

**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Faculdade de Educação**  
**Mestrado Profissional em Educação e Docência**

RAQUEL MALTA PINTO

**O ENSINO DA GRANDEZA QUANTIDADE DE MATÉRIA E SUA UNIDADE, O MOL**

Belo Horizonte / 2021

Raquel Malta Pinto

**O ENSINO DA GRANDEZA QUANTIDADE DE MATÉRIA E SUA UNIDADE, O MOL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional Educação e Docência da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Profa. Dra. Nilma Soares da Silva

Belo Horizonte / 2021

P659e      Pinto, Raquel Malta, 1977-  
T            O ensino da grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o  
mol [manuscrito] / Raquel Malta Pinto. - Belo Horizonte, 2021.  
199 f. : enc, il., color.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas  
Gerais, Faculdade de Educação.

Orientadora: Nilma Soares da Silva.

Bibliografia: f. 110-115.

Apêndices: f. 116-199.

1. Educação -- Teses. 2. Química -- Estudo e ensino (Ensino  
médio) -- Teses. 3. Química -- Métodos de ensino -- Teses.  
4. Matéria -- Propriedades -- Estudo e ensino (Ensino médio) --  
Teses.

I. Título. II. Silva, Nilma Soares da, 1969-. III. Universidade  
Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 540.7

**Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)**

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**O Ensino da grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o Mol**

### RAQUEL MALTA PINTO

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada em 17 de dezembro de 2021, pela Banca constituída pelos membros:

Prof. Nilma Soares da Silva – Orientadora  
UFMG



Documento assinado digitalmente  
NILMA SOARES DA SILVA  
Data: 13/11/2021 19:34:54-0300  
Verifique em <https://verificador.br.br>

Fernando Cesar  
Silva:05928697686

Assinatura digitalizada por tecnologia de reconhecimento de voz. Para mais informações, consulte o site <https://www.ufmg.br/assessoria-informatica>.

Prof. Fernando César Silva  
UFMG

Prof. Geraldo W. Rocha Fernandes  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha - UFVJM

Belo Horizonte, 17 de dezembro de 2021.

*Dedico este trabalho ao meu marido, Alysson Diniz  
Ferreira, por acreditar que eu era capaz e me  
incentivar a continuar mesmo quando achava que  
não era possível. Aos meus filhos, Caio Malta  
Ferreira e Letícia Malta Ferreira, por  
compreenderem os meus momentos de ausência.*

## AGRADECIMENTOS

Impossível não começar agradecendo a ele que está sempre a meu lado, me guiando e iluminado os meus caminhos. Deus, obrigado por tudo!

Ao meu fiel companheiro, marido e amor da minha vida, Alysson Diniz Ferreira, que esteve sempre ao meu lado me ouvindo, me incentivando, me apoiando e principalmente acreditando que eu era capaz. Essa conquista também é sua!

Aos meus amados filhos, Caio Malta Ferreira e Letícia Malta Ferreira, por entenderam todas as minhas ausências, por me darem colo nos momentos de angústias, pelos seus carinhos e pelos seus sorrisos. Vocês são a razão da minha existência e da minha luta. Amo vocês!

A minha mãe, Gisélia Malta Pinto, que mesmo não estando aqui fisicamente esteve ao meu lado desde o princípio dessa jornada. Sua presença, me dando força para não desistir, foi sentida a cada momento de dor. Sua força e sua coragem me inspiram hoje e sempre!

A minha grande amiga Talita que sempre acreditou que eu era capaz e me incentivou a continuar, mesmo naqueles momentos que tudo parecia perdido e sem solução. Você faz parte dessa conquista!

A minha querida orientadora, Nilma Soares da Silva, que aceitou esse desafio junto comigo. Obrigado por acreditar em mim, por sua dedicação, pelos momentos de desabafo e por essa orientação impecável. Eternamente grata por mais esse momento de aprendizado ao seu lado!

Aos professores, Fernando e Geraldo, por terem aceitado, com extrema competência, o convite de participar da banca examinadora, partilhando seus conhecimentos. Suas contribuições para essa pesquisa foram preciosas!

A direção do Colégio Santo Agostinho – Contagem por autorizar que a pesquisa fosse realizada e aos meus estudantes e seus responsáveis por permitirem que esse estudo acontecesse.

A todos que direta ou indiretamente participaram desse processo: colegas de turma do Promestre, professores do programa de mestrado, colegas de trabalho, familiares e amigos. Obrigado!

O processo foi árduo, com muitas emoções, mas valioso... A todos, minha eterna gratidão!

*"Nada na vida deve ser temido, somente  
compreendido. Agora é hora de compreender mais  
para temer menos."  
(Marie Curie)*

## RESUMO

A dificuldade na compreensão e aplicação do conceito da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol não é algo recente. Na maioria das vezes, o estudo desse conteúdo está pautado na transmissão de informações e na operacionalização de dados numéricos sem, no entanto, compreender seu significado. Atrelado a isso, um ensino centrado na figura do professor como transmissor ao invés de mediador contribui para um processo de ensino e aprendizagem sem sentido e pouco produtivo. Diante desses fatos, a necessidade da proposição de um conjunto de atividades que permitisse a participação ativa dos estudantes no processo de construção desses conceitos se torna necessário. Adequar as estratégias de ensino ao perfil dos estudantes da atualidade é algo que precisa acontecer. Sendo assim, uma das formas de ajustar o ensino às características atuais dos nossos estudantes, permitindo o seu protagonismo, assim como, o desenvolvimento do senso crítico e seu posicionamento diante de determinadas situações, é a abordagem por meio da investigação, que promova a alfabetização científica, associado às tecnologias da informação e comunicação (TICs). Nesse sentido foi elaborada e desenvolvida uma sequência de ensino sobre o tema quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol, que aborda o ensino por investigação e a alfabetização científica mediado pelas tecnologias da informação e comunicação (TICs). Essa sequência foi desenvolvida junto a um conjunto de estudantes da 2ª série do Ensino Médio em uma escola da rede privada do município de Contagem. A análise dos resultados se baseou na Análise Textual Discursiva (ATD) e permitiu verificar vários momentos em que as ideias do ensino por investigação e da alfabetização científica estavam sendo aplicadas. O *corpus* de análise gerou a categorização mista, de modo que as categorias *a priori* estabelecidas consideraram os pressupostos do ensino por investigação e dos indicadores da alfabetização científica, e as categorias emergentes se basearam nos conhecimentos científicos estudados.

