

Willian Douglas Guilherme  
(Organizador)

# A Produção do Conhecimento nas Ciências Sociais Aplicadas 4



 **Atena**  
Editora  
Ano 2019

Willian Douglas Guilherme  
(Organizador)

# A Produção do Conhecimento nas Ciências Sociais Aplicadas 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Natália Sandrini e Lorena Prestes

**Revisão:** Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P964 A produção do conhecimento nas ciências sociais aplicadas 4 [recurso eletrônico] / Organizador Willian Douglas Guilherme. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A produção do conhecimento nas ciências sociais aplicadas; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-295-1

DOI 10.22533/at.ed.951192604

1. Abordagem interdisciplinar do conhecimento. 2. Ciências sociais – Pesquisa – Brasil. I. Guilherme, Willian Douglas. II. Série.

CDD 307

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Os textos são um convite a leitura e reúnem autores das mais diversas instituições de ensino superior do Brasil, particulares e públicas, federais e estaduais, distribuídas entre vários estados, socializando o acesso a estes importantes resultados de pesquisas.

Os artigos foram organizados e distribuídos nos 5 volumes que compõe esta coleção, que tem por objetivo, apresentar resultados de pesquisas que envolvam a investigação científica na área das Ciências Sociais Aplicadas, sobretudo, que envolvam particularmente pesquisas em Administração e Urbanismo, Ciências Contábeis, Ciência da Informação, Direito, Planejamento Rural e Urbano e Serviço Social.

Neste 4º volume, reuni o total de 23 artigos que dialogam com o leitor sobre temas que envolvem educação, escola e sociedade, dança e desenvolvimento sociocultural, urbanização, memória e museu, inovação social, economia, habitação, arquitetura e identidade cultural, movimentos sociais dentre outros, que são temas que se interligam e apontam críticas e soluções dentro das possibilidades das Ciências Sociais Aplicadas.

Assim fechamos este 4º volume do livro “A produção do Conhecimento nas Ciências Sociais Aplicadas” e esperamos poder contribuir com o campo acadêmico e científico, trabalhando sempre para a disseminação do conhecimento científico.

Boa leitura!

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A (IN)JUSTIÇA COGNITIVA E A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA: UMA EXPERIÊNCIA ENTRE A ESCOLA E A COMUNIDADE	
Lívia Salomão Piccinini Karla Moroso	
DOI 10.22533/at.ed.9511926041	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>25</b>
A CARÊNCIA DO HABITAR NAS POLÍTICAS PÚBLICAS: AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL NO DF/BRASÍLIA	
Kenia de Amorim Madoz Marcos Thadeu Queiroz Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.9511926042	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>40</b>
A INFLUÊNCIA DA DANÇA TRADICIONAL GAÚCHA PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO E SOCIOCULTURAL	
Eduardo Fernandes Antunes Maria Aparecida Santana Camargo	
DOI 10.22533/at.ed.9511926043	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>45</b>
A PRECÁRIA URBANIZAÇÃO DE FAVELAS DO PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO-PAC	
Josélia da Silva Alves	
DOI 10.22533/at.ed.9511926044	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>59</b>
ADVERSIDADES DA PRODUTIVIDADE FABRIL BRASILEIRA E FORMAS DE REAVER A SITUAÇÃO	
Hugo Pablo Lourenço Sapia	
DOI 10.22533/at.ed.9511926045	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>73</b>
ALMA DOS OBJETOS: ABORDAGEM MEMORIAL E BIOGRÁFICA DE UM OBJETO DE MUSEU	
Helen Kaufmann Lambrecht Espinosa Daniel Maurício Viana de Souza Diego Lemos Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.9511926046	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>85</b>
ALUGUEL SOCIAL E POPULAÇÃO EM SITUAÇÃO DE RUA: CONSIDERAÇÕES SOBRE A NECESSÁRIA ALTERAÇÃO DA LEGISLAÇÃO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	
Luciano Roberto Gulart Cabral Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.9511926047	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>90</b>
APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO URBANO: O HABITAR DO MORADOR DAS RUAS	
Dhyulia Roberth Ribeiro Isidoro Cristienne Magalhães Pereira Pavez	
DOI 10.22533/at.ed.9511926048	

<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>104</b>
CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA RESSIGNIFICAÇÃO DO CONCEITO DE QUANTIDADE DE MATÉRIA POR PARTE DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA	
Sandra Franco-Patrocínio Ivoni Freitas-Reis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9511926049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>131</b>
CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA GERAL DE SISTEMAS PARA A MUDANÇA SISTÊMICA DA INOVAÇÃO SOCIAL	
Daniela de Oliveira Massad Paulo César Lapolli Felipe Kupka Feliciano Leandro Maciel Nascimento Édis Mafra Lapolli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>145</b>
“CRESCIMENTO ECONÔMICO” COM “RESPONSABILIDADE SOCIAL”: A ESTRATÉGIA NEODESENVOLVIMENTISTA E O PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA (PMCMV)	
Caroline Magalhães Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>157</b>
DÉFICIT HABITACIONAL E CONDIÇÕES DE MORADIA: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE TUPÃ-SP	
Sandra Cristina de Oliveira Leonardo de Barros Pinto Gessuir Pigatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>169</b>
FICÇÕES ARQUITETÔNICAS E A CONSTRUÇÃO DA IDENTIDADE CULTURAL	
Bruna Dal Agnol Caliane C. O. de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>185</b>
FILOSOFIA: REFLEXÕES ÉTICAS NO CONTEXTO INTERDISCIPLINAR EDUCACIONAL	
Bruna Medeiros Bolzani Fernando Battisti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>196</b>
HUMANIZAÇÃO DE CENÁRIO DO MUSEU HISTÓRICO DE LONDRINA: OTIMIZAÇÃO DA TRANSMISSÃO DE CONHECIMENTO	
Cleuza Bittencourt Ribas Fornasier Mariana Lautenschlager Spoladore Ana Paula Perfetto Demarchi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260415</b>	

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>212</b>
LABORATÓRIO FILOSÓFICO “SORGE LEBENS”: MAIORIDADE PENAL E SUAS IMPLICÂNCIAS	
Everton Luis Israel Ribas Vanessa, Steigleder Neubauer Rafael Vieira de Mello Lopes Fagner Cuozzo Pias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>221</b>
MOVIMENTOS SOCIAIS E INTERNET	
Nildo Viana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>236</b>
O TRABALHO NAS ECONOMIAS COLABORATIVAS: A PRECARIZAÇÃO E O DISCURSO DA GLAMOURIZAÇÃO	
Carlos Roberto Santos Vieira Elaine Di Diego Antunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>243</b>
PRÁTICAS ORGANIZACIONAIS EM UMA ASSOCIAÇÃO DE CATADORES: UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DE CERTEAU	
Franciely Chropacz Yára Lúcia Mazziotti Bulgacov	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>249</b>
PROJOVEM URBANO: UM PROGRAMA INOVADOR PARA A JUVENTUDE?	
Vanessa Batista Mascarenhas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>260</b>
SENTIMENTOS E SENSações: O MARKETING DE EXPERIÊNCIA COMO ALIADO NA FIDELIZAÇÃO DE CLIENTES	
Guilherme Juliani de Carvalho Briza Gabriela Moreira Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>271</b>
TRABALHO PENOSO EM TEMPOS DE PRECARIZAÇÃO SOCIAL DO TRABALHO NO BRASIL: (DES)CONSTRUINDO CONCEITOS	
Magda Cibele Moraes Santos Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>286</b>
TUTELA DO ANIMAL DOMÉSTICO: UMA BREVE RETROSPECÇÃO DO PERÍODO PRÉ-HISTÓRICO DA HUMANIDADE AOS DIAS ATUAIS NO ÂMBITO DAS CONSTITUIÇÕES FEDERAIS BRASILEIRAS DE 1824 A 1988	
Nilsen Aparecida Vieira Marcondes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.95119260423</b>	



## CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA RESSIGNIFICAÇÃO DO CONCEITO DE QUANTIDADE DE MATÉRIA POR PARTE DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA

**Sandra Franco-Patrocínio**

Universidade Federal de São João del-Rei

São João del-Rei - MG

**Ivoni Freitas-Reis**

Universidade Federal de Juiz de Fora

Juiz de Fora - MG

**RESUMO:** O presente artigo discute os resultados de uma intervenção didática, em uma turma de graduação em Licenciatura em Química, na qual utilizamos de uma abordagem alicerçada na História da Ciência, com o objetivo de ressignificar o conceito de Quantidade de Matéria e sua unidade, o mol. Para tanto, apresentamos uma análise das atividades realizadas durante o desenvolvimento da estratégia de ensino, e quais os impactos na aprendizagem dos estudantes participantes. Os resultados nos indicaram que, a princípio, os estudantes em início da formação superior ainda apresentavam defasagem em conceitos químicos importantes, tais como o conceito de Quantidade de Matéria. Depois de realizada a intervenção, identificamos que houve um aumento acentuado no número de acertos das questões propostas. Sendo assim, percebemos que a História da Ciência pode contribuir para ressignificar conceitos científicos por parte dos alunos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Quantidade de Matéria;

História da Ciência; Ressignificação de conceitos.

**ABSTRACT:** The present article discusses the results of a didactic intervention of a graduation group in Chemistry Degree, with the objective of using the History of Science, for to re-signify the concept of Matter and its unit, mol. "For this purpose, we present an analysis of the activities during the development of the teaching strategy and the learning support of the participating students. The results indicated that, in the beginning, the students presented a lag in important chemical concepts, such as the Quantity of Matter concept. After the intervention, we identified that there was a marked increase in the number of correct answers to the proposed questions. Thus, we realize that the History of Science can contribute to re-signify scientific concepts on the part of the students.

**KEYWORDS:** Amount of Matter; History of Science; Resignification of concepts.

### 1 | INTRODUÇÃO

Embora essa mudança conceitual não traga quaisquer benefícios práticos imediatos à nossa capacidade de compreender melhor o mol, ela realinha a definição do mol com a maneira como a maioria dos químicos a entende (MARQUARDT et

A citação que abre este artigo faz parte do Relatório Técnico da *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) sobre a redefinição do mol, de 2018. Nela percebemos que a mudança conceitual sobre o mol pode trazer novos desafios aos professores de Química, especialmente no que diz respeito às metodologias de ensino que se preocupem em contribuir para a aprendizagem do mol.

É relevante compreender que as unidades de medida, assim como o mol, possuem a mesma definição em qualquer lugar do mundo. Isso, pois em 1948 foi instituído o Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM), durante a 9ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), cujo objetivo principal era recomendar um único sistema que pudesse ser adotado por todos os países que aderissem à Convenção do Metro (CGPM, 1949).

Em 1954, na 10ª CGPM, foi adotado um sistema de unidades de medida para uso internacional. O sistema continha seis unidades base: metro, quilograma, segundo, Ampere, grau Kelvin e candela. Esse sistema internacional foi denominado de “*Système International d’Unités*” (SI), o qual a abreviação SI fora adotada na 11ª CGPM. A sétima unidade base, o mol, foi adicionado ao SI em 1971, na 14ª CGPM (MARQUARDT et al., 2018).

Assim, a definição de mol comumente empregada até o final de 2017 era a seguinte:

1. O mol é a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos em 0,012 kg de carbono-12; seu símbolo é ‘mol’.
2. Quando o mol é utilizado, as entidades elementares devem ser especificadas e podem ser átomos, moléculas, íons, elétrons, outras partículas ou grupos específicos de tais partículas (CGPM, 1972, p.78, tradução nossa).

