	21
Figura 4- Representação de L1, L2 e L6 no modelo do cone.....	24

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1- Condições críticas de algumas substâncias.....	15
Quadro 1- Relação de livros utilizados na pesquisa.....	17
Quadro 2- Dados coletados nos livros didáticos analisados.....	20
Quadro 3- Definições trazidas nos livros didáticos e na Ciência de Referência.....	22
Quadro 4- Definições encontradas nos livros de Ensino Superior.....	25

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

COLTED - Comissão do Livro Técnico e Livro Didático

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

INL - Instituto Nacional do Livro

MEC - Ministério da Educação

p_c - pressão crítica

PLIDEF - Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental

PNLD - Programa Nacional do Livro Didático

PNLEM - Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

T_c - Temperatura crítica

USAID - Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
2. Metodologia.....	16
2.1. Etapas Metodológicas.....	16
2.1.1. Seleção dos Livros.....	16
2.1.2. Coleta de Dados.....	17
2.1.3. Análise dos dados.....	17
3. Resultados e Discussão.....	20
4. Conclusão.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1. Introdução

O livro didático tem sido a principal ferramenta utilizada por professores brasileiros na preparação e execução de suas aulas (CASSIANO; ECHEVERRÍA, 2014). Segundo Munakata (2016) o livro é portador dos saberes escolares, é a transcrição do que foi e do que deveria ser ensinado, sendo componente explícito da cultura escolar. O livro didático é uma ferramenta intrínseca do ambiente escolar, que funciona como guia curricular, orientando os profissionais do magistério sobre o planejamento e a condução de suas aulas, além de funcionar como guia de estudo para discentes.

Os livros didáticos foram inseridos na cultura escolar brasileira a partir de 1929, por meio do Instituto Nacional do Livro (INL). Em 1966 foi criada a Comissão do Livro Técnico e Livro Didático (COLTED), um acordo entre o Ministério da Educação (MEC) e da Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), que tinha por objetivo distribuir livros didáticos gratuitos durante um período de três anos. A USAID era responsável por avaliar o material e o MEC pela execução. Em 1971 a COLTED foi extinta e o antigo INL ficou responsável pelo seu gerenciamento, dando origem ao Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF). Apenas em 1985 foi criado o atual Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) substituindo o PLIDEF. O PNLD atua no Ensino Fundamental, assegurando a distribuição e gratuidade dos livros (MAIA et al., 2011).

Com a finalidade de expandir a distribuição dos livros didáticos para outros níveis de ensino, foi criado em 2004 o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Este promove a universalização do livro didático para todos os estudantes do Ensino Médio do País. A escolha é feita por meio de um guia, com o qual os professores das escolas públicas podem analisar e escolher o livro que melhor se adequa à sua escola. Este guia, elaborado por uma equipe de pareceristas com experiência pedagógica, orienta a escolha dos livros, os quais serão utilizados por toda a escola durante um período de três anos (MAIA et al., 2011). Com a proposta de universalização do livro didático para o Ensino Médio, a disciplina de Química foi inserida neste programa na edição de 2007

(BRASIL, 2011; 2017). A partir de então, a Química esteve presente em todas as edições seguintes do PNLEM (2011, 2015 e 2018) com uma variedade de obras aprovadas.

Os livros submetidos ao PNLEM passam por avaliação criteriosa, na qual o enquadramento nos critérios de avaliação resulta na sua aprovação. Esses critérios são estabelecidos pelo Ministério da Educação (MEC) e buscam observar a disposição e organização do conteúdo na obra, a conformidade com a legislação, o atendimento às normas ortográficas, articulação dos campos teórico e empírico, bem como a presença de uma abordagem que envolva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), além do incentivo ao desenvolvimento das habilidades do aluno e respeito aos direitos humanos, critério apresentado no PNLEM mais recente (BRASIL, 2017). A cada edição a avaliação das obras se torna mais criteriosa, a fim de buscar uma maior qualidade do material didático.

Devido a esse papel de guia curricular para discentes e docentes, o livro deve ser constantemente analisado para que este garanta sua função na qualidade do ensino (MENDONÇA; CAMPOS; JÓFILI, 2004). Um dos assuntos da matriz curricular de Química que pode ser analisado é o de gás e vapor, pois pode funcionar como sistema modelo no estudo dos demais estados físicos. A literatura mostra que esses conceitos são mal compreendidos pelos alunos e tratados como sinônimos.

Silva et al. (2015) investigaram as concepções alternativas dos graduandos de Licenciatura em Química da UFS/ *Campus* São Cristóvão sobre o conceito de gases e, perceberam confusões a respeito das concepções sobre gás entre os estudantes, a exemplo da frase “gases são elementos químicos”, expressando uma confusão com os gases nobres. Para os autores, essas dificuldades conceituais podem estar associadas à abordagem do assunto, o qual é visto de maneira superficial tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior, no entanto, é possível amenizar esses problemas trazendo uma abordagem mais profunda do assunto, bem como a minimização de erros conceituais nas séries iniciais para que os alunos possam entender com clareza o conceito de gases e, conseqüentemente, distinguir gás e vapor.