**Palavras-chave:** Ensino por investigação. Alfabetização científica. Mol. Análise Textual Discursiva (ATD).



## ABSTRACT

The difficulty in understanding and applying the concept of the quantity of matter and its unit of measure, the mole, is not something recent. Most of the time, the study of this content is based on transmitting information and numerical data operations without, however, understanding its meaning. Due to this, teaching centered on the teacher as a transmitter instead of a mediator, contributes to a meaningless and unproductive teaching and learning process. Given these facts, the need to propose a set of activities that would allow an active participation of students in the process of acquiring these concepts becomes necessary. Adapting teaching strategies to the profile of today's students is something that needs to happen. Therefore, one of the ways to adjust teaching to the current characteristics of our students, allowing their protagonism, as well as the development of critical thinking and their positioning in certain situations, is the approach through research that promotes scientific literacy, associated with information and communication technologies (ICTs). In this case, a teaching sequence was elaborated, developed and applied on the theme quantity of matter and its unit of measure, the mole, which addressed teaching by investigation and scientific literacy, mediated by information and communication technologies (ICTs). This sequence was applied to a group of 2nd grade high school students from a private school in the city of Contagem, Brazil. The study of the results was based on Textual Discursive Analysis (TDA) and allowed to verify several moments in which the assumptions of teaching by investigation and scientific literacy were being applied. The corpus of analysis generated mixed categorization, so that the categories established a priori considering the assumptions of teaching by investigation and scientific literacy indicators, and the emerging categories were based on the scientific knowledge studied.

**Keywords:** Teaching by investigation. Scientific literacy. Mole. Textual Discursive Analysis (TDA).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rótulo e questões problematizadoras. ....	56
Figura 2 - Questões problematizadoras para o resgate dos conceitos de grandeza e unidade de medida. ....	57
Figura 3 - Produtos cotidianos e questões problematizadoras. ....	58
Figura 4 - Pesquisa sobre unidades de medidas não padronizadas.....	59
Figura 5 - O SI e as unidades de medida não padronizadas. ....	60
Figura 6 - A quantificação de diferentes “coisas”. ....	61
Figura 7 - A grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol. ....	62
Figura 8 - A constante de Avogadro e suas relações proporcionais. ....	63
Figura 9 - A composição das “coisas” .....	64
Figura 10 - Questões que serão discutidas em cada grupo de trabalho. ....	65
Figura 11 - Cálculo da massa molar e sua interpretação. ....	66
Figura 12 - A quantificação de substâncias no estado gasoso. ....	67
Figura 13 - Relação entre as propriedades intrínsecas da matéria e suas constantes de proporcionalidade. ....	69
Figura 14 - Amostras de materiais que compõem a atividade 7. ....	70
Figura 15 - Proposta de construção de mapas mentais.....	71
Figura 16 - Proposta da atividade final. ....	72
Figura 17 - Nuvem de palavras referente à 1ª questão sobre grandezas e unidades de medida. ....	73
Figura 18 - Nuvem de palavras referente à 2ª questão sobre grandezas e unidades de medida. ....	74
Figura 19 - Mural colaborativo das unidades de medida não padronizadas. ....	75
Figura 20 - Resposta aberta referente à 1ª questão sobre o termo quantidade. ....	76
Figura 21 - Múltipla escolha referente à 2ª questão sobre o termo quantidade. ....	76
Figura 22 - Material produzido pelos integrantes do grupo 4. ....	77
Figura 23 - Resultado obtido para a simulação 1.....	79
Figura 24 - Resultado obtido para a simulação 2.....	80
Figura 25 - Resultado obtido para a simulação 3.....	81
Figura 26 - Resultados obtidos para a atividade 7.....	82
Figura 27 - Mapa mental sobre o conteúdo de quantidade de matéria e suas relações.....	84

Figura 28 - Texto dissertativo-argumentativo de finalização da sequência de ensino. .... 85

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição de atividades investigativas que podem ser utilizadas em sala de aula..	29
Quadro 2 - Classificação das atividades práticas segundo seu grau de abertura (Tamir, 1990). .....	32
Quadro 3 - Graus de liberdade professor/aluno na aula de laboratório. ....	32
Quadro 4 - Descrição dos indicadores da alfabetização científica. ....	36
Quadro 5 - Descrição das etapas dos Três Momentos Pedagógicos. ....	46
Quadro 6 - Fases de ensino de uma sequência de ensino e seus propósitos. ....	47
Quadro 7 - Descrição das atividades que compõem a sequência de ensino. ....	49
Quadro 8 - Descrição das ferramentas digitais utilizadas para coleta de dados das atividades propostas. ....	50
Quadro 9 - Categorias e subcategorias, sob a perspectiva do ensino por investigação e dos indicadores da alfabetização científica, para os episódios 1 e 2 da atividade 5. ....	87
Quadro 10 - Categorias e subcategorias, sob a perspectiva dos conhecimentos científicos estudados, para os episódios 1 e 2 da atividade 5. ....	88
Quadro 11 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Protagonismo dos estudantes. .....	89
Quadro 12 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Trabalho com os dados obtidos em uma investigação. ....	91
Quadro 13 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Estruturação do pensamento. ....	93
Quadro 14 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Entendimento da situação. ....	94
Quadro 15 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Relação entre variáveis. ....	97
Quadro 16 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Operacionalização dos dados. .....	98
Quadro 17 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Compreensão dos conceitos. ....	99
Quadro 18 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Articulação entre conceito e definição. ....	101
Quadro 19 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Compreensão de termos. ....	103

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 3MP – Três Momentos Pedagógicos
- AC – Alfabetização científica
- ATD – Análise Textual Discursiva
- AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem
- BNCC – Base Nacional Comum Curricular
- CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática
- CEFET- MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
- CNTP - Condições Normais de Temperatura e Pressão
- ENCI – Ensino de Ciências por Investigação
- FaE – Faculdade de Educação
- MP – Mestrado profissional
- PROMESTRE – Mestrado profissional
- REA – Recursos Educacionais Abertos
- SCIELO – *Scientific Eletronic Library Online*
- SEI – Sequência de ensino investigativa
- SI – Sistema Internacional de Unidades
- TICs – Tecnologias da Informação e Comunicação
- UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

# SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	16
<b>2. INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	21
3.1 Objetivo geral .....	21
3.2 Objetivos específicos .....	21
<b>4. PROBLEMA DA PESQUISA</b> .....	21
<b>5. JUSTIFICATIVA</b> .....	23
<b>6. REFERENCIAIS TEÓRICOS</b> .....	27
6.1 Ensino de Ciências por investigação .....	27
6.2 Alfabetização científica .....	33
6.3 Tecnologias da informação e comunicação (TICs) .....	38
<b>7. PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	42
7.1 A metodologia da pesquisa .....	42
7.1.1 A caracterização da pesquisa .....	42
7.1.2 A caracterização do contexto da pesquisa .....	44
7.1.3 A caracterização da elaboração da sequência de ensino .....	45
7.1.4 A caracterização dos instrumentos de coleta dos dados .....	50
7.1.5 A caracterização da metodologia de análise dos dados .....	52
7.2 A metodologia de ensino: aplicação da sequência de ensino .....	55
7.2.1 Problematização inicial .....	55
7.2.2 Desenvolvimento da narrativa .....	56
7.2.3 Aplicando os novos conhecimentos .....	68
7.2.4 Refletindo sobre o que foi aprendido .....	70
<b>8. OS DADOS COLETADOS</b> .....	72
8.1 Problematização inicial .....	72
8.2 Desenvolvimento da narrativa .....	73
8.3 Aplicando os novos conhecimentos .....	81
8.4 Refletindo sobre o que foi aprendido .....	84
<b>9. ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	86
9.1 Análise dos resultados na perspectiva do ensino por investigação e dos indicadores da alfabetização científica .....	88
9.1.1 Categoria <i>a priori</i> Protagonismo do estudante .....	89
9.1.2 Categoria <i>a priori</i> Trabalho com os dados obtidos em uma investigação .....	91