Percebemos que esta definição para a Quantidade de Matéria e sua unidade - o mol - é dependente da definição de quilograma; ou seja, a definição de Quantidade de Matéria refere-se a um número bem determinado de entidades em certa massa fixa de carbono-12. A unidade base quilograma é fundamentada em um artefato: um cilindro de platina-irídio, fabricado em 1879 - o protótipo internacional de quilograma (IPK) -, e armazenado no *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM), além do artefato armazenado no BIPM, há também, seis cópias oficiais (Marquardt et al., 2017). A massa  $m_{IPK}$  é de 1 Kg por definição, e foi observado que o protótipo do quilograma e suas seis cópias oficiais mostraram certa divergência de calibração ao longo do tempo.

Nesse sentido, a 21ª CGPM recomendou que os laboratórios se esforçassem para aperfeiçoar experimentos que ligassem a unidade de massa às constantes fundamentais, visando uma redefinição futura do quilograma (Marquardt et al., 2017; Marquardt et al., 2018).

Durante a 23ª reunião do Comitê Consultivo das Unidades (UCC), em setembro

de 2017, foi proposta uma nova definição para o mol, a qual será submetida à 26ª CGPM, que ocorrerá em novembro de 2018. A nova definição é a seguinte:

O mol, o qual o símbolo também é mol, é a unidade do SI da quantidade de matéria. Um mol contém exatamente  $6.022\ 140\ 76 \times 10^{23}$  entidades elementares. Este número é o valor numérico fixo da constante de Avogadro,  $N_A$ , quando representado por  $\text{mol}^{-1}$ , e é chamado de número de Avogadro. A quantidade de matéria, de símbolo  $n$ , de um sistema é uma medida do número de entidades elementares específicas. Uma entidade elementar pode ser um átomo, uma molécula, um íon, um elétron, qualquer outra partícula ou grupo de partículas específica (MARQUARDT et al., 2018, p. 177, tradução nossa).

Continuando as discussões do relatório da IUPAC, Marquardt et al. (2018) tecem observações explicativas sobre a definição, as quais destacamos duas:

1. Embora o nome completo da quantidade seja quantidade de matéria, a palavra “matéria” é um nome temporário e deve ser substituída pelo nome da substância real. Assim, por exemplo, fala-se da “quantidade de água”,  $n(\text{H}_2\text{O})$ , ao invés de “quantidade de matéria da água”.

2. O nome “quantidade de matéria” não é universalmente considerado uma boa escolha e essa quantidade também é chamada algumas vezes de “quantidade química”. Um exame completo de um potencial nome alternativo para a quantidade de matéria,  $n$ , deve ser feito (MARQUARDT et al., 2018, p. 177, tradução nossa).

Para a constante de Avogadro, o valor atualmente aceito é dado pelo Comitê de dados para Ciência e Tecnologia (CODATA), sendo de  $6.022\ 140\ 857(74) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , com uma incerteza padrão relativa de  $1,2 \times 10^{-8}$  (MOHR, NEWELL, TAYLOR, 2016).

Concordamos com a discussão e busca de uma definição para o mol que se mostre independente de outras grandezas do SI. Apesar de que a redefinição do mol não trouxe grandes modificações na definição para a grandeza Quantidade de Matéria e sua unidade - o mol -, observamos que ela faz com que os estudantes se sintam confusos sobre qual definição usar. Além disso, se faz necessário atualizar os docentes sobre essa nova informação, enfatizando que essas mudanças devem ser discutidas em sala de aula, visando sempre o desenvolvimento e aprimoramento da ciência.

Nesse sentido, este estudo tem como objetivo mostrar os resultados de uma estratégia didática alicerçada na história da ciência, cuja finalidade era ressignificar o conceito de Quantidade de Matéria por parte do Licenciando em Química em fase inicial de curso.

## **2 | DIFICULDADES DE ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONCEITO QUANTIDADE DE MATÉRIA E DA SUA UNIDADE - O MOL: LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO**

Ao fazermos uma análise detalhada de artigos, de dissertações e de trabalhos apresentados em eventos científicos, percebemos que a temática é abordada em quatro vieses distintos, a saber: revisão de literatura, como docentes abordam o assunto em sala de aula, como o tema é tratado nos Livros Didáticos (LD) e estratégias didáticas criadas para favorecer a aprendizagem. Sendo assim, na presente revisão,

discutiremos o levantamento bibliográfico, seguindo esses quatro grandes eixos.

É importante salientar que a maioria desses estudos tinha como foco de pesquisa a atividade docente ou as estratégias didáticas. Entretanto, todos utilizaram os LD como objeto a ser investigado, mesmo que de forma secundária.

Observamos que as duas principais revisões de literatura realizadas sobre o tema são de âmbito internacional. Na primeira, Dierks (1981) delimitou seu levantamento nas produções de três décadas, compreendidas entre 1953 a 1980. Sua revisão abrangeu aproximadamente 300 artigos que discutiam o conceito de mol. Em seu levantamento foi possível perceber que muitos químicos continuaram a usar velhas definições como, por exemplo, o termo “número de mols”, por questão de hábito.

Por outro lado, em relação às dificuldades de aprendizagem do mol, os artigos identificaram, principalmente, aspectos relacionados ao uso do mol em cálculos estequiométricos. Em suas conclusões, o autor afirmou que, mesmo com esse número relativamente alto de publicações, era possível perceber que ainda persistiam os problemas referentes ao tema no contexto de sala de aula, uma vez que poucos alunos compreendiam o mol como uma unidade de contagem; apresentando dificuldades em relação às palavras parecidas, tais como: mol, molécula, molecular, molar.

Duas décadas depois, Furió, Azcona e Guisasola (2002) publicaram um artigo com o mesmo objetivo, ou seja, fazer um levantamento das publicações que versavam sobre o tema Quantidade de Matéria. Nessa revisão, os autores consideraram mais de uma centena de publicações das principais revistas internacionais.

Como resultado, eles identificaram que a maioria dos trabalhos publicados abordava o tema a partir de diferentes aspectos: as percepções dos alunos; as percepções dos professores; as novas perspectivas didáticas levantadas à luz da psicologia da aprendizagem; o ponto de vista histórico e filosófico sobre a origem do conceito; os pré-requisitos necessários para aprender; e a análise do conceito nos LD.

Os autores identificaram uma discrepância entre o que é aceito pela comunidade científica e o pensamento dos professores. Segundo os pesquisadores, esse desacordo influencia no ensino nos seguintes aspectos:

- a) O conceito de quantidade de matéria não é introduzido na grande maioria dos programas educacionais de química. Nesse sentido, a quantidade de matéria é geralmente identificada como massa ou como número de entidades elementares, ignorando o seu significado atual, como uma quantidade para contar as partículas.
- b) Os termos quantidade de matéria e mol são confundidos com conceitos contidos na teoria atômico-molecular, tais como massa molar, constante Avogadro (...).
- c) Dificuldades de sequenciamento dos conteúdos para introduzir o conceito de mol e a inadequação das metodologias de ensino comumente usados (FURIÓ et al., 2002, p.238, tradução nossa).

Entretanto, em relação aos estudantes, os autores concluíram que:

- a) Os alunos carecem de uma concepção científica do mol.

b) A maioria dos estudantes identificou o mol como uma massa, como um volume ou como um número de entidades elementares.

c) Os estudantes desconhecem o significado da grandeza “Quantidade de matéria”, evitando sua utilização e não identificam o mol como sua unidade.

d) Os alunos confundem frequentemente o nível macroscópico de representação (massa molar) com o microscópico (massa atômica e massa molecular).

e) Os alunos frequentemente identificam a proporção de moléculas com a proporção de massas e a proporção de massas com a proporção de massas molares (p.238, tradução nossa).

Sendo assim, a revisão da literatura realizada por Furió et al. (2002) apontou uma discrepância entre o que é aceito pela comunidade científica e o pensamento dos professores. Esse fato reflete as informações contidas nos LD e, conseqüentemente, influencia na compreensão desse tema pelos estudantes.

O segundo viés tratado nos artigos está relacionado à forma com a qual os docentes abordam a temática Quantidade de Matéria em suas aulas. Como dito anteriormente, é importante observar que esses trabalhos sempre foram acompanhados pela análise realizada nos LD, os quais faziam parte do contexto da pesquisa.

Em um trabalho empírico realizado por Hawthorne (1973) foi ratificado que muitos docentes estão ensinando erroneamente a constante de Avogadro, pois a maioria deles se equivoca ao tratar os termos mol e constante de Avogadro como sinônimos.

Hawthorne (1973) buscou observar como artigos e livros de Química abordavam o mol e a constante de Avogadro, para perceber se essas obras também cometiam o mesmo equívoco que os docentes. Para isto, ele fez uma revisão bibliográfica das principais publicações dos periódicos nos cinquenta anos anteriores, além de 104 livros de Química, amplamente encontrados em diversas bibliotecas americanas. Como resultados, ele constatou que os textos não tratavam pedagogicamente o tema em questão, fazendo uma mera menção ao assunto. Além disso, 70% dos textos traziam o valor numérico para a constante de Avogadro. Por último, o autor acrescentou que a abordagem do tema foi crescendo progressivamente nas últimas três décadas analisadas.

Resultados congruentes aos apresentados por Hawthorne (1973) foram obtidos por Furió et al. (1999). Com o objetivo de discutir as implicações didáticas das dificuldades epistemológicas em relação ao mol no ensino de Química, os autores descreveram a origem e evolução do conceito de Quantidade de Matéria e de mol na perspectiva da História da Ciência.

Além disso, discutiram a dicotomia entre o pensamento dos professores de Química e as recomendações da comunidade científica internacional em relação à definição do conceito de Quantidade de Matéria. Ainda, eles comentaram que como o mol é um termo cunhado pelos cientistas para facilitar os cálculos de Química, as concepções dos alunos a esse respeito não podem ser consideradas como concepções intuitivas.

Isso, porque, muitas vezes, seu ensino ocorre a partir de uma instrução insuficiente do professor ou por estratégias inadequadas. No trabalho, os pesquisadores procuram responder às seguintes questões:

- 1) Que ideias os professores de Química da escola básica têm sobre os conceitos de quantidade de matéria e sua unidade, mol?
- 2) Em que medida o pensamento dos professores sobre esses conceitos está de acordo com o significado atualmente atribuído a eles pela comunidade química internacional, expresso nas recomendações da IUPAC?
- 3) Existe alguma relação entre as dificuldades de compreensão desses conceitos pelo corpo docente e a construção histórica desse conhecimento? (FURIÓ et al., 1999, p.360, tradução nossa).

Para responder a essas questões, os autores empregaram como amostra 89 professores licenciados em Química, pertencentes às diferentes áreas geográficas (País Basco, Valência e Valladolid); professores do ESO e bacharelado (total = 47) e professores universitários de Química Geral do primeiro ano (total = 6), todos atuantes no momento da pesquisa. Por outro lado, na análise dos LD, a amostra consistiu de 87 livros, todos editados no período 1976-96. Desses, 62 eram destinados ao nível de ensino secundário (16-17 anos) e 25 eram de Química secundária geral (18 anos) e primeiro ano da universidade.

Como resultado, os autores identificaram que a introdução da grandeza é evitada, sendo comum a ocorrência de equívocos conceituais, como o emprego do conceito de Quantidade de Matéria como massa, por exemplo.