Os termos “gás” e “vapor” também podem facilmente serem confundidos. Mortimer (1996) destaca a importância de não confundir água no estado gasoso com o vapor que sai

de uma chaleira fervente. Segundo o autor, esse vapor são gotículas de água que condensaram e ficaram em suspensão no ar. A água na forma de gás existe, porém, em condições diferentes da ambiente. Logo, é necessário apresentar ao aluno essas diferentes formas gasosas para que ele entenda a Química presente nas múltiplas situações de seu cotidiano. Para tal, é importante analisar como o livro didático aborda essas diferenças entre gás e vapor.

Até o século XIX, os gases foram alvo de diversos estudos, sendo discutidos como sinônimos e, posteriormente diferenciados. A percepção de como esses conceitos causaram divergências entre estudos de cientistas é notória. Berche et al. (2009) apontam que em 1783, gás e vapor eram considerados distintos; no entanto, em 1792 Antoine-Laurent de Lavoisier considerou-os como sendo iguais, tornando-se o terceiro estado da matéria: o estado gasoso. A partir disto, gás e vapor foram trabalhados como sinônimos por um longo período de tempo. Entretanto, foi a partir dos estudos de Cagniard de La Tour em 1822, descobrindo o ponto crítico das substâncias, que Thomas Andrews em 1869 diferenciou-os, levando ao fim desta discussão (BERCHE; HENKEL; KENNA, 2009).

Para chegar a tal conclusão, Andrews estudou a curva pressão-volume do gás carbônico sob condições isotérmicas (temperatura constante), observando o comportamento do gás quando era exercida uma pressão. Essa experiência pode ser representada por meio da Figura 1A. A partir da figura percebe-se que a fase está na forma de vapor e à medida que a pressão é aumentada, o volume da substância diminui. Em 1b ocorre a liquefação do gás, ou seja, transição da fase gasosa para a líquida; nesse ponto a pressão e o volume se mantêm constantes devido ao equilíbrio entre as fases líquida e gasosa, recebendo o nome de pressão de vapor (ponto F). Acima desse ponto a substância é um líquido e mesmo que a pressão seja largamente elevada o volume sofre pouca alteração.

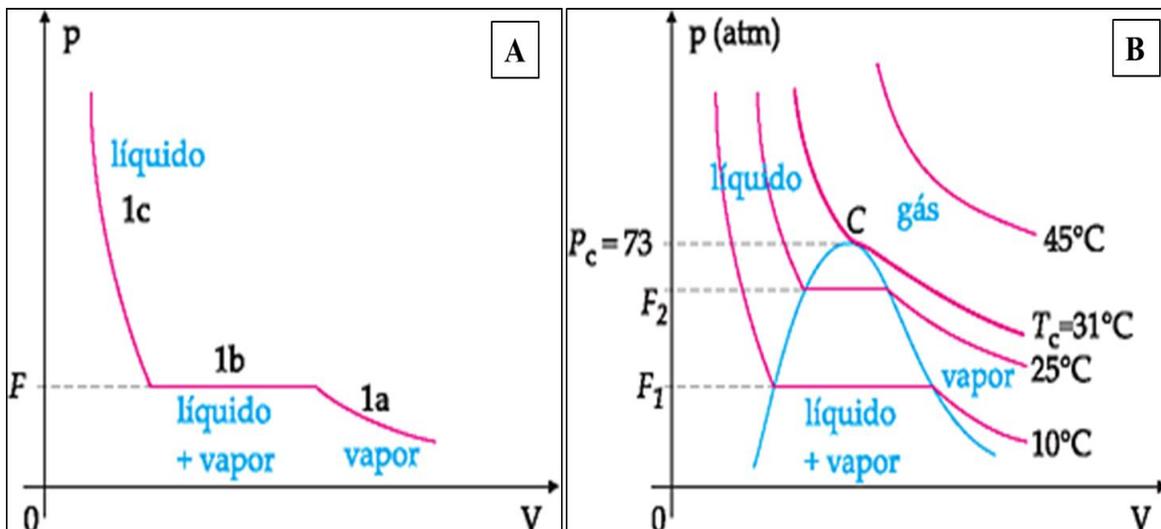


Figura 1. Representação da curva pressão-volume (1A) e Isotermas de Andrews para o gás carbônico (1B).

Fonte: Ana et al. (2012).

Dessa forma, Andrews representou o comportamento observado na Figura 1A em curvas de pressão \times volume, as quais ficaram conhecidas como Isotermas de Andrews (Figura 1B). Estas curvas mostram a pressão máxima de vapor das substâncias. O ponto C é chamado de ponto crítico e, a sua isoterma correspondente define a pressão máxima de vapor em que pode haver liquefação. Até o ponto crítico, toda substância na fase gasosa consegue ser liquefeita por aumento de pressão. Acima desse ponto, a substância é um gás e não consegue ser liquefeita com aumento de pressão. Diante disso, Andrews concluiu que uma substância é considerada um gás quando está acima de sua temperatura crítica e vapor quando se encontra abaixo de sua temperatura crítica (ANDREWS, 1869).

Por meio dessa conclusão, foi possível caracterizar uma substância como gás ou vapor observando sua temperatura crítica. Na Tabela 1 estão representadas as grandezas críticas de algumas substâncias. A pressão crítica (p_c) e a temperatura crítica (T_c) definem o ponto máximo em que pode haver equilíbrio líquido-gasoso. Acima da temperatura crítica a substância é gás e não pode ser liquefeita por simples aumento de pressão, abaixo dessa temperatura a substância é considerada vapor. Diante disso, conclui-se que o gás carbônico é gás acima de 31°C e vapor abaixo dessa temperatura, o mesmo ocorre com as demais substâncias (ANDREWS, 1869).