9.1.3 Categoria <i>a priori</i> Estruturação do pensamento .....	93
9.1.4 Categoria <i>a priori</i> Entendimento da situação .....	94
9.2 Análise dos resultados na perspectiva dos conhecimentos científicos estudados .....	96
9.2.1 Episódio 1: Relação entre a quantidade de matéria e a Constante de Avogadro na dimensão macroscópica .....	96
9.2.1.1 Categoria Relação entre variáveis .....	97
9.2.1.2 Categoria Operacionalização dos dados.....	98
9.2.1.3 Categoria Articulação entre conceito e definição .....	101
9.2.2 Episódio 2: Relação entre a quantidade de matéria e a Constante de Avogadro na dimensão microscópica .....	102
9.2.2.1 Categoria Compreensão de termos .....	103
<b>10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>105</b>
<b>11. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>110</b>
<b>12. APÊNDICES .....</b>	<b>116</b>
12.1 Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) .....	116
12.2 Termo de assentimento livre e esclarecido do menor (TALE) .....	119
12.3 Autorização da escola para realização da pesquisa .....	122
12.4 Termo de compromisso .....	124
12.5 Sequência de ensino – versão estudante .....	125
12.6 Sequência de ensino – versão professor.....	148
12.7 Mural colaborativo das unidades de medida não padronizadas .....	196

## 1. APRESENTAÇÃO

Minha iniciação na Química foi por acaso. Não foi escolhida por mim, e sim pelo grupo de amigos. Posso dizer que essa escolha foi um acidente que deu certo. Essa história começa em 1991, na antiga 8ª série do ensino fundamental. As primeiras ideias sobre átomo, prótons, nêutrons e elétrons me fascinavam. A organização da tabela periódica chamou tanto a minha atenção que queria cada vez mais mergulhar nesse universo. Esse fascínio em compreender a ciência por detrás dos fenômenos que ocorriam ao meu redor fizeram com que em 1992 eu ingressasse no curso de Técnico em Química do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Não sabia ainda, mas esse era o início da formação e constituição de uma educadora.

Os desafios enfrentados ao longo do curso técnico foram muitos, mas não eram só os medos e as incertezas que me acompanhavam. Existia uma magia que permeava cada explicação dada por um professor para determinado fenômeno. Era esse encantamento que me motivava a continuar nessa área. A tão sonhada formatura chega e com ela nasce uma técnica em química. Isso não bastava, eu precisava de mais. Era hora de ingressar no mercado de trabalho. Meu primeiro emprego foi como técnica de laboratório de uma escola da rede privada de Belo Horizonte. Apesar de não ter consciência disso ainda, esse foi o momento exato que iniciou minha carreira na educação. O universo da sala de aula despertava o mesmo encantamento das aulas de química da 8ª série e do ensino técnico. Cada vez mais tinha certeza de que esse era o meu lugar. Em 1998, ingresso no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Os medos, as incertezas e o fascínio do curso técnico me acompanharam durante a graduação. Por acreditar que minhas ações enquanto educadora poderiam tornar o ensino de química mais prazeroso, ter sentido e até mesmo mudar a realidade de muitos estudantes, me motiva a ir além, buscando novas concepções para os processos de ensino e aprendizagem. No entanto, o universo da sala de aula é bem diferente daquilo que fantasiávamos durante a graduação. Muitos são os desafios enfrentados quando saímos da condição de estudantes e nos tornamos professores. Desafios que vão desde as diferentes condições sociais, econômicas e pessoais que compõem a escola. Dificuldades enfrentadas tanto na organização da escola quanto nas ações dos estudantes.



Minha primeira experiência profissional como professora foi em uma escola da rede pública do município de Contagem. Iniciei o ano letivo com planos de colocar em prática boa parte daquilo que tinha aprendido na graduação. O desejo era tornar o ensino significativo, fazer com que os estudantes fossem protagonistas e participassem ativamente da construção dos conceitos. No entanto, o abismo teoria-prática acabou se revelando. Não foi tão simples assim. Fui apresentada de uma forma muito dura a uma realidade que a universidade camuflou bem: a escola é burocrática, com muitos deveres a serem cumpridos e com pouca abertura para discutir e colocar em prática ações que viabilizem os processos de construção de saberes. O cumprimento de um programa de ensino, com um processo de transmissão de saberes foi a realidade encontrada. Apesar de não concordar com essa forma de educar, era ela que pautava meu planejamento. A tentativa em tornar o ensino mais ativo e menos transmissivo poderia ocasionar no final do ano letivo o não cumprimento de metas e, conseqüentemente, um “prejuízo” para o ano seguinte. Diante desses fatos, o sentimento de frustração era grande.

Com o avanço da minha carreira profissional tive a oportunidade de lecionar em uma escola da rede privada de Contagem, que contava com estrutura física muito boa e estudantes que, em sua maioria, eram provenientes da classe média a alta dessa cidade. Diante dessa realidade social e econômica tão diferente da minha primeira experiência profissional, achei que estaria diante daquela realidade idealizada por mim durante a graduação: estudantes comprometidos, engajados, interessados e toda liberdade de conduzir as minhas aulas da forma que achava que era a mais adequada. Mais uma vez me frustrei. Percebi que a burocracia, o ensino tradicional baseado em generalizações e memorizações também se fazia presente. Era necessário alterar essa realidade. Essa inquietude me fez buscar novas concepções de ensino. Iniciava nesse momento minha imersão em um ensino que não fosse transmissivo e sim investigativo e reflexivo.

Em 2011, início, na Faculdade de Educação (FaE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a especialização em Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) ofertada pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática (CECIMIG) à professores de Ciências, Química, Física e Biologia. Durante esse curso, aprendi que o ensino pode acontecer de forma mais efetiva a partir da proposição de uma situação problema, do levantamento de hipóteses, da discussão e reflexão das ideias

apresentadas. O ensino pautado nessa concepção fazia mais sentido e permitia a construção de saberes mais ativa e menos passiva. Essa especialização mudou minha prática docente. Desde então, minhas aulas estão pautadas no ensino por investigação e na busca pela formação de cidadãos críticos e reflexivos.