Em relação aos LD, foi observado que a Quantidade de Matéria é dificilmente considerada nos textos de ensino da Química ao longo do período analisado, embora entre 1986 a 1996 tenha havido uma pequena evolução positiva. Nos textos, não se pergunta explicitamente sobre o conceito de Quantidade de Matéria, e esse nem é considerado como um tópico de avaliação no final do capítulo. Apenas um terço dos 87 textos analisados refere-se ao tipo de problema geral que tenta resolver a introdução do conceito de mol, e em poucas obras há comentários históricos sobre aspectos relacionados à origem e à evolução do conceito.

Ainda em âmbito internacional, Abrantes, Vieira e Silva (2003) trabalharam com docentes com vários anos de experiência, graduandos de licenciatura, além de alunos cursistas do primeiro ano de Química na Universidade de Aveiro.

A partir de respostas coletadas por meio de um questionário, os autores constataram que muitos docentes apresentavam uma definição inadequada sobre o conceito, além de não terem sido observados, entre os professores, conhecimentos relacionados à origem e à evolução do conceito de mol. Em relação aos alunos, as autoras perceberam semelhanças no grau de conhecimento. Finalmente, nos LD elas observaram certa falta de rigor na terminologia empregada em relação aos conceitos em questão.

Seguindo essa perspectiva, em âmbito nacional, Rogado (2005) também analisou as dificuldades de ensino e aprendizagem da grandeza Quantidade de Matéria e de sua unidade de medida. Para isto, ele trabalhou com 50 alunos do 6º e 7º semestres de curso de licenciatura em Química; 29 professores em exercício no ensino médio; 5 professores formadores, atuantes em curso de Licenciatura em Química. Além disso, ele analisou 38 livros didáticos e manuais de professores, sendo 32 destinados ao ensino médio e 6 ao ensino superior.

Como resultados, sua investigação apontou uma tendência de pensamento dos professores de Química sobre os conceitos de Quantidade de Matéria e mol desconexos do significado que lhes é atribuído pela comunidade científica: a maioria dos professores desconhece a grandeza, utilizando ‘número de mols’ em seu lugar, atribuindo-lhe a ideia de uma ‘massa química’ ou um ‘número de Avogadro’ de entidades elementares. A análise de textos e livros didáticos confirma o entendimento de que a grandeza Quantidade de Matéria não é tratada, sendo substituída por ‘número de mols’.

Nesse sentido, são empregadas adaptações impróprias do conceito de mol, incorporando o significado equivalentista original do início do século. Além disso, a ausência da abordagem histórica e o tratamento apromblemático dos conceitos são quase uma unanimidade entre os materiais investigados.

Ratificamos que Soares (2006) desenvolveu sua dissertação de mestrado a partir de uma proposta de abordagem histórica do conceito de Quantidade de Matéria. A pesquisadora aplicou um questionário aos docentes atuantes na educação básica e constatou que a maioria não compreendia corretamente o conceito.

A autora também identificou que os LD utilizados não colaboram para favorecer um maior entendimento, resultando em dificuldades de aprendizagem dos alunos. Assim, ela defende que uma abordagem alicerçada na HC pode contribuir para a compreensão da grandeza Quantidade de Matéria.

Em pesquisa nacional, ao analisarem exclusivamente os livros didáticos de Química do Ensino Médio, os autores Mól, Ferreira, Silva e Laranja (1996) encontraram resultados congruentes às pesquisas discutidas anteriormente.

Os referidos autores observaram que alguns livros apresentam a constante de Avogadro como sendo um número determinado experimentalmente a partir de um padrão adotado; outras obras tratam da constante de forma errônea; e algumas remetem à homenagem feita a Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro (1776-1856). Assim, “a maioria dos livros falha em fornecer aos alunos uma ideia real de como é feita tal determinação, ficando muitas vezes a ideia de que é um número mágico que surge não se sabe de onde” (MÓL et al., 1996, p. 32).

Diante do exposto, podemos afirmar que há décadas as dificuldades que os professores apresentam para ensinar a temática, assim como os problemas apresentados nos LD têm sido investigadas.

Leite (2002) comenta que os professores dependem fortemente de livros didáticos

para selecionar o conteúdo histórico que incluem em suas aulas de ciências. Nesse sentido, é importante que a abordagem do tema nos LD seja realizada de forma mais completa possível. A autora complementa afirmando que a educação científica deve focar no aprendizado sobre a ciência, e que a História da Ciência pode contribuir muito para isso.

Em relação às estratégias didáticas, Lourenço e Marcondes (2003) relatam a criação de um plano de ensino na perspectiva do ciclo de aprendizagem de orientação piagetiana, constituído pelas fases de exploração, invenção e aplicação; com os objetivos de levar à aprendizagem do conceito de mol como unidade de Quantidade de Matéria e de propiciar aos estudantes do primeiro ano do ensino médio oportunidades de fazer uso desse conceito no estudo quantitativo das transformações químicas, através do emprego de raciocínio proporcional e não simplesmente de algoritmos.

Para a realização do ciclo de aprendizagem, as autoras empregaram atividades experimentais, leitura e discussão de textos. Como resultados, foi possível inferir que houve uma melhora acentuada na compreensão dos estudantes, que conseguiam fazer relação tanto em nível macroscópico, quanto microscópico.

Nessa mesma perspectiva, Colagrande (2008) desenvolveu, em sua dissertação de mestrado, um *software*, na forma de jogo didático virtual, baseado na teoria da atividade de Leontiev.

O jogo, que tinha como objetivo principal auxiliar estudantes do ensino médio na aprendizagem do mol, era baseado nas dificuldades relatadas em entrevistas com estudantes e professores. Ele é composto por três fases, das quais duas exploraram conceitos matemáticos, como reconhecimento de fórmulas, cálculos e relações proporcionais. Já a última fase, abordava o conceito de mol especificamente.

A autora concluiu que o jogo foi eficaz e motivador pelo seu aspecto lúdico e educativo, tendo colaborado com a aprendizagem da maioria dos educandos.

A partir desta revisão da literatura, podemos perceber que há entraves tanto no ensino quanto na aprendizagem do conceito de Quantidade de Matéria e de sua unidade, o mol. E essa percepção torna ainda mais relevante a nossa proposta de intervenção.

### 3 | O CAMINHO METODOLÓGICO

A intervenção ocorreu na disciplina de Introdução à Educação Química, oferecida no segundo semestre do ano de 2017, para alunos do curso de Licenciatura em Química de uma universidade federal. Realizamos o trabalho com duas turmas, uma no período diurno matutino e outra no noturno. As turmas tinham o mesmo docente responsável, o qual seguiu um único cronograma para ambas. A disciplina era oferecida uma vez por semana, com carga horária de duas horas.

A turma do período diurno era composta por 25 estudantes, os quais, em sua

maioria, cursavam o segundo ou terceiro período do curso de Licenciatura em Química, com exceção de dois estudantes: um já em fase de conclusão de curso e outra, que é bacharela em química, cursando doutorado na mesma área e, concomitantemente, a licenciatura.

Já a turma do período noturno, composta por 16 alunos, era mais heterogênea, havendo estudantes desde os períodos iniciais e outros já mais avançados na graduação, sendo que estes últimos estavam desperiodizados, impossibilitando-nos precisar em qual momento exato do curso encontravam-se.

Com o intuito de acompanhar a evolução dos estudantes, analisamos somente os resultados dos participantes de todas as etapas da intervenção. Na turma da manhã, 20 alunos participaram integralmente das atividades; e, na turma da noite, 11 estudantes. A intervenção realizada nas duas turmas seguiu o mesmo planejamento, sem prejuízo a nenhuma delas.

Para a coleta de dados da pesquisa foram utilizados os seguintes instrumentos: o pré e pós-teste, as respostas ao estudo dirigido, a proposta de confecção de uma página para um livro didático fictício e as respostas à questão da avaliação. Em relação ao pré-teste, pós-teste e ao estudo dirigido, esses foram elaborados, em acordo com os aportes de Gil (2008), e autoaplicados. A autoplicação significa que o investigado responde às questões, que incluem as do tipo dissertativas, sem a interferência do pesquisador.

Para analisarmos as respostas aos questionários e à atividade avaliativa da disciplina, nos debruçamos na Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011), em que são destacadas ideias, enunciados e proposições do texto que possam ter significado isolado, ou seja, são determinados os núcleos de sentido que compõem a comunicação, e, cuja presença, ou frequência de aparição, possa significar alguma coisa para o objetivo escolhido.

Com base em Bardin (2011), foi realizada uma análise temática que consistiu em três fases: a) pré-análise; b) exploração das respostas; e c) tratamento dos resultados e interpretação.

Na primeira etapa, realizamos uma leitura flutuante, a fim de termos uma dimensão das respostas dos estudantes. Em um segundo momento, fizemos a exploração do material a partir de uma leitura mais criteriosa e, por fim, interpretamos os resultados, considerando as categorias estabelecidas.

Por se tratar de dimensões epistemológicas, as categorias foram escolhidas a *priori*, sendo elas: respostas corretas, parcialmente corretas, incorretas e não respondeu; já para a questão na qual o estudante indicava sua opinião as categorias foram definidas a *posteriori*.

A intervenção embasou-se no seguinte percurso:

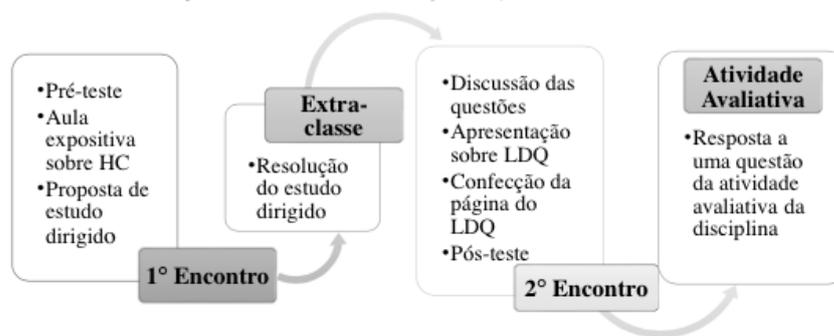


Figura 1: Percurso empregado na proposta de intervenção.

É importante salientar que nossa estratégia didática passou por uma validação, na mesma disciplina de Introdução à Educação Química, que é oferecida anualmente. No ano anterior aos resultados aqui apresentados, realizamos a intervenção com os discentes da disciplina, momento o qual pudemos analisar se nossos instrumentos de avaliação foram bem confeccionados e se estávamos conseguindo abarcar neles as necessidades que julgávamos essenciais para nossa futura análise.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### O primeiro encontro

No primeiro encontro, depois de explicarmos os objetivos do desenvolvimento da atividade, foi aplicado um pré-teste com o objetivo de percebermos quais eram os pontos que precisavam de uma abordagem mais detalhada em um segundo encontro; e, também, para que pudéssemos analisar o desenvolvimento dos sujeitos participantes depois de findada a intervenção.