Um exemplo claro disso é o vapor proveniente da ebulição da água, o qual não pode ser classificado como gás, mas sim como vapor, já que a presente substância se encontra abaixo da sua temperatura crítica (374°C); entretanto, acima de 374°C a água assume a forma de gás.

Tabela 1. Condições críticas de algumas substâncias.

Substância	p_c (atm)	T_c ($^{\circ}\text{C}$)
Acetileno	62	35,5
Álcool etílico	67	238
Água	218	374
Cloro	94	146
Éter	38	192
Gás Carbônico	73	31
Hélio	2,26	-268
Metano	55	-82
Nitrogênio	29	-149
Oxigênio	49,7	-119

Fonte: Adaptado de Ana et al. (2012).

Os estudos de Andrews serviram de referência, sendo utilizados até os tempos atuais e, por isso, é considerado como ciência de referência quando se pretende tratar sobre as diferenças entre gás e vapor.

Portanto, este trabalho tem por objetivo analisar as aproximações e os distanciamentos dos conceitos de gás e vapor nos livros didáticos de Química aprovados no PNLEM/2018 em relação à ciência de referência, neste caso, os estudos de Thomas Andrews (1869). Optou-se pela escolha dos livros aprovados no PNLEM/2018 porque são os mais atuais e serão utilizados pelas escolas durante os próximos três anos (BRASIL, 2017).

As motivações da pesquisa se dão pela temática pouco trabalhada na Educação Básica e Superior, a qual gera concepções errôneas nos estudantes, e pelo pouco volume de trabalhos publicados sobre o tema.

2. Metodologia

A presente pesquisa buscou analisar como são diferenciados os conceitos de gás e vapor em livros didáticos e, por isso, possui caráter qualitativo, a qual se preocupa com o aprofundamento do assunto, sem dar importância a valores numéricos, centrando-se na compreensão e explicação dos fatos (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009). Os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa consistem no reconhecimento e análise de diferentes perspectivas, além da reflexão dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte do processo de construção do conhecimento (FLICK, 2009).

Esta análise caracteriza-se como documental, pois busca compreender e analisar documentos (SILVA; ALMEDIA; GUINDANI, 2009). Segundo Alves-Mazzotti e Gewandszjadler (1998):

Considera-se como documento qualquer registro escrito que possa ser usado como fonte de informação [...]. No caso da educação, livros didáticos, registros escolares, programas de curso, planos de aula, trabalhos de alunos são bastante utilizados (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1998, p.169).

Livros didáticos são fonte de informação para a comunidade escolar e, com isso, podem ser classificados como documentos. Diante disso, a presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa voltada à análise de documentos.

2.1. Etapas Metodológicas

Os livros didáticos de Química submetidos à análise foram os aprovados no PNLEM 2018. Para investigar se estes livros diferenciaram os conceitos de gás e vapor, seguiram-se algumas etapas metodológicas, descritas a seguir.

2.1.1. Seleção dos Livros

Foram escolhidos como objetos de análise, os livros didáticos de Química aprovados no PNLEM/2018, pois pertencem à edição mais recente do programa e, dessa maneira, funcionarão como guia didático durante os anos de 2018, 2019 e 2020.

Foram escolhidos seis livros didáticos para análise, os quais são relacionados no Quadro 1.

Quadro 1. Relação de livros utilizados na pesquisa.

Livro Didático	Descrição
L1	REIS, M. Química: Volume 2. 2 ^a ed. São Paulo: Ática, 2016.
L2	NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. Vivá: Química: Volume 1. Curitiba: Positivo, 2016.
L3	CISCATO, C. A. M. et al. Química: Volume 1. 1 ^a ed. São Paulo: Moderna, 2016.
L4	SANTOS, W.; MÓL, G. Química Cidadã: Volume 1. 3 ^a ed. São Paulo: AJS, 2016.
L5	MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química: Volume 1. 3 ^a ed. São Paulo: Scipione, 2016.
L6	LISBOA, J. CEZAR F. et al. Ser Protagonista: Química, 1^o ano. 3 ^a ed. São Paulo: SM, 2016.

Fonte: Elaborado pela própria autora, 2018.

A escolha do volume de cada livro foi realizada mediante a presença do assunto sobre gases. Alguns autores trazem esse assunto no volume 1, enquanto outros trabalham o tema no volume 2. Em virtude disso, foi analisado o volume 2 do L1 e o volume 1 nas demais coleções.

2.1.2. Coleta de Dados

Os dados para a pesquisa foram coletados nos livros didáticos por meio de leituras e resumo dos capítulos que tratam do tema gases. Por meio das leituras, foram observadas algumas características como a diferenciação entre gás e vapor, presença do contexto histórico e figuras ilustrativas, além da discussão sobre temperatura crítica. A partir disso, foram analisados trechos que traziam a diferenciação entre os conceitos e submetidos à análise.

2.1.3. Análise dos dados

Para análise dos dados, utilizou-se uma ferramenta de análise proposta por Franzolin (2007), a qual permite observar distanciamentos e aproximações entre conceitos de livros didáticos. Esta ferramenta consiste no modelo do cone, no qual são representados os distanciamentos entre os níveis de ensino e a ciência de referência, por meio de duas categorias.