Apesar de todo o meu esforço, observava que ainda era necessário buscar mais conhecimento. A sociedade está em constante transformação. A tecnologia cada vez mais se torna presente em nosso cotidiano. Os estudantes de hoje não são os mesmos de 10 anos atrás, portanto, as formas de se ensinar e aprender também não são mais as mesmas. Diante dessa realidade, era necessário, mais uma vez, buscar um novo processo de formação continuada. O mestrado profissional era a oportunidade para ampliar meus conhecimentos com base em minhas vivências profissionais.

Ingresso no mestrado profissional (PROMESTRE), ofertado pela FaE/UFMG, na linha de Ensino de Ciências, em março de 2020. O entusiasmo para mergulhar nessa oportunidade de formação era enorme. A busca por respostas a problemas vivenciados na sala de aula me motivava a enfrentar esse novo desafio. No entanto, nessa mesma época, o mundo foi dominado por uma pandemia, o Covid-19. Literalmente, o mundo parou! Foram meses isolados em casa sem saber como lidar com a situação. Diante disso, tudo precisou ser adaptado a essa realidade. A sala de aula passou a ser a tela de um computador ou de um celular. A troca de conhecimento e experiência foi realizada pelos *chats* das salas de aula virtuais sem que pudéssemos ver uns aos outros. Era o “novo normal”. A busca pelas respostas ainda precisava acontecer, mas tinha que se adequar ao que era possível para este momento. O desafio que era grande, agora se torna gigantesco.

A partir desse contexto vivenciado por todos, mais do que nunca as tecnologias da informação e comunicação (TICs) precisaram fazer parte dos processos de ensino e pesquisa. Apesar de serem ferramentas disponíveis há muito tempo, de forma geral, seu uso ainda era muito discreto, para não dizer duvidoso. Mas não existia outra forma de se fazer, por isso a sua utilização tornou-se obrigatória. Agora era a o momento de replanejar e encarar a nova realidade.

Não foi uma tarefa fácil. Muitos obstáculos precisaram ser vencidos, dentre eles, o engajamento dos estudantes. Apesar de todos os percalços, a vontade de fazer diferente, sair da condição de transmissora a mediadora, permitindo, assim, o

desenvolvimento de cidadãos que compreendam os fenômenos ao seu redor de forma crítica e reflexiva era minha maior motivação. Dessa forma, me tornava uma professora-pesquisadora.

Diante do exposto, pretendo, nessa dissertação apresentar como recurso educacional uma sequência de ensino com abordagem investigativa, mediada pelas tecnologias da informação e comunicação (TICs) e que promova a alfabetização científica dos estudantes.

## **2. INTRODUÇÃO**

A química é uma ciência que encanta, mas que em muitas situações assusta. Entre seus encantamentos podemos citar a explicação de fenômenos cotidianos que, constantemente são ignorados, mas ao serem explorados causam admiração. Em contrapartida, a operacionalização em detrimento à compreensão assusta e, muitas vezes, causa o distanciamento ou até mesmo a aversão do estudante. Além disso, o ensino baseado na transmissão e na memorização da informação também contribui para esse afastamento.

O mundo é um sistema em transformação. O ser humano é parte integrante desse mundo e, portanto, também sofre transformações. O processo de ensino e aprendizagem não é diferente. Os estudantes que temos atualmente são completamente diferentes daqueles de 10 anos atrás, portanto, as formas de ensinar não podem ser as mesmas. Esse processo de transmissão de conhecimento, de memorização e operacionalização de conceitos não cabe mais a esses estudantes que estão cada vez mais imersos em um meio no qual a informação é adquirida por um toque na tela do celular.

A partir da minha experiência, percebi que, dentre os diversos conteúdos estudados nas aulas de química, existe um que causa grande aversão aos estudantes. Boa parte dessa aversão é reflexo de um ensino pautado nos fatos citados anteriormente. A quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol é um dos “bichos-papões” das aulas de química.

A importância da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida para o desenvolvimento de diversos temas relacionados à compreensão da ciência, associada a repugnância dos estudantes ao trabalhar esse conteúdo, foi o motivador para aprofundar meus estudos nessa temática. Como adequar o estudo de um

conceito científico ao perfil de estudantes da atualidade? Quais abordagens precisam ser adotadas para que o ensino desse conteúdo não seja mais uma transmissão e operacionalização de conceitos e possa ser significativo? De que forma podemos avaliar se os conhecimentos científicos associados ao tema estão sendo compreendidos? Essas são algumas das questões que provocam grande angústia na minha prática docente.

Durante minha formação docente muito se falou da necessidade de se mudar o modo de ensinar. O modelo até então praticado não cabia mais nas gerações que estavam surgindo. A necessidade de fazer com que o estudante saísse da condição de expectador a protagonista do processo de ensino e aprendizagem era latente. No entanto, o que se observa é uma mudança ainda muito pequena, principalmente naqueles conteúdos em que a abordagem se dá a nível microscópico, como, a grandeza quantidade de matéria. Acreditar que nossas escolhas pedagógicas e nossas ações na sala de aula são responsáveis pelo sucesso ou não de determinado conteúdo me motiva a sempre avaliar minha prática e buscar abordagens que atendam as demandas atuais dos estudantes, que estão cada vez mais imersos em um mundo tecnológico.

Sendo assim, uma das formas de adequar o ensino às características atuais dos nossos estudantes, permitindo o seu protagonismo na construção de um conhecimento científico a nível microscópico é a abordagem por meio da investigação, associado às tecnologias da informação e comunicação (TICs) com vistas à alfabetização científica, sendo esta norteadas pelos indicadores da alfabetização científica.

Em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) entendemos que o processo de aprendizagem possa ocorrer a partir da investigação e intervenção no mundo quanto aos aspectos sociais, produtivos, ambientais e culturais. Diante disso e dos fatos citados anteriormente, pretendo, nesse trabalho, desenvolver atividades investigativas, mediadas pelas tecnologias da informação e comunicação (TICs), que promovam a alfabetização científica e permitam o estudo do conceito da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol. Além disso, pretendo analisar, a partir dos indicadores da alfabetização científica e dos conhecimentos científicos estudados, se as habilidades associadas à compreensão do tema estão sendo alcançadas e desenvolvidas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho é elaborar, desenvolver e analisar um conjunto de atividades e seus efeitos, sobre estudantes do Ensino Médio, com o tema quantidade de matéria e sua unidade de medida, mediado pelas tecnologias da informação e da comunicação (TICs), utilizando o ensino por investigação como abordagem de ensino com vistas à alfabetização científica e os seus indicadores.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Realizar pesquisa bibliográfica sobre os referenciais teóricos que abordam o ensino por investigação, a alfabetização científica e o uso das tecnologias da informação e comunicação (TICs).
- Realizar pesquisa bibliográfica sobre o processo de ensino e aprendizagem da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida.
- Caracterizar o processo de estudo do conceito de quantidade de matéria e sua unidade de medida na perspectiva do ensino por investigação e dos indicadores da alfabetização científica.
- Caracterizar o estudo do conceito de quantidade de matéria e sua unidade de medida na perspectiva dos conhecimentos científicos estudados.
- Verificar se os principais indicadores da alfabetização científica podem ser identificados pela sequência de ensino aplicada.