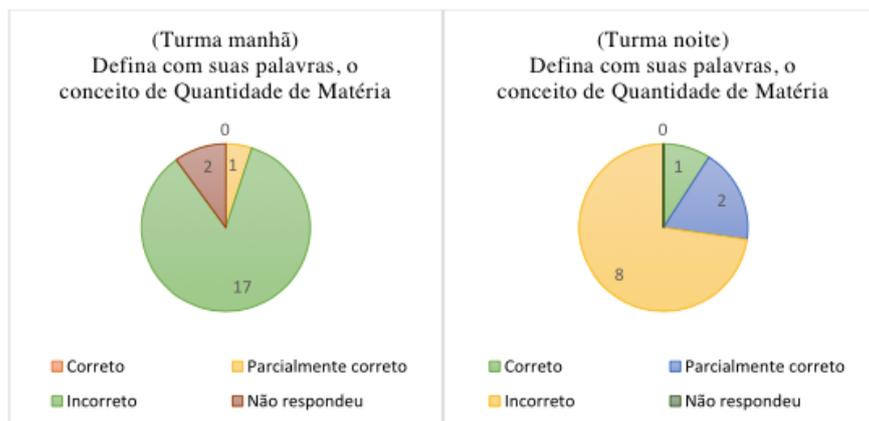
Vale ressaltar que, ao realizarmos a intervenção posteriormente à validação, tivemos na turma do turno da manhã, uma estudante que foi reprovada na disciplina anteriormente. Para que nossos resultados não fossem influenciados pela estudante - que já conhecia boa parte do que trabalhamos - optamos por retirar do *corpus* de análise as atividades por ela elaboradas. Isso, principalmente por termos percebido que, no pré-teste, a discente o respondeu correto integralmente, nos mostrando que ela retinha o conhecimento por nós abordado no ano anterior.

O pré-teste foi respondido pelos estudantes (na análise dos dados, empregaremos a letra “E” para designar estudante, seguida da letra “M” para o turno manhã ou da letra “N” para o turno noite) durante os primeiros 20 minutos da aula. Ao analisá-lo observamos que a maioria não compreendia o conceito de Quantidade de Matéria e mol de forma correta.

Os resultados aqui apresentados foram levantados antes da redefinição de mol. Quando iniciamos a intervenção, em 2017, a definição em vigor era a proposta em 1971, justificando assim, o emprego dela para a análise dos dados.

Na primeira questão, pedimos para que o estudante definisse, com suas palavras, o conceito de Quantidade de Matéria.

Constatou-se que na turma da manhã, um estudante respondeu parcialmente correto, 17 de forma incorreta e outros dois estudantes não responderam. Já na turma da noite, um estudante respondeu de forma correta, dois de maneira parcialmente correta e outros oito estudantes se equivocaram na resposta.



Figuras 2: Resposta à Questão 1, turma manhã e noite, respectivamente.

Um dado que chamou bastante a atenção foi a recorrência de respostas em ambas as turmas em que os estudantes confundiram o conceito de Quantidade de Matéria com o conceito de Matéria, como é possível perceber: “É tudo que possui massa e volume e ocupa um lugar no espaço” (EM19), e “é tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço” (EN9).

Como respostas parcialmente correta, consideramos àquelas em que é perceptível que o aluno tem certa compreensão do assunto, mas pode não saber expressá-la adequadamente, como por exemplo: “Está relacionado ao número de partículas que compõem o sistema” (EM4), e “É uma quantidade  $x$  de um composto, elemento ou substância equivalente a 1 mol do mesmo” (EM8).

Resultado parecido foi encontrado por Silva, Sousa e Oliveira (2013) os quais mostraram o panorama de uma pesquisa, em que alunos responderam a um questionário, e nele foi possível depreender que a grandeza Quantidade de Matéria é apenas memorizada pelos educandos, apresentando dificuldade de compreensão de tal conceito.

Na segunda questão, em que perguntamos a diferença ou semelhança entre os termos Quantidade de Matéria, Massa, Volume e Constante de Avogadro, a maioria respondeu equivocadamente, sendo dezesseis dos vinte estudantes da turma da manhã e sete dos onze estudantes da turma da noite. Como pode ser observado na Figura 3, a qual estabelece um comparativo entre as duas turmas:

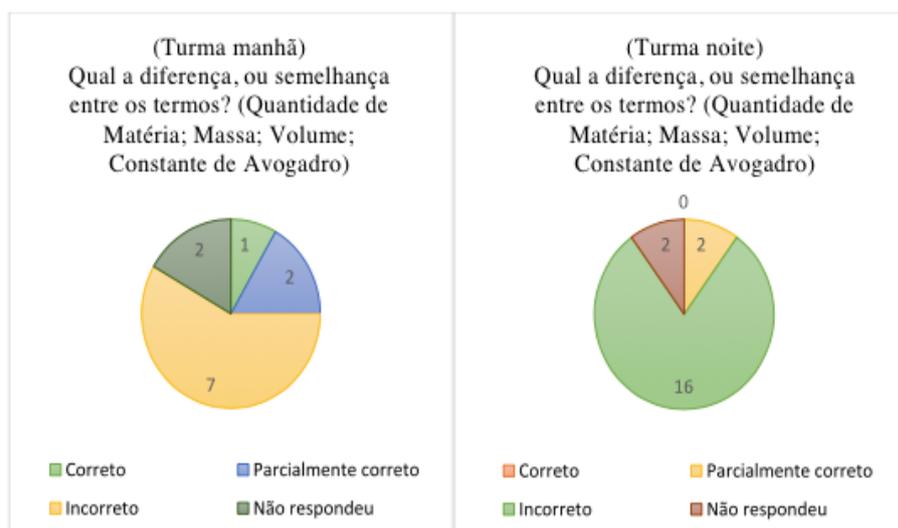


Figura 3: Resposta à Questão 2, turma manhã e noite, respectivamente.

Consideramos respostas parcialmente corretas àquelas em que o discente foi capaz de explicar algum conceito de forma correta, como por exemplo:

Quantidade de matéria: número de partículas que compõe o sistema. Massa: é uma unidade de medida, relacionado à substância sólida. Volume: unidade de medida, relacionado a substâncias líquidas (EM4).

Todos utilizados em cálculos estequiométricos (EM3).

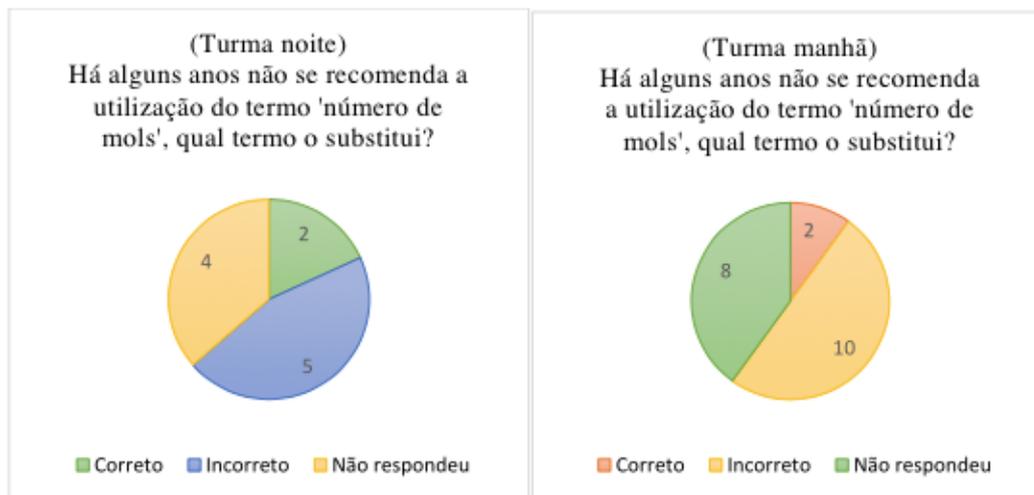
A constante de Avogadro representa a quantidade de matéria (moléculas) em um mol. Massa é uma medida de quantidade e volume é o espaço ocupado (EN2).

Já as respostas incorretas, percebemos que os discentes não possuíam compreensão de nenhum termo, assim: “Nomes diferentes; mas o sentido é o mesmo” (EM11).

As respostas apresentadas pelos estudantes nas questões 1 e 2 corroboram com os resultados encontrados por Rogado (2000). O autor constatou que o conceito de Quantidade de Matéria e a unidade mol apresentavam sérias dificuldades de aprendizagem por parte do aluno, principalmente na distinção entre Quantidade de Matéria e Massa. Lourenço e Marcondes (2003) também verificaram que os alunos das séries iniciais do Ensino Médio, em sua maioria, definem mol como unidade de massa e não de Quantidade de Matéria, além de que alguns estudantes universitários também apresentam essa concepção (GARCIA, PIZARO, PEREIRA, 1990).

Já na terceira questão, comentamos que não é recomendando o emprego do termo número de mols e questionamos qual o termo que o substitui.

Analisando os resultados expressos na Figura 4, observamos que a maioria dos estudantes respondeu erroneamente ou não soube responder.



Figuras 4: Resposta à Questão 3, turma manhã e noite, respectivamente.

Algumas das respostas foram: “Quantidade de mols” (EM1; EM11; EN3); “Molaridade” (EM6; EN6); “Massa molar” (EM8; EM14); “Constante de Avogadro” (EN9); e “Número de moléculas” (EM2; EM3; EN8).

Na sequência do questionário pedimos ao estudante que definissem mol. As respostas expressas na Figura 5 nos mostram que os estudantes apresentam dificuldades para definir Mol.

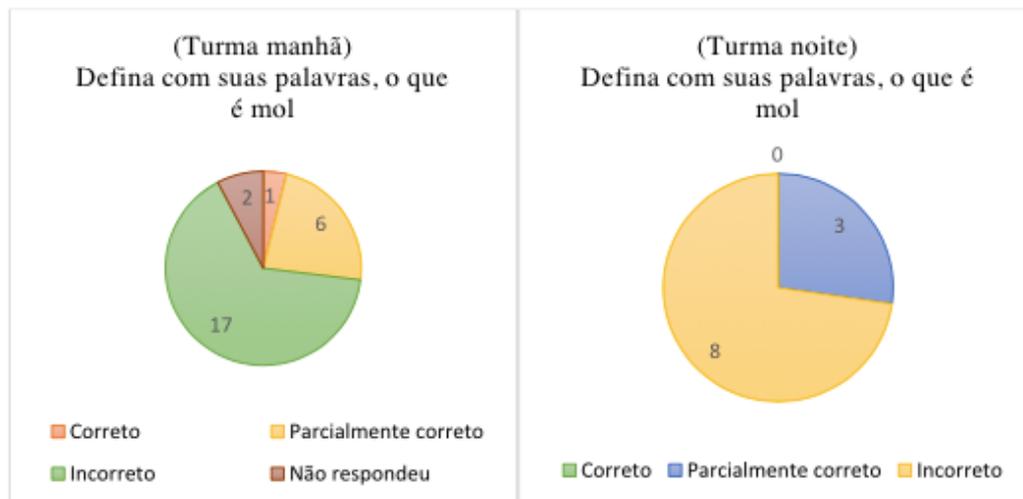


Figura 5: Resposta à Questão 4, turma manhã e noite, respectivamente.

A maioria, que foi alocada na categoria de respostas erradas, atribuiu a definição de outros termos ao mol. O estudante EM2 atribuiu o sentido da constante de Avogadro para explicar o mol: “Mol é uma unidade de matéria microscópica transformada para macroscópica”.

Outro estudante (EN09) trouxe uma discussão próxima ao significado de Quantidade de Matéria, tendo afirmado que “Mol é a quantidade de partículas que existem num determinado átomo ou molécula”. Ou “Um mol é uma constante que

foi definida a partir de um determinado composto como referência para o estudo de outros (EN1)”.