Uma das categorias é o distanciamento vertical, o qual é originado pela transposição do conhecimento científico para cada nível de ensino com o objetivo de facilitar o aprendizado dos alunos, respeitando o nível cognitivo de cada faixa etária (nível de ensino). Este é representado por um eixo central, eixo V (Figura 2), no qual são colocados os conhecimentos que possuem maior rigorismo em relação à ciência de referência, conforme o nível acadêmico. Todos os conhecimentos localizados dentro do cone, os quais são representados por pontos acompanhados de letras, são provenientes de um distanciamento dessa categoria (FRANZOLIN, 2007).

Outra categoria é o distanciamento horizontal, o qual se refere ao distanciamento em relação ao eixo vertical, pois gera conhecimentos que se encontram fora do cone. Este tipo de distanciamento pode ser derivado de artifícios utilizados pelo autor do livro para facilitar o aprendizado, mas não se relaciona com a faixa etária acadêmica. Embora os conhecimentos provenientes desse tipo de distanciamento possam ser caracterizados como erros conceituais, estes não se resumem apenas a isto. Conhecimentos desse tipo podem se tratar, por exemplo, de um conhecimento cotidiano ou de uma incorreção, a qual se diferencia do erro conceitual, por não impedir que o aluno construa o conceito correto, posteriormente (FRANZOLIN, 2007).

Essas categorias podem ser mais bem observadas por meio da Figura 2.

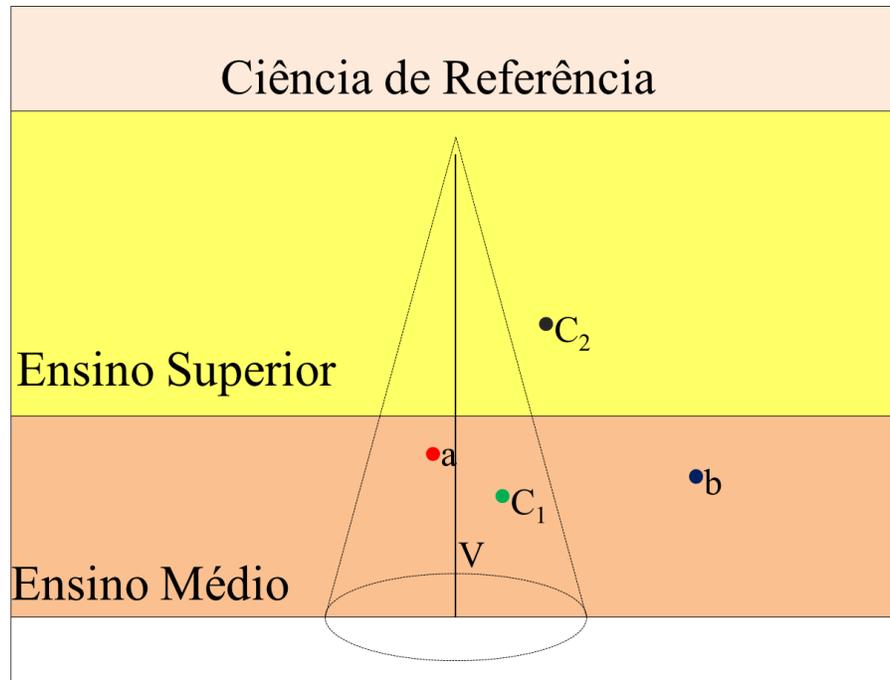


Figura 2. Representação dos possíveis distanciamentos encontrados entre os conhecimentos ensinados nos livros didáticos e aqueles apresentados na ciência de referência.

Fonte: Adaptado de Franzolin (2007).

Com base na Figura 2, observa-se que estão representadas duas faixas distintas de conhecimento, sendo uma correspondente aos conhecimentos ensinados no Ensino Médio e outra correspondente aos ensinados no Ensino Superior. Cada ponto representado refere-se a um conhecimento dentre muitos outros ensinados em cada nível de ensino. O ponto **a** refere-se a um conhecimento ensinado no Ensino Médio e que se distancia verticalmente da referência e, com isso, localiza-se dentro do cone. O ponto **b** também é um conhecimento ensinado no Ensino Médio, mas que se distancia horizontalmente do eixo V e, por isso, localiza-se fora do cone. O ponto **C₁** representa um conhecimento, que ao ser ensinado no Ensino Médio, caracteriza-se como decorrente do distanciamento vertical, pois é proveniente de uma transposição do conhecimento necessária para o nível de ensino correspondente. Entretanto, devido ao maior rigorismo exigido pelo nível Superior, esse mesmo conhecimento, agora denominado de **C₂**, encontra-se afastado horizontalmente ao ser ensinado nesse nível de ensino (FRANZOLIN, 2007).

Essa ferramenta pode ser utilizada para análise de diversos temas em livros didáticos, como fez Santos et al. (2013) ao analisar o conteúdo de propriedades coligativas em livros didáticos aprovados no PNLEM 2011.

Sendo assim, nesta pesquisa, os livros foram classificados quanto ao seu distanciamento em relação à ciência de referência, com base no modelo do cone, utilizando as categorias de análise de Franzolin (2007).