### **4. PROBLEMA DA PESQUISA**

Vivemos imersos na Ciência. Desde as coisas mais simples às mais complexas, ela está envolvida. Suas descobertas permitiram os avanços da sociedade em diversos segmentos, assim como, facilitou e melhorou nossas vidas. Entender como ela ocorre é um dos objetivos do estudo das Ciências na escola. No entanto, nem sempre ela é vista dessa forma. Muitas vezes seu estudo não passa de um simples ato de transmitir e memorizar a informação.

Um exemplo desse processo de ensino que se baseia na transmissão e memorização de informações é o estudo da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol. Aulas que, priorizam a utilização dos números associados a esse conceito na construção de regras de três sem nenhum significado é comum nas aulas de Química. Os estudantes apenas executam regras que foram fornecidas sem saber o motivo pelo qual elas são empregadas. Diante da dificuldade na compreensão desse conceito e na execução dos cálculos associados a ele, esse conteúdo provoca nos estudantes uma grande aversão e, conseqüentemente, dificuldades no entendimento de outros temas associados a ele.

Professor fala, estudante escuta, anota e ambos seguem em frente. Professor como centro da atenção e detentor do conhecimento e estudante receptor de informação, sem momentos de reflexão, e, muito menos, de questionamentos. Assim é a rotina de muitas salas de aula. Processos de ensino e aprendizagem que contemplam a participação dos estudantes, de modo que possam expressar suas ideias e, de certo modo, serem ativos nesse processo de aquisição do conhecimento, muitas vezes, são raros. Por mais que estudos mostrem que essa prática não garante a aquisição do conhecimento, elas ainda são as mais praticadas.

Mudar os papéis tanto do professor quanto do estudante são essenciais para que se consiga um processo de ensino e aprendizagem que seja realmente significativo. Aproximar as práticas escolares daquelas praticadas nas comunidades científicas é uma forma de possibilitar a aquisição do conhecimento científico. Diante disso, praticar um ensino que possibilite processos de investigação, permite que os estudantes, a partir de uma situação-problema, reflitam, discutam, expliquem e divulguem suas ideias acerca da situação proposta (AZEVEDO, 2004).

Não basta refletir e discutir, a tomada de decisão e o posicionamento crítico diante de situações também devem existir nas aulas de Ciências. Dessa forma, a Alfabetização Científica é um dos objetivos do ensino de Ciências. É importante, que nos processos de ensino e aprendizagem de temas relacionados às Ciências, os estudantes discutam de que forma isso impacta suas vidas, e da sociedade em que estão inseridos, e se posicionem diante disso (SASSERON, 2015). Esse processo envolve o uso de certas habilidades que são desempenhadas pelos cientistas. Dessa forma, uma das maneiras de se avaliar se a alfabetização científica está sendo desenvolvida é a proposição de situações em sala de aula em que o uso dessas

habilidades sejam trabalhadas. Isso pode ser realizado a partir dos indicadores de alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Diante do exposto, como propiciar o estudo da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida de modo a promover o protagonismo dos estudantes, o ensino por investigação e a alfabetização científica? Além disso, como caracterizar esse estudo na perspectiva do ensino por investigação, dos indicadores de alfabetização científica e dos conhecimentos científicos estudados?

## 5. JUSTIFICATIVA

Como assim, quantidade de matéria é mol e não massa?

Essa foi a pergunta feita por um estudante da 2ª série do Ensino Médio ao iniciar o estudo da grandeza quantidade de matéria. Até esse instante, a definição de massa para ele era a quantidade de matéria que compõe um corpo. De repente a definição de quantidade de matéria passa a não ter relação direta com a massa. Desse momento em diante, inicia-se uma sucessão de dúvidas e incompreensões dos novos conceitos que serão apresentados. Esse questionamento, e muitos outros, são vivenciados rotineiramente em uma aula de química.

Segundo Rocha-Filho (1988), o termo mol foi introduzido, em 1889, por Ostwald como abreviatura do termo “molécula-grama”. Com objetivo de padronizar o uso do termo, em 1971, na 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, o mol foi definido como a sétima unidade de base do Sistema Internacional de Unidades (SI) para a grandeza quantidade de matéria. Deste então ele é definido como “*a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos em 0,012 kg de carbono-12*”. Com essa definição o mol passa a representar um número -  $6,023 \times 10^{23}$  unidades de qualquer coisa – assim como a dúzia representa o número 12. Dessa forma, o mol passa a ser a “dúzia dos químicos”.

De acordo com Rogado (2004), a quantidade de matéria é definida a partir da relação com a massa, com o volume ou com o número de entidades elementares contidas na substância trabalhada, apesar de não fazerem parte desse conceito. Essas grandezas são dependentes umas das outras. Ao se variar uma, todas as outras também variam. Dessa forma, compreende-se a dificuldade enfrentada pelos estudantes na distinção entre quantidade de matéria e massa.

Rogado (2004) relata que a compreensão de um conceito científico não depende apenas da sua definição, mas também do contexto no qual ele foi elaborado. Esse contexto contribui para a aproximação ou distanciamento desse conceito com o de outros já adquiridos. Diante disso, pensar na construção do conceito de mol ignorando o conceito de massa estudado anteriormente gera muitas dificuldades.

Outra dificuldade enfrentada pelos estudantes na compreensão e utilização do conceito da grandeza quantidade de matéria e sua unidade, está em sua aplicação em algo que não seja observável a olho nu, que não é palpável, que é abstrato, submicroscópico. Percebo que ao trabalhar com a ideia de dúzia de “coisas” macroscópicas e sua relação com quantidade e massa, a compreensão se dá de forma tranquila, mas ao se tratar de átomos, moléculas e íons, que são submicroscópicos, o entendimento fica comprometido. O questionamento sobre como o mol possa se referir a átomo ou molécula ou indagações do tipo “*o que coloco aqui? Átomo ou molécula?*” é muito presente. Essas argumentações confirmam a dificuldade dos estudantes em compreender a química do ponto de vista macroscópico, submicroscópico e simbólico.

Franco-Patrocínio e Freitas-Reis (2016) relatam que Johnstone (2000) alega que a maior parte das dificuldades de aprendizagem nos conteúdos da química enfrentada pelos estudantes se dá na abordagem quase que exclusivamente dos níveis macroscópico e simbólico. Não há ênfase no nível microscópico. Dessa forma, o estudante apenas decora o número e aplica sem, no entanto, compreender sua verdadeira utilização e significado.

Associada a essa dificuldade, verifica-se também a ênfase nos cálculos. A mecanização do processo de conversão de uma grandeza em outra, ou seja, a operacionalização do conteúdo, se torna evidente. Dessa forma, para os estudantes, e muitas vezes para o professor também, a compreensão do conceito passar a não ser importante fazendo com que a capacidade de operacionalizar com essas grandezas receba destaque maior.