Na questão cinco, questionamos sobre o significado da Constante de Avogadro, e foi possível perceber que a maioria apresenta concepções erradas sobre o conceito, como apresentado na Figura 6, que segue:

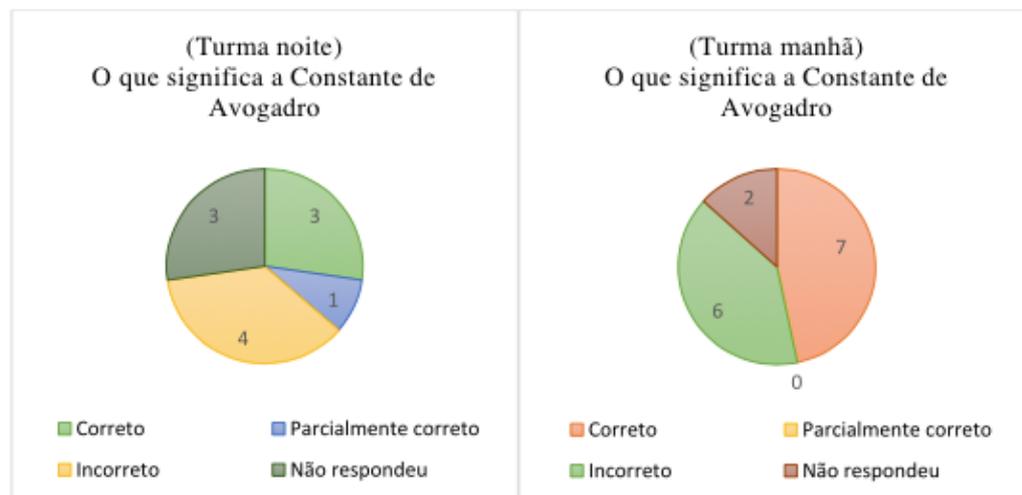


Figura 6: Resposta à Questão 5, turma manhã e noite, respectivamente.

São exemplos de respostas equivocadas:

A constante de Avogadro equivale a  $6,02 \cdot 10^{23}$  mols, ela equivale a uma unidade de massa atômica (EM15).

A constante que se usa na definição de um mol, a constante usada na transformação de unidade de massa molecular para gramas (EM13).

Na última questão, indagamos sobre o conhecimento do contexto histórico que permeia o tema tratado (Figura 7). A grande maioria não respondeu à questão; e, outros afirmaram que, em algum momento, em sua trajetória de estudos, teve contato com o assunto do ponto de vista histórico, mas não se lembravam.

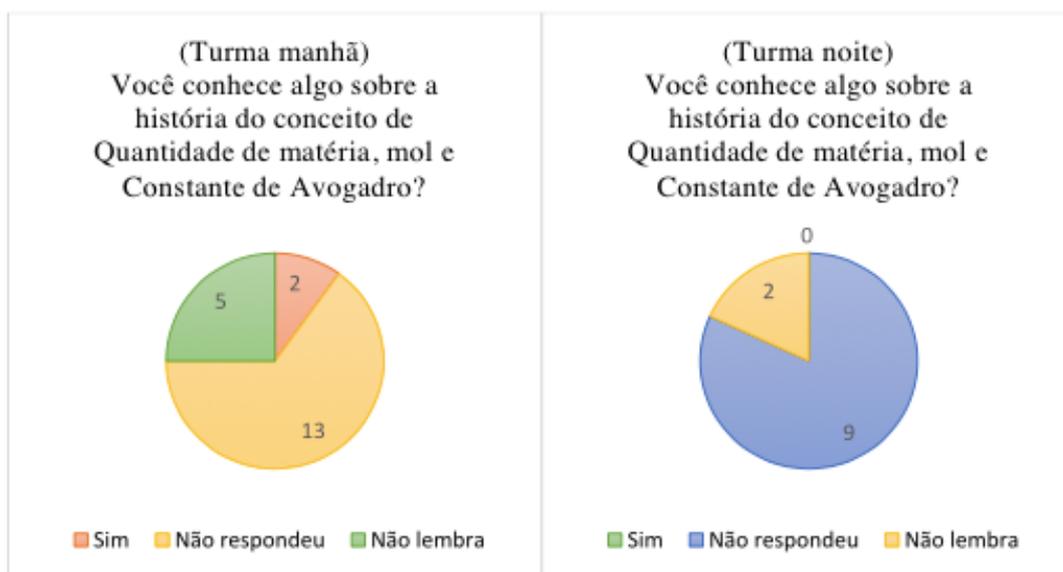


Figura 7: Resposta à Questão 6, turma manhã e noite, respectivamente.

Os estudantes que responderam à questão positivamente afirmaram que “Um pouco. Dalton com sua teoria que o átomo é maciço e indivisível contribuiu bastante (EM5)”; e outro “Sim, o mol foi desenvolvido a partir da massa atômica do carbono 12 (EM15)”. A partir dessas respostas, percebemos que o conhecimento sobre a HC, envolvido na construção do conceito de Quantidade de Matéria, ainda é muito superficial.

Podemos observar que o educando compreende o mol como uma simples grandeza, refletindo, assim, numa memorização mecânica em detrimento da compreensão dos fenômenos.

Essa compreensão da ciência faz com que o aluno tenha uma visão dogmática dela. Segundo Martins (2006), o estudo adequado de episódios históricos permite perceber o processo social - coletivo - e gradativo de construção do conhecimento, possibilitando formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações.

Depois de realizado o pré-teste, seguimos com uma exposição realizada por uma das pesquisadoras sobre o contexto histórico que permeia o tema, desde o atomismo daltônico até a nomeação da constante de Avogadro por Perrin.

Essa exposição histórica teve duração de aproximadamente 40 minutos, e utilizamos de imagens e de ilustrações que representaram o assunto, de forma que os estudantes puderam remeter a objetos de séculos passados, os quais não são comuns a eles.

Durante a exposição, procuramos incentivar a participação dos alunos, propiciando com que apresentassem seus questionamentos e curiosidades. Isso, pois, concordamos com a afirmação de Abd-El-Khalick e Lederman (2000) que a abordagem de aspectos da natureza da ciência em sala de aula deve ser realizada de forma contextualizada, explícita e reflexiva; sendo necessário enfatizar os conteúdos

epistemológicos ou elementos de história ao tratar determinados conceitos ou episódios históricos, oportunizando ao estudante refletir acerca deles.

Em seguida, foi pedido aos estudantes para que formassem grupos, e a eles foi entregue uma apostila que abordava a temática da Quantidade de Matéria a partir da HC. Iniciamos trazendo o atomismo defendido por John Dalton (1766-1844) e concluímos com a definição da constante de Avogadro por Jean Baptiste Perrin (1870-1942), assim como fizemos na exposição oral.

Essa apostila tinha por objetivo dar suporte para a atividade seguinte, além de guiá-los para pesquisas autônomas realizadas fora da sala de aula.

Propomos um estudo dirigido cujos objetivos eram gerar discussões entre os integrantes do grupo e contribuir para que reelaborassem o conceito tema da pesquisa a partir do desenvolvimento das respostas.

Acreditamos que a escrita das respostas é um instrumento de aprendizagem muito importante, e com grande potencial para aumentar o entendimento sobre o assunto, uma vez que demanda um pensamento reflexivo que estimula a reorganização de ideias (RIVARD, STRAW, 2001).

Concordamos com Carvalho (2004) o qual afirma que as atividades extraclases são consideradas estratégias de ensino: fixação, revisão, reforço e preparação para aulas e provas, na forma de leituras e exercícios.

Considerada uma medida eficaz para melhorar o desempenho do aluno, ao contribuir para a construção da sua autonomia e independência por meio do desenvolvimento de hábitos de estudos.

Na sequência da intervenção, o estudo dirigido foi composto por duas questões abertas, para que os estudantes pudessem se expressar livremente.

Na primeira, elaboramos a seguinte indagação: “Por que foi importante a junção dos trabalhos de Dalton e Gay-Lussac para chegar à hipótese de Avogadro?” A fim de que os alunos tivessem mais tempo para pesquisar, discutir e responder ao estudo dirigido, definimos que a entrega desta atividade seria na aula seguinte.

Na turma do diurno, tivemos retorno do estudo dirigido de quatro grupos, e do noturno de dois. Para a primeira questão “Por que foi importante a junção dos trabalhos de Dalton e Gay-Lussac para chegar à Hipótese de Avogadro?”, percebemos que todos os grupos - de ambas as turmas - apresentaram respostas corretas, sendo que essas estavam muito próximas das discussões contidas na apostila.

Foi possível perceber que não houve uma busca por outros materiais de apoio para colaborar com a atividade. Como exemplo de respostas, temos:

Ambos os cientistas, Dalton e Gay-Lussac, estavam propondo conceitos acerca da combinação dos átomos e moléculas e seus comportamentos. No caso, Dalton teria contribuído pela ideia dos átomos diferentes se combinarem e formarem os tais “átomos compostos”. Gay-Lussac, utilizando-se desse conceito também, percebe que, a pressão constante, uma amostra sendo aquecida variava o volume proporcionalmente à variação de temperatura. Além disso, mostra que partindo de um mesmo volume, o aumento do volume era idêntico para qualquer gás. Com base

nesses estudos, que relacionavam o volume do gás e os números de moléculas nele contidos, Avogadro propõe suas hipóteses (GRUPO 3 – manhã).

**Já na segunda questão, iniciamos com a seguinte afirmativa:**

Na obra de Avogadro “Essay on a Manner of Determining the Relative Masses of the Elementary Molecules”, de 1811, ele afirmou: “A primeira hipótese que se apresenta a esse respeito, e que parece mesmo ser a única admissível, é supor que o número de moléculas integrantes num gás qualquer, é sempre o mesmo a volumes iguais, ou é sempre proporcional aos volumes” (AVOGADRO, 1811, p.72). Atualmente, definimos a Quantidade de Matéria como uma das sete grandezas de base do SI, sendo o mol a sua unidade. O mol é a Quantidade de Matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos em 0,012 quilogramas de carbono 12. As entidades podem ser átomos, íons, elétrons, moléculas.

Em seguida, pedimos para que explicassem a relação entre a afirmação de Avogadro e a definição de mol que empregamos atualmente.

As respostas para essa questão, dos seis grupos - manhã e noite - mantiveram o mesmo padrão da questão 1, ou seja, todos os grupos responderam de forma correta, variando somente o grau de aprofundamento. Como exemplo, temos a seguinte resposta:

Quando Avogadro propõe “... o número de moléculas integrantes num gás qualquer, é sempre o mesmo a volumes iguais...” ele propunha que houvesse uma quantidade de matéria fixa, que independia do tipo de substância, e que ocupava um volume fixo também. Segundo a proposta atualmente aceita, 0,012 Kg de carbono 12 teriam o mesmo número de moléculas que outra substância ocupando o volume correspondente à massa do carbono em questão. No caso, Avogadro relacionou quantidade de matéria e volume e a convenção atual relaciona quantidade de matéria e massa. Contudo, a relação das grandezas com quantidade de matéria permite uma correlação entre massa e volume (GRUPO 1 – noite).

Essa atividade se mostrou um pouco desestimulante aos alunos quando comparamos com o comportamento deles ao confeccionarem a página do livro didático fictício. Acreditamos que seja pela carga de leitura necessária para sua realização.