3. Resultados e Discussão

De posse dos dados para a pesquisa foram observadas algumas características, tais como: diferenças entre gás e vapor, menção ao cientista responsável pela diferenciação dos dois termos, presença de figuras e/ou gráficos explicativos, abordagem do conceito de temperatura crítica e a presença de exemplificações que esclarecessem a diferença entre os dois termos. Os resultados obtidos estão relacionados no Quadro 2.

Quadro 2. Dados coletados nos livros didáticos analisados.

Livro	Diferenças entre gás e vapor	Menção ao cientista responsável	Figuras/gráficos explicativos	Explicação sobre temperatura crítica	Exemplos de substâncias na forma de gás e de vapor
L1	X	X	-	X	X
L2	X	-	X	X	X
L3	-	-	-	-	-
L4	-	-	-	-	-
L5	-	-	-	-	-
L6	X	-	-	X	X

Fonte: Elaborado pela própria autora, 2018.

Com base no Quadro 2, observou-se que, dos livros analisados, apenas três fizeram distinção entre os termos gás e vapor; estes também apresentaram uma explicação sobre temperatura crítica e exemplos de substâncias existentes na forma de gás e de vapor; entretanto, apenas o L1 fez menção ao cientista responsável pela distinção dos conceitos; e somente o L2 apresentou figuras ou gráficos explicativos no texto. Os demais livros não trouxeram discussão sobre a distinção entre gás e vapor, apenas abordaram as características do estado gasoso, bem como os aspectos numéricos, como fórmulas e leis

matemáticas. Essa ausência da discussão sobre gás e vapor pode levar o professor a suprimir este conteúdo de suas aulas, fazendo com que os alunos não tenham conhecimento sobre essas questões e não as relacione com sua realidade.

Os três livros que trouxeram uma discussão sobre as diferenças entre gás e vapor (L1, L2 e L6) apresentaram-na num quadro explicativo, como pode ser visto na Figura 3.

Vapor e gás

Você ouve falar, por exemplo, em vapor de água e em gás hidrogênio. No entanto, nos dois casos trata-se de substâncias que estão no estado gasoso. Qual é a diferença entre gás e vapor?

Se precisarmos passar uma substância que está no estado gasoso para o estado líquido, podemos, simultaneamente, diminuir sua temperatura e aumentar a pressão.

Dependendo da substância e da pressão em que se encontra, a liquefação do gás pode ser feita por simples resfriamento. Para isso, a amostra gasosa não pode estar a pressões muito baixas.

Outra possibilidade é a **compressão** da amostra gasosa e, para que isso seja viável, é indispensável que a temperatura da amostra não seja muito alta. Quando a liquefação pode ser feita por compressão, sem que se baixe sua temperatura, dizemos que a substância está na forma de vapor.

A temperatura acima da qual é impossível liquefazer uma amostra gasosa por aumento de pressão é chamada de **temperatura crítica**. Dizemos que uma substância é gás quando está acima dessa temperatura. Por exemplo: a temperatura crítica da amônia é de 132,4 °C. Então, rigorosamente, apenas acima de 132,4 °C teremos o gás amônia; abaixo desse valor, tem-se vapor de amônia.

L2

QUÍMICA E FÍSICA

L6

Gases e vapor de água

O vapor é um gás que pode ser liquefeito apenas por compressão, sem a necessidade de abaixamento de temperatura, independentemente de a substância ser sólida ou líquida nas CATP (condições ambientes de temperatura e pressão). O gás de botijão (mistura de propano e butano) é gasoso nas CATP e pode ser liquefeito apenas por compressão nos botijões. Por isso é denominado GLP (gás liquefeito de petróleo).

A “temperatura crítica” é aquela acima da qual o gás não passa para o estado líquido apenas por compressão e, por isso, ele não pode mais ser considerado vapor. Para o gás cloro, por exemplo, essa temperatura é de 417 K (144 °C). Acima dela, esse gás não pode ser liquefeito somente por compressão. Para a água, esse valor é de 647,3 K (374,15 °C). Até essa temperatura, a água no estado gasoso é considerada vapor. Acima dela não pode mais ser denominada dessa forma.

Por volta de 1880, o químico irlandês Thomas Andrews (1813-1885) demonstrou a existência de uma temperatura crítica, característica de cada espécie de matéria, acima da qual é impossível fazê-la mudar do estado gasoso para o estado líquido apenas por aumento de pressão, qualquer que seja a pressão exercida sobre ela. Nessa situação, a única forma de promover a mudança de estado é diminuir a temperatura. Essa temperatura crítica diferencia os conceitos de **vapor e gás**.

- A matéria está no estado de vapor quando sua temperatura está abaixo da temperatura crítica.
- A matéria está no estado gasoso quando sua temperatura está acima da temperatura crítica.

Por exemplo, em temperaturas acima de 374 °C (temperatura crítica da água), não é mais possível liquefazer a água apenas por aumento de pressão: acima dessa temperatura a água é um gás.

L1

Figura 3. Recortes de L1, L2 e L6.

Fonte: Adaptado de Reis (2016); Novais e Antunes (2016); Lisboa et. al (2016).

A discussão apresentada em quadros/boxes, conforme é apresentada na Figura 3, pode levar os docentes a ignorá-la na execução das aulas, visto que estes podem considerá-la irrelevante, devido à forma como é apresentada pelo livro didático. O Quadro 4 traz as definições de gás e vapor encontradas em cada obra analisada e na ciência de referência. Percebe-se que, de um modo geral, os autores dos livros conseguiram explicar a diferença entre gás e vapor utilizando o parâmetro “temperatura crítica”.