Essas e muitas outras dificuldades na compreensão da grandeza quantidade de matéria motivou a busca por novas abordagens para esse conteúdo. Mas para que isso fosse possível era preciso, primeiramente, verificar o que diziam as pesquisas relacionadas a esse assunto.



Foi realizada uma pesquisa bibliográfica a partir da ferramenta de busca do *Google*. Nessa busca, foram consultados os arquivos de diversos periódicos relacionados ao ensino de ciências, tais como, *Ciência e Educação*, *Química Nova*, *Química Nova na Escola* e *Revista Ensaio*. Além desses periódicos, a pesquisa também foi realizada na base de dados da *Scientific Eletronic Library Online* (SCIELO). Para a realização da pesquisa foram utilizadas as palavras-chave *ensino*, *mol*, *quantidade de matéria*, *dificuldades de compreensão*, *propostas de atividades*. Com base na leitura dos resumos, os artigos foram selecionados para uma análise mais aprofundada em relação ao tema quantidade de matéria e sua unidade, bem como, os processos de ensino e aprendizagem envolvidos em seu estudo.

A partir desse levantamento bibliográfico observei que: (1) os artigos encontrados são muito antigos, sem do que as datas de publicação, em sua maioria, são da década de 80 até o início dos anos 2000 e (2) os artigos mais recentes relatam pesquisas realizadas com estudantes universitários.

Entre os artigos mais recentes é importante destacar os estudos realizados por Silva, Oki, Dotto e Moradillo (2008) e Franco-Patrocínio e Freitas-Reis (2016). A relevância desses artigos decorre das datas de publicação serem mais recentes e por apresentarem resultados acerca da compreensão e aquisição dos conceitos associados ao tema quantidade de matéria.

A pesquisa realizada por Silva, Oki, Dotto e Moradillo (2008) teve como objetivo facilitar a diferenciação entre os conceitos de quantidade de matéria, mol e massa e verificar a influência da história desse conceito no processo de aprendizagem. Durante a pesquisa ficou clara a não diferenciação dos conceitos de quantidade de matéria, mol e massa com uma forte predominância do significado baseado no senso comum. A partir desse resultado, os autores planejaram o ensino com o foco centrado na diferenciação entre esses conceitos e no uso indevido da expressão número de mol. Segundo os autores, a aula facilitou a diferenciação entre os conceitos de quantidade de matéria, mol e massa, no entanto, a necessidade de aprimoramento da metodologia de ensino e da pesquisa é necessária.

O artigo de Franco-Patrocínio e Freitas-Reis (2016) aponta como a compreensão da história da ciência pode influenciar na aquisição do conceito de quantidade de matéria e sua unidade, o mol. O estudo foi feito a partir dos resultados de um questionário aplicado à docentes do Ensino Superior que investigava a

abordagem do conteúdo quantidade de matéria. Segundo os autores, as respostas ao questionário mostraram que as dificuldades relacionadas ao aprendizado do conceito estão associadas a incompreensão do termo e sua utilidade, à dependência do pensamento abstrato e a dificuldade com os cálculos. Além disso, os autores relatam que alguns estudos mostram que a dificuldade na compreensão do conceito de quantidade de matéria não fica restrita aos estudantes. A definição inadequada desse conceito está presente também entre os professores e nos livros didáticos de química do Ensino Médio.

Com relação ao material didático, Rogado (2004) também relata sua influência no processo de ensino e aprendizagem. Um conjunto de regras e coisas para decorar, sem uma abordagem dos aspectos macroscópicos dos fenômenos e a apresentação da ciência de forma descontextualizada, separada da sociedade e da vida cotidiana é frequente. Essa abordagem dificulta o processo de aprendizagem reduzindo-o a uma simples memorização. Além disso, é frequente o número de professores que utilizam esses materiais, que muitas vezes apresentam conceitos incorretos e desvinculados do mundo real do estudante, como orientadores no seu planejamento de ensino.

A leitura desses artigos gerou três constatações: (1) as pesquisas mais recentes foram realizadas com estudantes do ensino superior, (2) as dificuldades enfrentadas pelos professores e estudantes no Ensino Superior são as mesmas da Educação Básica e (3) existem algumas propostas de abordagem do conteúdo, mas não as atividades a serem aplicadas. Baseado nas pesquisas apresentadas e nas experiências vividas em sala de aula fica claro que, se a incompreensão do conceito está presente nos estudantes do Ensino Superior, é porque isso existe desde a Educação Básica, pois, a princípio, nenhum estudante alcançaria o Ensino Superior sem o contato com tal conteúdo. Além disso, os estudos mostram que as práticas realizadas até o momento não garantem a aquisição desse conhecimento e, muitas vezes, desencadeiam a dificuldade em outros conteúdos que necessitam da utilização do mol, como por exemplo, estequiometria.

Segundo estudos realizados por Santos e Silva (2013), estequiometria é um conteúdo em que os estudantes apresentam grande dificuldade de aprendizagem. Entre as dificuldades são citadas a transição entre o nível macroscópico, microscópico e representacional da matéria, a Constante de Avogadro, a confusão entre

mol/quantidade de matéria/Constante de Avogadro/massa molar e as dificuldades com os cálculos.

Diante dessas constatações, novas abordagens precisam ser elaboradas para serem aplicadas aos estudantes da Educação Básica e minimizar, assim, os problemas citados.

Acredita-se que com o conceito de quantidade de matéria e mol bem consolidado, cujos significados sejam construídos pautados na evolução do conhecimento científico, permitirá que os estudantes compreendam os demais conteúdos que a ele estão associados.

Esses fatos me motivam ainda mais a aprofundar os estudos relacionados a esse assunto e propor formas para minimizar esse problema. Com base nesses questionamentos, fica evidente, mais uma vez, a pertinência da proposta de estudo.

## **6. REFERENCIAIS TEÓRICOS**

### **6.1 Ensino de Ciências por investigação**

À medida que o tempo passa os seres humanos se transformam, o planeta se modifica e os estudantes também. O ensino transmissivo, que era comum em décadas atrás, já não se encaixa no perfil atual dos estudantes. A mudança nas ações e interações entre o professor e os estudantes precisa acontecer. O foco do processo de ensino e aprendizagem não pode mais estar centrado na ação do professor de modo que o aluno seja um mero expectador e receptor de informação. Diante desses fatos, surge o ensino por investigação que propõe que o estudante participe ativamente desse processo de construção de forma a se tornar o protagonista dessa ação escolar.

Levando-se em consideração o ensino por investigação, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018, p. 320) diz que

O processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado as situações didáticas planejadas ao longo de toda educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem.