Com isso, a atividade se tornou um pouco cansativa. Esse comportamento é comum entre os estudantes universitários como afirma Queiroz (2001):

Menções sobre a flagrante dificuldade encontrada pelos estudantes de graduação em química na comunicação dos seus conhecimentos são constantemente feitas em revistas especializadas de educação em ciências. No caso particular da comunicação de ideias através da linguagem escrita verifica-se um agravamento considerável no grau destas dificuldades. Como o campo da química é potencialmente quantitativo, os currículos dos cursos de química no ensino superior, de uma forma geral, enfatizam o desenvolvimento de habilidades quantitativas, como a efetuação de cálculos e resolução de problemas, em prejuízo do desenvolvimento de habilidades qualitativas, como a escrita. Além disto, o uso frequente da linguagem matemática por parte dos alunos conspira para que esta situação se fortaleça (p.143).

Por outro lado, percebemos que a atividade reforçou positivamente as discussões e conseqüentemente na aprendizagem, uma vez que todos os grupos responderam a ambas as questões corretamente.

## O segundo encontro

No segundo encontro, iniciamos com uma rápida discussão para sanar dúvidas que por ventura ainda se apresentassem sobre as questões do estudo dirigido.

Depois de terminada a discussão, uma das pesquisadoras apresentou os resultados de um estudo com livros didáticos indicados pelo PNLD 2015, mostrando os principais pontos positivos das obras, bem como detalhes que poderiam ser aprimorados ou mesmo retirados (FRANCO-PATROCÍNIO, FREITAS-REIS, 2017).

Terminada essa etapa, foi proposto para os grupos que eles se colocassem como autores e editores de livros didáticos e propusessem uma página de um livro fictício que versasse sobre o tema Quantidade de Matéria. Enfatizamos que eles deveriam ressaltar informações que julgassem ser primordiais ao entendimento do conceito.

As páginas confeccionadas estão mostradas nas Figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13 dispostas a seguir:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
Instituto de Ciências Exatas  
Programa de Pós-Graduação em Química

**O mol**

Recapitulando...

medidas representadas por Unidades (SI) classificação (SI)

Sequência? (moléculas, íons, átomos, elétrons, fótons, etc.)  
Tempo? (segundos, minutos, horas, dias, etc.)  
Massa? (gramas, quilogramas, etc.)  
Temperatura? (graus Celsius, Kelvin, etc.)  
Pressão? (atmosferas, Pascal, etc.)  
Volume? (litros, metros cúbicos, etc.)  
Condições? (padrões de temperatura e pressão, etc.)  
mol

Vale lembrar que todos esses conceitos foram sendo construídos a partir da colaboração dos estudos de vários cientistas da época para formar as nossas concepções atuais usadas no ramo científico e acadêmico. Como fazemos a determinação da Constante de Avogadro, iniciada pelo próprio cientista, e finalizada pelos estudos e experimentos de Jean Baptiste Perrin (1870-1942) que definiu o valor que usamos.

1) O que é o mol?  
2) A que se equivale?  
3) Contexto histórico?

1) O mol é definido como a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quanto são os átomos contidos em 0,012 quilogramas de carbono-12.  
2) Uma das sete grandezas do SI, sendo o mol a sua unidade. As entidades elementares podem ser átomos, íons, elétrons, moléculas, etc.  
Obs: não se utiliza a expressão "número de mols".  
3) Se equivale a Constante de Avogadro.  
4) Constante de proporcionalidade que permite a passagem de quantidade de matéria para o número de entidades:  $6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .  
Obs: não utiliza-se mais a expressão "número de Avogadro".  
5) O conceito de mol, introduzido por Wilhelm Ostwald (1853-1932) em 1900, foi inicialmente associado à Unidade

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
Instituto de Ciências Exatas  
Programa de Pós-Graduação em Química

**Quantidade de matéria e sua unidade, o mol**

A quantidade de matéria está relacionada ao número de partículas que compõe um sistema, ou seja, se o número de partículas é alto, a quantidade de matéria também será. O mol é considerado a quantidade de matéria que um sistema com entidades elementares possua.

Quando se utiliza a unidade mol, as entidades elementares ou partículas, devem ser especificadas, podendo ser átomos, moléculas, elétrons, átomos, partículas ou equipamentos especificados de tais partículas. Pode-se ainda concluir que o número de entidades elementares contidas em 1 mol correspondem à constante de Avogadro, cujo valor é de  $6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

Porém a massa molar é a massa de  $6,02 \times 10^{23}$  entidades químicas e é expressa em g/mol.

Exemplo:  $\text{H}_2\text{O}$   
Massa Molecular: 34,1 u  
Massa Molar (M): 34,1 g/mol

A massa molecular é a massa molecular e a massa molar possuem os mesmos valores, e que as unidades de medida, sendo que a massa molecular se relaciona com o número de mols que é dado pela constante de Avogadro.

18g H<sub>2</sub>O ← 1 mol H<sub>2</sub>O  
← 6,022 · 10<sup>23</sup> moléculas de H<sub>2</sub>O

Figuras 8 e 9: Páginas criadas pelos grupos 1 e 2, respectivamente - turno manhã.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
Instituto de Ciências Exatas  
Programa de Pós-Graduação em Química

Grupo 7

### ¿Qué scale de onde vem o mol?

1877 1808 1809 1811 1971

**Charles**  
 ↳ Estudou os gases, formulou a "lei de dilatação dos gases".

**Stollon**  
 ↳ Estudou a expansão térmica e massa que quando a pressão é constante, ocorre a mesma temperatura.

**Gay-Lussac**  
 ↳ Estudou a expansão térmica e massa que quando a pressão é constante, ocorre a mesma temperatura.

**Ampédro**  
 ↳ Estudou a expansão térmica e massa que quando a pressão é constante, ocorre a mesma temperatura.

**Comissão atual de mol**

**Definição:** O mol é a quantidade de matéria de um sistema que contém tantos entidades elementares quantos há em 0,012 kg de carbono 12.

**Utilização:** O Sistema Internacional de Unidades (SI), introduziu o mol como uma unidade de medida para a quantidade de matéria.

**Exemplos:**  
 1 mol de água =  $6,02 \times 10^{23}$  moléculas de água.  
 1 mol de elétrons =  $6,02 \times 10^{23}$  elétrons.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
Instituto de Ciências Exatas  
Programa de Pós-Graduação em Química

Grupo 3

### MOL

¿Que é mol? Mol é uma unidade de medida utilizada para expressar a quantidade de matéria microscópica, como átomos e moléculas.

**História do mol:** Em 1896 o químico Wilhem Ostwald, propôs pela primeira vez o termo "mol". Contudo, Amédéo Avogadro, no ano de 1845 fez uma hipótese a ideia de mol, na qual dizia que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas, o que posteriormente foi denominado de Lei de Avogadro. Entretanto apenas no século XX o cientista Jean Perrin determinou qual é a quantidade presente em um mol, sendo esta  $6,02 \times 10^{23}$  entidades.

**Utilização:** O Sistema Internacional de Unidades (SI), introduziu o mol como uma unidade de medida para a quantidade de matéria.

**Exemplos:**  
 1 mol de água =  $6,02 \times 10^{23}$  moléculas de água.  
 1 mol de elétrons =  $6,02 \times 10^{23}$  elétrons.

Figuras 10 e 11: Páginas criadas pelos grupos 3 e 4, respectivamente - turno manhã.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
Instituto de Ciências Exatas  
Programa de Pós-Graduação em Química

Grupo 8

### Capítulo I

¿Que é mol?

O mol é uma unidade de medida utilizada para expressar a quantidade de matéria microscópica, como átomos e moléculas. É um termo que vem do latim, mole.

**1.1 - Comissão Avogadro:** Foi proposta por Amédéo Avogadro, em 1845. Avogadro sugeriu que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas.

**1.2 - Primeira Lei de Avogadro:** Em 1845, Avogadro sugeriu que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas.

**1.3 - Primeira Lei de Avogadro:** Em 1845, Avogadro sugeriu que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas.

**1.4 - Primeira Lei de Avogadro:** Em 1845, Avogadro sugeriu que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas.

**1.5 - Primeira Lei de Avogadro:** Em 1845, Avogadro sugeriu que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas.

**1.6 - Primeira Lei de Avogadro:** Em 1845, Avogadro sugeriu que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas.

**1.7 - Primeira Lei de Avogadro:** Em 1845, Avogadro sugeriu que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas.

**1.8 - Primeira Lei de Avogadro:** Em 1845, Avogadro sugeriu que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas.

**1.9 - Primeira Lei de Avogadro:** Em 1845, Avogadro sugeriu que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas.

**1.10 - Primeira Lei de Avogadro:** Em 1845, Avogadro sugeriu que a mesma quantidade de matéria de duas substâncias apresenta a mesma quantidade de moléculas.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
Instituto de Ciências Exatas  
Programa de Pós-Graduação em Química

Grupo 7

### ¿Qué scale de onde vem o mol?

1877 1808 1809 1811 1971

**Charles**  
 ↳ Estudou os gases, formulou a "lei de dilatação dos gases".

**Stollon**  
 ↳ Estudou a expansão térmica e massa que quando a pressão é constante, ocorre a mesma temperatura.

**Gay-Lussac**  
 ↳ Estudou a expansão térmica e massa que quando a pressão é constante, ocorre a mesma temperatura.

**Ampédro**  
 ↳ Estudou a expansão térmica e massa que quando a pressão é constante, ocorre a mesma temperatura.

**Comissão atual de mol**

**Definição:** O mol é a quantidade de matéria de um sistema que contém tantos entidades elementares quantos há em 0,012 kg de carbono 12.

**Utilização:** O Sistema Internacional de Unidades (SI), introduziu o mol como uma unidade de medida para a quantidade de matéria.

**Exemplos:**  
 1 mol de água =  $6,02 \times 10^{23}$  moléculas de água.  
 1 mol de elétrons =  $6,02 \times 10^{23}$  elétrons.

Figuras 12 e 13: Páginas criadas pelos grupos 1 e 2, respectivamente – turno noite.

Percebemos que essa atividade se mostrou a mais interessante para eles, muitos buscavam na internet informações para complementar, discutiam sobre as informações que continuam na apostila e que deviam estar também na página fictícia, além de debaterem sobre a ordem que as informações deveriam ser dispostas. Durante a atividade, percebemos que todos os integrantes dos grupos estavam motivados na

confeção do recurso didático, principalmente a turma da manhã.

Em contrapartida, verificamos que as informações históricas continuaram dispostas da mesma forma que encontramos nos livros didáticos disponíveis nas escolas públicas brasileiras (FRANCO-PATROCÍNIO, FREITAS-REIS, 2017).

Percebemos que os estudantes utilizaram de chamadas do tipo: “Você sabia?” ou “Curiosidades” como forma de chamar a atenção do leitor para uma informação que no caso, para eles, tem caráter complementar e não como parte do corpo principal do texto. Vemos que este tipo de abordagem se encontra arraigado nos estudantes, pois mesmo sendo grupos diferentes, utilizaram da mesma abordagem para o conteúdo. McComas (2013) corrobora esse dado ao afirmar que:

Quando os cientistas são mencionados, suas contribuições estão limitadas a poucas frases, talvez uma figura, e às datas de nascimento e morte - usualmente nas laterais do livro-texto. Essa posição, aliás, quase garante que os estudantes e professores ignorarão o potencial oferecido por tal conteúdo (McCOMAS, 2013, p. 433).

Nos últimos 15 minutos restantes da aula, propusemos um pós-teste o qual seria utilizado como uma ferramenta para analisarmos o potencial de nossa estratégia didática.