Quadro 3. Definições trazidas nos livros didáticos e na ciência de referência.

Obras	Definição
L1	“A matéria está no estado de vapor quando sua temperatura está abaixo de sua temperatura crítica. A matéria está no estado gasoso quando sua temperatura está acima da temperatura crítica. Por exemplo, em temperaturas acima de 374°C (temperatura crítica da água), não é mais possível liquefazer a água apenas por aumento de pressão: acima dessa temperatura a água é um gás.” (p.12)
L2	“[...] Quando a liquefação pode ser feita por compressão, sem que se abaixe sua temperatura, dizemos que a substância está na forma de vapor. A temperatura acima da qual é impossível liquefazer uma amostra gasosa por aumento de pressão é chamada de temperatura crítica. Dizemos que uma substância é gás quando está acima dessa temperatura. Por exemplo: a temperatura crítica da amônia é de 132,4 °C. Então, rigorosamente, apenas acima de 132,4 °C teremos o gás amônia; abaixo desse valor, tem-se vapor de amônia.” (p.257)
L6	“O vapor é um gás que pode ser liquefeito apenas por compressão, sem a necessidade de abaixamento de temperatura [...]. A ‘temperatura crítica’ é aquela acima da qual o gás não passa para o estado líquido apenas por compressão e, por isso, ele não pode ser mais considerado vapor. Para o gás cloro, por exemplo, essa temperatura é de 417 K (144°C). Acima dela, esse gás não pode ser liquefeito somente por compressão. Para a água, esse valor é de 647,3 K (374,15°C). Até essa temperatura, a água no estado gasoso é considerada vapor. Acima dela não pode mais ser denominada dessa forma.” (p.169)
Ciência de referência (Tradução da própria autora)	“Nós podemos definir um vapor como sendo uma fase gasosa que se encontra abaixo de sua temperatura crítica. A partir disso, o vapor pode, apenas por compressão, ser transformado num líquido e, assim, pode existir na presença de seu próprio líquido; enquanto um gás não pode ser liquefeito pela pressão. Assim, o gás carbônico é vapor abaixo de 31° e gás acima dessa temperatura; o éter é vapor abaixo de 200° e gás acima dessa temperatura.” (p. 589)

Fonte: Elaborado pela própria autora, 2018.

Essa análise não pretende estabelecer julgamentos para os livros didáticos, mas observar o quanto estas obras se aproximam e se distanciam do que é apresentado pela ciência de referência, contribuindo para que o professor compreenda estas questões ao ministrar suas aulas. As definições apresentadas em L1, L2 e L6 foram classificadas quanto sua aproximação com a ciência de referência. Em virtude da ausência dessa discussão em L3, L4 e L5, estes não foram classificados no modelo do cone.

O L1 apresenta uma aproximação com a ciência de referência à medida que diferencia gás e vapor relacionando-os com a temperatura crítica, parâmetro utilizado na diferenciação dos dois termos. Desta forma, pela sua rigorosa proximidade com o referencial, enquadra-se no ponto **a** do modelo do cone.

O L2 também pode ser enquadrado no ponto **a** do cone, pois apresenta uma aproximação com a referência ao diferenciar gás de vapor. Percebe-se que foi trabalhada a relação entre temperatura crítica e os termos gás e vapor, requisito essencial na diferenciação dos termos. No entanto, nota-se que o autor, mesmo diferenciando os dois termos de forma correta, pode gerar concepções errôneas nos leitores, visto que em sua figura ilustrativa (Figura 3) denomina o líquido do recipiente (após ocorrer liquefação do gás e do vapor) de gás e vapor, respectivamente, o que deve ser considerado um erro conceitual.

O L6 apresenta um distanciamento horizontal em relação à ciência de referência, pois em diversos trechos denomina “vapor” de “gás”. Isso pode estar associado a uma criação didática utilizada pelo autor para facilitar o aprendizado (SANTOS et al., 2013). No entanto, deve ser considerado um erro conceitual, visto que os termos gás e vapor não são sinônimos. Diante disso, este livro foi encaixado no ponto **b** do cone.

A Figura 4 traz as representações dos três livros no modelo do cone.