Sasseron (2018) relata que o ensino por investigação apresenta diferentes concepções definidas por características didáticas e filosóficas, de modo que, as funções atribuídas a ele transitam entre modalidade ou estratégia ou como um objetivo para o ensino de ciências. Essa diferenciação dependerá das ações que serão executadas em sala de aula. A autora ressalta que o sucesso do ensino por investigação não depende apenas do planejamento das atividades em que as práticas científicas e epistêmicas sejam consideradas, mas também do envolvimento dos estudantes com a temática proposta e com as ações que possibilitarão a resolução dos problemas. Portanto, Sasseron (2018, p. 16) considera o ensino por investigação uma abordagem didática, “uma vez que a investigação não depende apenas da atividade planejada, encontrando relação intrínseca com as interações possibilitadas em sala de aula pelo professor”.

Complementando a ideia do ensino por investigação como abordagem didática, Sasseron (2018) aponta os cinco principais elementos que sustentam essa concepção: (1) o papel intelectual e ativo dos estudantes; (2) a aprendizagem para além dos conteúdos conceituais; (3) o ensino por meio da apresentação de novas culturas aos estudantes; (4) a construção de relações entre práticas cotidianas e práticas para o ensino e (5) a aprendizagem para a mudança social.

O ensino por investigação não deve estar associado ao cumprimento de um roteiro descritivo de ações que permitam a conclusão de uma atividade, ou seja, não deve se basear no desenvolvimento de conhecimento de processos. Além dos processos é importante o desenvolvimento do conhecimento conceitual e epistêmico que, quando conectados, contribuem para o desenvolvimento do raciocínio científico. Para isso, o ensino por investigação deve levar em conta os conhecimentos que os estudantes já possuem, os problemas propostos a serem investigados, os modos de interação dos estudantes com o problema e a análise oriunda das interações ocorridas durante a aula (SASSERON, 2018).

Sasseron (2018, p. 1069) diz que

Ao transitar pelas informações por meio da investigação, construindo novos entendimentos sobre as informações que já possuem, e, por meio de análises críticas e constantes das ações, os estudantes estarão desenvolvendo práticas científicas e epistêmicas em estreita relação com o desenvolvimento do raciocínio científico.

Pesquisas mostram que quando os estudantes participam de processos de ensino baseados em investigações científicas aprendem mais e desenvolvem melhor

os conceitos associados (AZEVEDO, 2004). Esse processo investigativo permite um estreitamento dos saberes escolares e dos saberes científicos aproximando dos estudantes as práticas realizadas pelos cientistas.

Azevedo (2004, p. 20) relata que “o objetivo é levar os alunos a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos.”

Segundo a mesma autora, uma atividade para ser considerada investigativa deve ter sua ação centrada no estudante e não deve se limitar a observação ou manipulação de dados. É necessário que a atividade possibilite as ações de refletir, discutir, explicar e relatar os resultados de modo que se aproxime das características de uma investigação científica. Essa investigação deve fazer sentido, ter um significado para despertar o interesse e o engajamento dos estudantes.

De acordo com Azevedo (2004), diversas são as formas de se propor um ensino por investigação. Dentre as práticas possíveis podemos citar as demonstrações investigativas, o laboratório aberto, as questões abertas e os problemas abertos. No Quadro 1 foi apresentada uma breve descrição dessas atividades investigativas.

Quadro 1 - Descrição de atividades investigativas que podem ser utilizadas em sala de aula.

Atividade investigativa	Descrição
Demonstrações investigativas	Demonstrações experimentais que partem da apresentação de um problema ou de um fenômeno. Permitem que os estudantes formulem hipóteses acerca do problema proposto e analisem os resultados obtidos.
Laboratório aberto	Busca a solução de um problema que, necessariamente, será respondida a partir de um experimento. Esse tipo de atividade será dividido em seis momentos: (1) a proposta do problema; (2) o levantamento de hipóteses; (3) a elaboração do plano de trabalho; (4) a montagem do arranjo experimental e coleta de dados; (5) a análise dos dados e (6) a conclusão.

Questões abertas	Proposição de fatos relacionados ao cotidiano do estudante, cuja explicação estará relacionada aos conceitos discutidos e construídos em aulas anteriores. Permite o desenvolvimento da argumentação e da redação, pois utiliza regras da norma culta da língua portuguesa e da linguagem científica.
Problemas abertos	Proposição de situações gerais que permitam a discussão das condições de contorno e as possíveis soluções da questão apresentada. A discussão deve ir além dos conceitos e permitir a matematização dos resultados.

Fonte: Adaptado de Azevedo (2004).

Quaisquer que sejam as atividades investigativas propostas, partirão do pressuposto da resolução de um problema. A problematização inicial é *sine qua non* para o ensino baseado na investigação. A solução do problema proposto inclui o seu reconhecimento e as ações que serão necessárias para sua resolução e permitirá o desenvolvimento de diversas habilidades como o raciocínio e a argumentação.

Os papéis desempenhados tanto pelo professor quanto pelo estudante são modificados no ensino baseado na investigação. O professor deixa de ser um transmissor e o estudante o receptor. Novas habilidades serão desenvolvidas em cada um deles. Para o professor não basta dominar o conteúdo, é necessário desenvolver a capacidade de formular perguntas que sejam desafiadoras e proporcionem questionamentos de tal forma que o estudante sinta que suas ideias são respeitadas e é parte integrante do processo de construção do conhecimento. Já o estudante, não deve se limitar a ouvir. É necessário que ele faça parte do processo refletindo, discutindo, explicando e relatando suas ideias.

Segundo Carvalho (2013), não é possível iniciar uma aula ou até mesmo um novo conteúdo sem antes investigar o que os estudantes já sabem ou como compreendem determinado assunto. É com base nos conhecimentos cotidianos e na proposição de novas situações que os estudantes terão condições de construir novos conhecimentos. Complementando as ideias defendidas por Carvalho (2013), Capecchi (2013) relata que a problematização é uma forma de superar as ideias

fundadas no senso comum. É uma maneira de utilizar o cotidiano para criar os questionamentos e as ferramentas para se construir as respostas, aproximando o estudante das práticas científicas, ao mesmo tempo que proporciona um processo de construção ao invés de algo que já vem pronto e acabado.

Apesar do processo investigativo ser uma abordagem de ensino que adota procedimentos similares àqueles utilizados pelos cientistas, muitos professores ainda têm dificuldade em sua aplicação por não compreenderem de forma mais ampla suas características. Segundo Munford e Lima (2007), existem três concepções equivocadas acerca do ensino por investigação. A primeira é que muitas pessoas acreditam que o ensino por investigação acontece apenas em atividades práticas ou experimentais ou que se resume a elas. No entanto, sabemos que de acordo com o planejamento da atividade experimental ela pode não contemplar as características essenciais de uma investigação e aquelas que não são experimentais podem ser mais investigativas. A segunda é acreditar que, essencialmente, as atividades investigativas devem ser “abertas” de modo que os estudantes têm total autonomia para conduzir todo o processo. Isso é um grande erro, pois existem diferentes configurações com diferentes graus de direcionamento por parte do professor. A diversidade de atividades, em diferentes níveis de abertura, que podem ser desenvolvidas de forma investigativa possibilita que estudantes com diferentes perfis adquiram os conhecimentos propostos. A terceira e última concepção equivocada é acreditar que todo o conteúdo possa ser ensinado por meio da investigação. Para cada tema, existe uma estratégia de ensino mais adequada, por isso a diversidade de estratégias deve compor o planejamento das aulas.