Em relação à questão 1, que pedimos para definir o conceito de Quantidade de matéria - assim como no pré-teste - percebemos que houve uma acentuada melhora no quantitativo de acertos. Como pode ser observado nas Figuras 14 e 15.

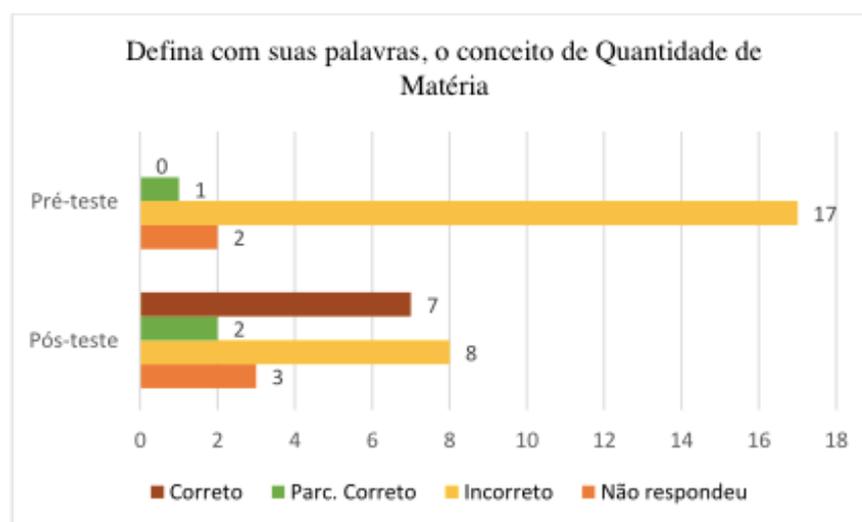


Figura 14: Comparativo das respostas à questão 1 - turno manhã.

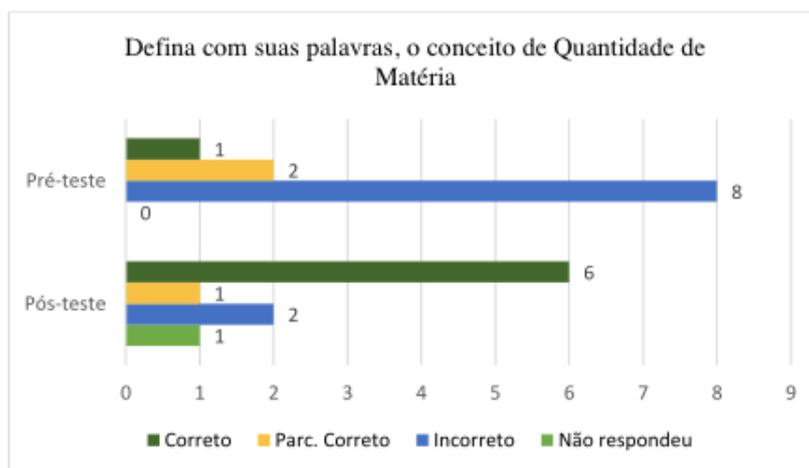


Figura 15: Comparativo das respostas à questão 1 - turno noite.

Na questão 2, pedimos para que definissem o mol, e os resultados mostraram que houve uma melhora no percentual de acertos (Figuras 16 e 17):

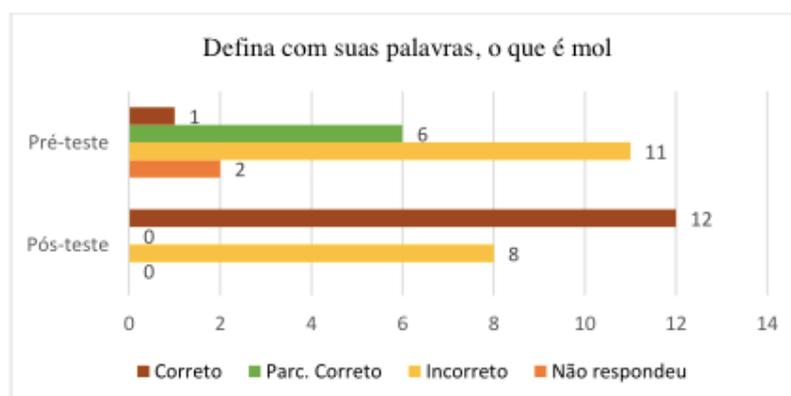


Figura 16: Comparativo das respostas à questão 2 do pós-teste com a questão 4 do pré-teste - turno manhã.

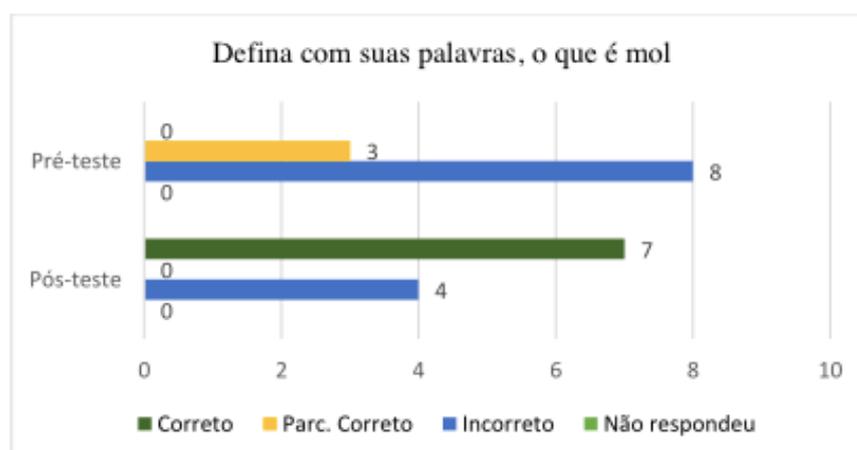


Figura 17: Comparativo das respostas à questão 2 do pós-teste com a questão 4 do pré-teste - turno noite.

Na questão três, eles deviam discorrer sobre o significado da constante de Avogadro, podemos perceber pelas figuras 16 e 17 que houve melhora no quantitativo

de respostas corretas. Compreendemos que o número de estudantes que responderam erroneamente à questão considerou a constante de Avogadro como o número absoluto, negligenciando que se tratava do valor para um mol.

Este fato nos mostrou que é necessário reiterar o conceito da constante por diversos momentos, buscando minimizar o hábito dos estudantes de decorarem, e, por vezes, não refletirem sobre as reais significadas para aquelas informações numéricas.

Exemplos de como ocorreu esse equívoco pode ser observado pelas respostas seguintes: “A constante de Avogadro equivale a  $6,02 \cdot 10^{23}$  moléculas/átomos e representa 1 mol (EM12)” e “É uma constante que define a quantidade de matéria, representada em  $6,02 \cdot 10^{23}$  unidades (EN8).”

Apresentamos, então, um comparativo de respostas das questões 3 e 5, respectivamente do pós-teste e do pré-teste.

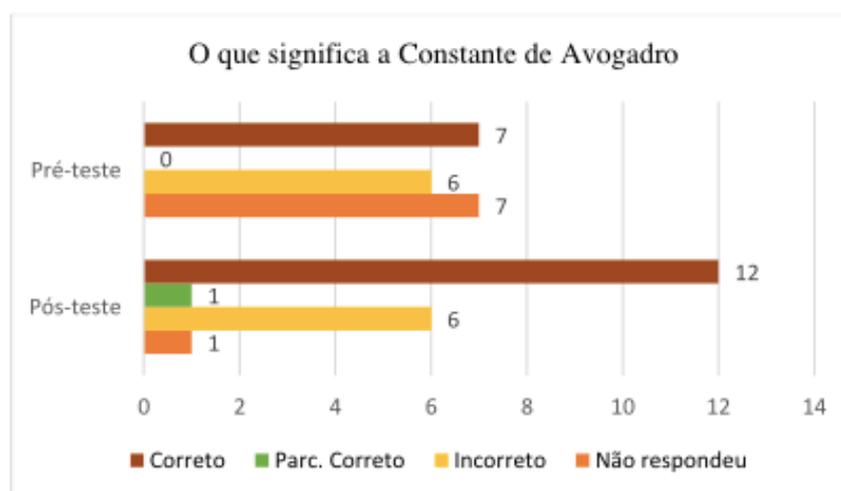


Figura 18: Comparativo das respostas à questão 3 do pós-teste com as respostas à questão 5 do pré-teste - turno manhã.

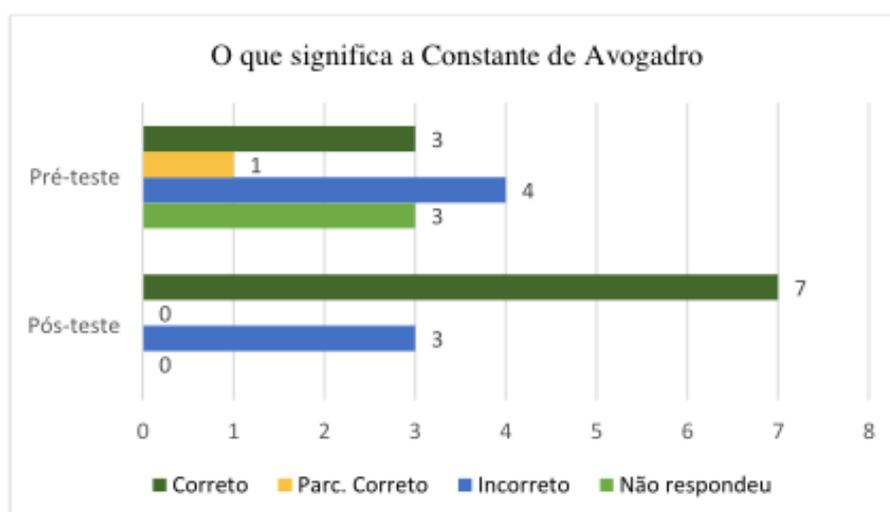


Figura 19: Comparativo das respostas à questão 3 do pós-teste com as respostas à questão 5 do pré-teste - turno noite.

Já na questão quatro, pedimos que os estudantes comentassem se a abordagem

da HC contribuiu para que eles compreendessem os conceitos trabalhados. Todos os estudantes consideraram relevante a contextualização histórica para a aprendizagem, afirmando que foi mais fácil compreender o assunto a partir da abordagem histórica.

Uma estudante respondeu o seguinte:

Sim, pois antes da abordagem feita da história da ciência, não sabia responder as perguntas devidamente, após os conceitos trabalhados foi possível obter uma compreensão sobre os conceitos (EM6).

Ao retornar às respostas da estudante, realmente foi possível comprovar que, depois da abordagem, ela respondeu todo o pós-teste de forma correta, confirmando a compreensão dos conceitos trabalhados.

Outras respostas foram:

Sim, pois sem a abordagem da história da ciência fica um conceito muito vago e decorado (EN5).

Sim. Pela abordagem, pude compreender a diferença entre os conceitos e o que cada um representa, pois como são palavras sempre presentes no cotidiano acadêmico e somos acostumados a usar as leis e os conceitos estabelecidos sem nos importar o que realmente elas representam, e pela história da ciência esse conhecimento ficou mais claro (EN10).

Essas respostas corroboram com Tolvanen, Jansson, Vesterinen e Askela (2014) quando afirmam que uma vez que os estudantes estejam familiarizados com os fatos históricos, eles se tornam mais receptivos ao aprendizado de detalhes mais complexos do fato científico.