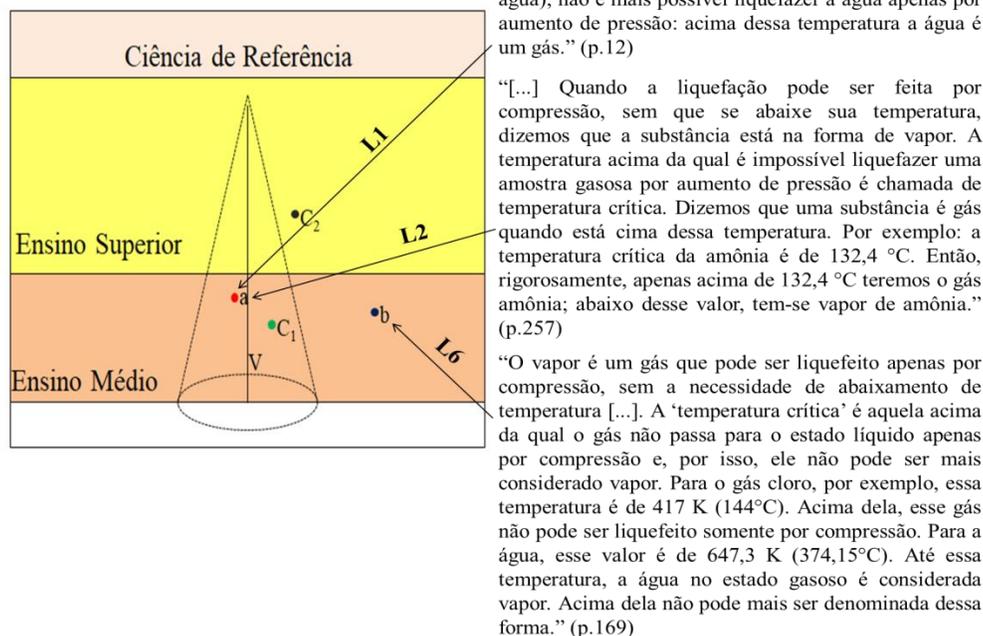


Figura 4. Representação de L1, L2 e L6 no modelo do cone.

Fonte: Adaptado de Franzolin (2007).

É perceptível que os autores dos livros do PNLEM não deram grande relevância à discussão sobre diferenças entre gás e vapor, evidenciada pela ausência desta em três dos seis livros analisados e a apresentação do assunto, nos outros livros, em boxes no decorrer do conteúdo. A fim de buscar uma explicação para tal fato, observou-se o referencial bibliográfico utilizado pelos autores na elaboração nas obras do PNLEM e percebeu-se que muitos livros didáticos de Ensino Superior são utilizados como referência na elaboração do material de Ensino Básico.

Sendo assim, foram levantadas as obras mais utilizadas nas disciplinas de Química da Universidade Federal de Sergipe, *Campus Prof. Alberto Carvalho*, em Itabaiana, a fim de observar como estas abordavam as diferenças entre gás e vapor. O Quadro 4 traz as definições encontradas nestes livros.

Quadro 4. Definições encontradas nos livros de Ensino Superior.

Livros	Definição
Química A Ciência Central 9ª ed. (BROWN et al., 2005)	“As substâncias que são líquidas ou sólidas sob condições ordinárias também podem geralmente existir no estado gasoso, ocasião em que nos referimos a elas como vapores. A substância H ₂ O, por exemplo, pode existir como água líquida, gelo sólido ou vapor de água.” (p.336)
Fundamentos de Físico-Química (ATKINS; PAULA, 2011)	<p>“Temos que concluir que um gás não pode ser condensado num líquido por um aumento de pressão, a menos que a temperatura esteja abaixo da temperatura crítica.” (p.26)</p> <p>“A temperatura crítica é às vezes usada para distinguir os termos ‘vapor’ e ‘gás’: um vapor é uma fase gasosa de uma substância abaixo de sua temperatura crítica (e que, portanto, pode ser liquefeita por compressão); um gás é uma fase gasosa de uma substância acima de sua temperatura crítica (e que não pode ser liquefeito somente por compressão). O oxigênio à temperatura ambiente é um gás; a fase gasosa da água à temperatura ambiente é um vapor.” (p.27)</p>
Química Geral 2ª Edição V. 1 (RUSSEL, 1994)	<i>Não apresenta nenhuma discussão sobre os dois conceitos.</i>
Princípios de Química 5ª ed. (ATKINS; JONES, 2012)	<i>Não apresenta nenhuma discussão sobre os dois conceitos.</i>
Química Geral e Reações Químicas 9ª ed. V. 1 (KOTZ et al., 2016)	<i>Não apresenta nenhuma discussão sobre os dois conceitos.</i>
Físico-Química V. 1 (BALL, 2011)	<i>Não apresenta nenhuma discussão sobre os dois conceitos.</i>

Fonte: Elaborado pela própria autora, 2018.

Dos seis livros observados, apenas dois deles apresentaram uma conceituação para cada termo (gás e vapor); as demais obras preocuparam-se em apresentar as características do estado gasoso, bem como os aspectos matemáticos envolvidos no estudo desse estado físico. É possível perceber que, das obras que discutiram as diferenças entre gás e vapor, apenas uma aproximou-se da ciência de referência, associando a temperatura crítica às diferentes fases gasosas (gás e vapor), neste caso o livro *Fundamentos de Físico-Química*.

O livro *Química A Ciência Central*, presente como referência em todas as obras do PNLEM 2018, aborda a conceituação de forma genérica, sem relacionar com a temperatura crítica. Este associa o termo “vapor” a qualquer substância que, em condições ambientes,

possa se apresentar no estado sólido, líquido e gasoso. No entanto, pelos estudos de Andrews, a temperatura crítica é o parâmetro mais adequado para estabelecer em qual fase gasosa (gás ou vapor) um composto se encontra, visto que substâncias que são encontradas apenas no estado gasoso, nas condições ambientes, podem estar na forma de vapor e não apenas na de gás, como é o caso do cloro (Cl_2), por exemplo, o qual se encontra na forma de vapor, pois está numa temperatura abaixo de sua temperatura crítica ($T_c = 146^\circ\text{C}$). Logo, a conceituação dada nessa obra pode gerar dificuldades na distinção dos termos gás e vapor.