### Atividade avaliativa da disciplina

A última etapa da intervenção se deu a partir de uma questão que compôs uma das atividades avaliativas da disciplina. O docente regente nos deu a oportunidade de elaborarmos uma questão, sendo que essa seria parte integrante de sua avaliação. A questão que propusemos foi a seguinte:

Em 1913, o físico-químico Jean Baptiste Perrin (1870-1942) publicou a obra *Les Atomes*, em que tratou de diversos temas relacionados à teoria atômica, tendo ilustrado em uma tabela os resultados para a determinação de uma constante por diferentes métodos, afirmando que: “Estou atônito de admiração diante do milagre da concordância tão precisa a partir de fenômenos tão diferentes” (PERRIN, 1913, p. 289). Considerando as informações acima, comente a partir do contexto histórico sobre qual constante Perrin se debruçou nesse estudo e os motivos que o levou a estudá-la.

Ao analisar as respostas dos estudantes, em relação à turma da manhã, 12 alunos responderam de forma correta, quatro de forma incompleta, e três de forma incorreta. Já os estudantes do noturno, seis responderam de forma correta, três equivocadamente e dois não responderam. Como exemplo de resposta que consideramos completa, temos a discussão feita pelo estudante EN2:

Nessa época, alguns pesquisadores como Boyle e Gay Lussac estavam estudando o comportamento dos gases a partir de algumas definições pré-estabelecidas por Dalton. Havia uma grande especulação na ciência sobre a atomística. Pouco tempo depois, Avogadro ao estudar as relações entre pressão, volume e temperatura, descritas por Boyle e Gay Lussac, observa que o número de moléculas/partículas em um volume determinado era sempre constante, independente do gás. Ou seja, qualquer gás ocupando o mesmo volume tem o mesmo número de moléculas.

Esse trabalho ficou esquecido por um tempo, até que Perrin, observando sua relevância, o estuda e determina o valor da constante que representava o número de moléculas definido por Avogadro.

Um estudante respondeu à questão de forma correta, somente se confundiu ao afirmar que vários cientistas fizeram experiências, quando na verdade, foi Perrin que realizou vários experimentos. Apesar desse engano, podemos perceber que o estudante compreendeu o assunto. Em suas palavras: “A constante na qual Jean Perrin se debruçou foi a constante de Avogadro que depois de várias experiências feitas por diferentes cientistas, conseguiram apurar os resultados verificando que aquilo era algo que realmente dava certo” (EM11).

Outro estudante fez uma longa discussão, levando em conta a importância do mol para a química e a visão do estudante sobre a ciência; vejamos:

O mol, algo que para o aluno do curso de química é algo tão simples e cotidiano, mas que muitos não sabem de onde surgiu ou como.

É um conceito complicado, trata-se da quantidade de matéria, mais numa quantidade gigante, e que não podemos ver. Historicamente a sua descoberta foi um grande avanço para a ciência, pois com a constante de Avogadro podemos então quantificar as moléculas, é então possível calcular a concentração da solução. Como seria possível calcular a dose de um remédio sem esse conhecimento?

É interessante descobrir como foi descoberto o valor da constante de Avogadro, temos na cabeça que as grandes descobertas científicas foram feitas de mentes brilhantes de um dia para o outro, mas que na realidade foram apenas os resultados de longos anos de trabalho (...) (EM3).

Consideramos como resposta correta parcial, discussões que não se remetiam ao contexto histórico que permeou os trabalhos de Avogadro e aqueles que não se remeteram explicitamente à constante como, por exemplo, a resposta de EM17:

Dizia-se que a ciência deveria tratar assuntos somente de objetos e fenômenos que poderíamos ver, daí quando surgiu a ideia do átomo por muitos anos não foi aceito, pois é algo que não podemos ver.

A partir de então, criou-se conceitos e teorias para explicar átomos, partículas, e uma ideia que surgiu foi o movimento browniano, que é o movimento de partículas coloidais. Muitos cientistas, teóricos e experimentalistas, tentaram resolver o problema do movimento browniano. Foi aí que Perrin inicialmente, com a determinação da constante de Avogadro, se debruçou no estudo do movimento browniano através da observação ao microscópio da sedimentação das partículas, para provar sua teoria.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concordamos com Kolb (1978) quando afirma que não há nenhum conceito em todo o curso de Química do primeiro ano do ensino médio mais importante para os alunos entenderem do que a Quantidade de Matéria. Sua importância se torna primordial, uma vez que é a única unidade química que compõe o SI e se faz presente em todo o estudo da Química.

Ao analisarmos os resultados da intervenção didática de forma geral, percebemos que os estudantes em início da formação em química ainda apresentam defasagem em conceitos químicos importantes, como o conceito de Quantidade de Matéria e sua unidade, o mol. Entendemos que a abordagem a partir do contexto da HC muito contribuiu para a compreensão do assunto, uma vez que houve uma melhora acentuada no quantitativo de acertos às questões propostas.

Além disso, muitos estudantes comentaram sobre a importância de conhecerem a realidade dos cientistas de épocas distantes, para compreenderem como se deu o processo de construção de uma teoria científica, suas controvérsias e seus interesses. Sendo assim, concordamos com Hodson (1998) quando afirma que a aprendizagem das ciências necessita ser acompanhada de uma aprendizagem sobre as ciências, oportunizando aos estudantes a compreensão de que o conhecimento científico é construído a partir de uma rede de ideias elaboradas por diversas pessoas e em tempos diferentes.

Conquanto seguimos acreditando que a compreensão dos caminhos percorridos pelos estudiosos na elaboração de um conhecimento seja um poderoso auxiliar para o estudante apropriar-se de um saber de uma maneira mais expressiva. Consideramos, portanto, a necessidade de produções mais direcionadas e acessíveis em várias áreas das Ciências da Natureza.

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, A. F. P.; VIEIRA, C. S. G.; SILVA, M. F. P. **Estudo sobre “Quantidade de Substância” e Mole**. Química e Ensino, 2003, p. 65-68.

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. **The influence of history of science courses on students' views of nature of science**. Journal of Research in Science Teaching. v. 10, 2000, p. 1057-1095.

AVOGADRO, A. **Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons**, In.: Journal de Physique, n. 73, p. 58-76, 1811.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

CARVALHO, M. E. P. **Escola como extensão da família ou família como extensão da escola? O dever de casa e as relações família-escola**. Revista Brasileira de Educação. 2004, p. 94-104.

CGPM. **Comptes Rendus de la neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures (1948)**. *Résolution 6*, BIPM, 1949. Disponível em: <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/9/6/> (1949). Acessado

em: 10 jun. 2018.

CGPM. **Comptes Rendus des séances de la quatorzième Conférence Générale des Poids et Mesures (1971)**. *Résolution 3*, BIPM, 1972. Disponível em: [http://www.bipm.org/en/CGPM/db/14/3/\(1972\)](http://www.bipm.org/en/CGPM/db/14/3/(1972)). Acessado em: 10 jun. 2018.

COLAGRANDE, E. A. **Desenvolvimento de um jogo didático virtual para o aprendizado do conceito de mol**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Química - Dep. De Bioquímica, Universidade de São Paulo, 2008.

DIERKS, W. **Teaching the mole**. *European Journal of Science Education*. v. 3. n. 2, 1981, p. 145-148.

FRANCO-PATROCINIO, S. O.; FREITAS-REIS, I. **Os livros didáticos de química indicados pelo PNL D 2015: A História da Ciência empregada na temática 'Quantidade de Matéria' e sua unidade, mol**. *Holos*, v. 2, 2017, p. 375-395.

FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, J. **Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado em la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustância y de mol**. *Enseñanza de las ciencias*, 1999, v.17, n.3, p. 359-376.

FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, J. **Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de sustância y mol**, *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 2, 2002, p. 229-242.

GARCIA, J.P.; PIZARRO, A.M.; PERERA, F. **Ideas de los alumnos acerca del mol**. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, p. 111-118, 1990.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HAWTHORNE, R.M. **The mole and Avogadro's number**. *Journal of Chemical Education*, v. 50, 1973, p. 282-284.

HODSON, D. **Philosophy of science and science education**. In: MATTEWS, M. R (Org.). *History, Philosophy and Science Teaching: Selected Readings*. Toronto: OISE Press, 1991.

KOLB, D. **The mole**. *Journal of Chemical Education*. v. 55, 1978, p. 728-732.

LEITE, L. **History of science in science education: development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks**. *Science & Education*, v. 11, n. 4, p. 333-359, 2002.

LOURENÇO, I. M. B.; MARCONDES, M. E. R. **Um plano de ensino para mol**. *QNEsc*, n. 18, 2003, p. 22-25.

MARQUARDT, R.; MEIJA, J.; MESTER, Z.; TOWNS, M.; WEIR, R.; DAVIS, R.; STOHNER, J. **A critical review of the proposed definitions of fundamental chemical quantities and their impact on chemical communities (IUPAC Technical Report)**. *Pure Appl. Chem*. v. 89, 2017, p. 951-981.

MARQUARDT, R.; MEIJA, J.; MESTER, Z.; TOWNS, M.; WEIR, R.; DAVIS, R.; STOHNER, J. **Definition of the mole (IUPAC Recommendation 2017)**. *Pure Appl. Chem*. v. 90, 2018, p. 175-180.

MARTINS, R. A. **A História das Ciências e seus usos na educação**. In: *Estudos de História e Filosofia das Ciências*. SILVA, C. C. (Org.). São Paulo: Livraria da Física, 2006.

McCOMAS, W. **Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da história da ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento**. In C.C. Silva; M. E. Prestes, (Orgs.). *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas*. São

Carlos, SP: Tipografia Editora, 2013.

MOHR, P. J.; NEWELL, D. B.; TAYLOR, B. N. **CODATA recommended values of the fundamental physical constants: 2014**. Rev. Mod. Phys. v.88, 2016. Disponível em: [https://ws680.nist.gov/publication/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=920687](https://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=920687). Acessado em 10 jun. 2018.

MÓL, G. de S.; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. da; LARANJA, H. F. **Constante de Avogadro**. QNEsc, n. 3, 1996, p. 32-33.

PERRIN, J. **Les Atomes**. 1. ed. Paris: Alcan, 1913.

QUEIROZ, S. L. **A linguagem escrita nos cursos de graduação em química**. Quim. Nova, v. 24, 2001, p. 143-146.

RIVARD, L. P.; STRAW, S. B. **The Effect of Talk and Writing on Learning Science, An Exploratory Study**. Science Education, v. 84, 2000, p. 566-593.

ROGADO, J. **Ensino e Aprendizagem da grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol: a importância da História da Ciência para sua compreensão**. Enseñanza de las ciencias, 2005, p. 1-4.

SILVA, C. F.; SOUSA, P. A. A.; OLIVEIRA, L. B. **A quantidade de matéria (MOL): Uma questão além do conceito**. In: 11º Simpósio Brasileiro de Educação Química. Anais... Teresina/PI, 2013.

SOARES, M. A. C. P. **A grandeza “quantidade de matéria” e sua unidade “mol”: Uma Proposta de Abordagem Histórica no Processo de Ensino-Aprendizagem**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

TOLVANEN, S.; JANSSON, J.; VESTERINEN, V.; AKSELA, M. **How to use historical approach to teach nature of Science in chemistry education?** Science and Education, v. 23, 2014, p. 1.605-1.636.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-295-1



9

788572 472951