Com isso, pode-se inferir que a abordagem dada ao assunto nos livros didáticos de Ensino Superior podem refletir no que é apresentado nos livros de Ensino Básico e, dessa forma, a pouca preocupação em diferenciar os dois termos pode ser proveniente do que é trabalhado neste nível de Ensino. Com isso, por meio deste trabalho, também, destaca-se a importância de analisar livros didáticos de Ensino Superior, como apontam Viana e Júnior (2012) em seu trabalho.

4. Conclusão

Com base neste estudo, foi possível verificar que dos livros de Química aprovados no PNLEM/2018, apenas três trouxeram uma discussão sobre as diferenças entre gás e vapor, abordando a relação da temperatura crítica com os dois termos, já que este é o principal parâmetro utilizado na sua diferenciação. Estas obras aproximaram-se da ciência de referência na diferenciação dos termos “gás” e “vapor” e, por isso, encaixaram-se no ponto **a** do modelo do cone (L1 e L2) e no ponto **b** do cone (L6) por distanciar-se um pouco da referência adotada.

Notou-se, ainda, que poucos livros da Educação Superior apresentaram conceitos que diferenciavam gás de vapor e, apenas um deles aproximou-se da ciência de referência. Logo, isto pode ser um dos fatores, dentre tantos outros, que influenciam na ausência dessa discussão nos livros do no Ensino Básico.

Diante disso, ressalta-se a importância dos professores em compreender e analisar o conteúdo dado em sua disciplina, sem levar como verdade absoluta o que é trazido nos

livros didáticos. É necessário que o profissional se atente ao que é apresentado nos livros, observando suas potencialidades e limitações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. 2^a ed. São Paulo: PIONEIRA THOMPSON LEARNING, 1998.

ANA; ANDREZA; CAMILA. **Estudo dos Gases**. Disponível em: <<http://estudodosgases.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

ANDREWS, T. The Bakerian Lecture: On the Continuity of the Gaseous and Liquid States of Matter. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 159, n. 0, p. 575–590, 1869.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**. 5^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

ATKINS, P.; PAULA, J. DE. **Físico-Química Fundamentos**. 5^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

BALL, D. W. **Físico-Química**. v. 1. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

BERCHE, B.; HENKEL, M.; KENNA, R. Fenômenos críticos: 150 anos desde Cagniard de la Tour. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 2602.1-2602.4, 2009.

BRASIL, M. DA E. Guia de Livros Didáticos PNLD 2012- Química -Ensino médio. **Ministério da Educação- Secretaria da Educação Básica**, p. 52, 2011.

BRASIL, M. DA E. PNLD 2018: química-guia de livros didáticos-ensino médio. **Ministério da Educação-Secretaria da Educação Básica-SEB-Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**, p. 56, 2017.

BROWN, T. L. et al. **Química A Ciência Central**. 9^a ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

CASSIANO, C. F. D.; ECHEVERRÍA, A. R. Abordagem Ambiental em Livros Didáticos de Química. **Química Nova na Escola**, v. 36, p. 220–230, 2014.

CISCATO, C. A. M. et al. **Química: Volume 1**. 1^a ed. São Paulo: Moderna, 2016.

FLICK, U. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRANZOLIN, F. **Conceitos de biologia na educação básica e na academia: aproximações e distanciamentos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

KOTZ, J. C. et al. **Química Geral e Reações Químicas**. v. 1. 9^a ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

LISBOA, J. CEZAR F. et al. **Ser Protagonista: Química, 1º ano**. 3^a ed. São Paulo: SM, 2016.

MAIA, J. DE O. et al. O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 2, p. 115–124, 2011.

- MENDONÇA, R. J.; CAMPOS, A. F.; JÓFILI, Z. M. S. O Conceito de Oxidação-Redução nos Livros Didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, p. 45–48, 2004.
- MORTIMER, E. F. O significado das fórmulas Químicas. **Química Nova na Escola**, p. 19–21, 1996.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Volume 1**. 3ª ed. São Paulo: Scipione, 2016.
- MUNAKATA, K. Livro Didático Como Indício da Cultura Escolar. **História da Educação**, v. 20, p. 119–138, 2016.
- REIS, M. **Química: Volume 2**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2016.
- NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. **Vivá: Química: Volume 1**. Curitiba: Positivo, 2016.
- RUSSEL, J. B. **Química Geral**. v. 1. 2ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.
- SANTOS, J. T. M. et al. Propriedades Coligativas: Aproximações e Distanciamentos em Relação ao Conhecimento de Referência Presentes em Livros Didáticos de Química. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 3, p. 1–15, 2013.
- SANTOS, W.; MÓL, G. **Química Cidadã: Volume 1**. 3ª ed. São Paulo: AJS, 2016.
- SILVA, J. C.; LIMA, J. P. M.; BERGAMASKI, K. Concepções alternativas sobre gases de ingressantes do curso de Licenciatura em Química da UFS / Campus São Cristóvão. **Scientia Plena**, v. 11, p. 1–12, 2015.
- SILVA, J. R. S.; ALMEDIA, C. D. DE; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, p. 1–15, 2009.
- SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. PEIXOTO. Unidade 2: A Pesquisa Científica. In: **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 120.
- VIANA, A. D.; JÚNIOR, C. NECO DA S. Identificação de analogias no conteúdo de Estrutura Atômica nos livros de Química Geral do ensino superior. **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ)**, jul. 2012.