Com relação aos graus de abertura das atividades investigativas, existem diferentes interpretações. Para Tamir (1990 apud Sá et al, 2007), as atividades investigativas e as tradicionais se diferem tanto na atuação do professor quanto do estudante, pois requer um maior envolvimento por parte dos estudantes no desenvolvimento das propostas. Ainda segundo o autor, quanto maior o envolvimento dos estudantes no desenvolvimento das atividades propostas, maior o nível de abertura, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação das atividades práticas segundo seu grau de abertura  
(Tamir, 1990).

<b>Nível de investigação</b>	<b>Problemas</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Conclusões</b>
Nível 0	Dados pelo professor	Dados pelo professor	Conduzidas pelo professor
Nível 1	Dados pelo professor	Dados pelo professor	Em aberto
Nível 2	Dados pelo professor	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Sá et al (2007).

Outra proposta de graus de abertura das atividades investigativas é a de Carvalho (2006 apud Zômpero e Laburú, 2011). Para essa autora, as atividades investigativas são classificadas de acordo com o grau de liberdade existente em cada etapa do processo. Tanto o professor quanto o estudante são avaliados no desenvolvimento da atividade proposta, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Graus de liberdade professor/aluno na aula de laboratório.

	<b>GRAU I</b>	<b>GRAU II</b>	<b>GRAU III</b>	<b>GRAU IV</b>	<b>GRAU V</b>
<b>PROBLEMA</b>	---	P	P	P	A/P
<b>HIPÓTESES</b>	---	P/A	P/A	P/A	A
<b>PLANO DE TRABALHO</b>	---	P/A	A/P	A	A
<b>OBTENÇÃO DE DADOS</b>	---	A/P	A	A	A
<b>CONCLUSÃO</b>	---	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Sociedade

Fonte: Carvalho (2006).

Segundo Carvalho (2006), uma atividade de grau I não caracteriza uma atividade investigativa, pois apresenta apenas a participação do professor. A partir do grau II, é possível observar uma maior participação dos estudantes no desenvolvimento das atividades, fazendo com que a atividade proposta assuma características que são próprias do fazer científico. O professor (P) faz a problematização e as etapas de formulação das hipóteses, do plano de trabalho e da obtenção dos dados são realizadas com a participação conjunta dos estudantes (designados pela autora como A). A etapa da conclusão é realizada não só pelo



professor e um grupo de estudantes, mas apresentada e discutida por toda a sala de modo a colocar em prática um dos ofícios da cultura científica, que é a divulgação do conhecimento produzido. Os níveis III a V propõem uma liberdade ainda maior aos estudantes, de modo que o grau V é o que acontece nos cursos de mestrado e doutorado, em que o problema a ser solucionado é proposto pelo estudante e sua conclusão vai para além da sala de aula.

É importante ressaltar que as ideias apresentadas por Carvalho (2006) fazem referência a uma atividade investigativa de laboratório, mas, como discutido anteriormente, existem outros tipos de atividades que também podem ser consideradas investigativas. Dessa forma, os graus de liberdade apresentados pela autora se aplicam a qualquer tipo de atividade que assuma as características de uma investigação.

As inquietudes desencadeadas pela proposição de uma situação problema e a busca por suas respostas é o que distingue uma atividade investigativa de uma tradicional. Quanto maiores forem os desafios apresentados aos estudantes, maior seu grau de envolvimento, permitindo, assim, a aquisição e aprimoramento de determinadas habilidades. Dessa forma, as atividades investigativas devem ser capazes de, a partir de questões desafiadoras, criar situações de aprendizagem que estimulem o interesse e a curiosidade científica dos estudantes, possibilitando-os a definição de problemas, o levantamento, a análise e a apresentação de resultados; a comunicação de conclusões e a proposição de intervenções (BNCC, 2018, p. 320).

Diante desses fatos, a investigação em sala de aula, deve permitir não só que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais para explicar o fenômeno, mas que possibilitem a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias e a construção de modelos (SASSERON, 2015).

## **6.2 Alfabetização científica**

O planejamento de ensino é uma prática comum e necessária a todos os professores. Nesse processo, muitas vezes, o que mais se preocupa é com o que será ensinado, enquanto o como e o porquê quase nunca estão em primeiro plano. O conteúdo pelo conteúdo é mais latente que os objetivos que se almeja alcançar, as habilidades que se deseja desenvolver ou aprimorar e as estratégias que permitirão

todo esse processo. Apesar do discurso frequente que as práticas docentes adotadas visam a aproximação daquelas realizadas pela comunidade científica, que permitem a compreensão dos fenômenos ao seu redor e a aplicação a novas situações, o que se observa é muito diferente. Pouco se aproveita das experiências anteriores dos estudantes e menos ainda são estimulados a aplicar em novas situações.

A área de Ciências da Natureza, assim como as demais, deve se comprometer com a formação dos jovens para o enfrentamento da contemporaneidade, com uma educação integral e com formação cidadã. Deve dar condições de exercitar o pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo e tomar decisões éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema (BNCC, 2018). É cada vez mais propiciar aos estudantes a aproximação das práticas escolares das práticas científicas.

Segundo Sasseron (2013), uma aula de Ciências cujo planejamento e execução sejam capazes de permitir que os estudantes compreendam os conhecimentos científicos e os processos tecnológicos ao seu redor, capacitando-os a tomarem decisões ligadas as consequências que isto pode gerar para sua vida, para a sociedade e para o ambiente é um ensino cujo objetivo é a alfabetização científica (AC). É o processo que permite discutir temas relacionados às Ciências, como estão presentes e de que forma influenciam a vida de cada um e da sociedade, além de refletir as consequências que podem ser geradas ao ambiente.

Dessa forma, o ensino de Ciências deve ir além de um conjunto de conteúdos a serem transmitidos. Deve ser planejado e executado de forma que o estudante seja envolvido no processo e nas práticas do fazer ciência da comunidade científica, ou seja, o ensino deve priorizar os processos investigativos, as interações discursivas e a comunicação de ideias.

Apesar das discussões acerca de qual nome se deve adotar, a alfabetização científica nas aulas de ciências tem como objetivo a capacitação dos indivíduos para que, temas e situações envolvendo as ciências sejam analisados e avaliados a partir de conhecimentos científicos e culminem com a tomada de decisão e posicionamento. Assim como a própria ciência, a alfabetização científica não acaba após certo tempo, ela é um processo contínuo e deve estar sempre em construção envolvendo novas situações, novos conhecimentos, novas decisões e novos posicionamentos (SASSERON, 2015).

Segundo Sasseron (2013), a alfabetização científica tem como objetivo o desenvolvimento de certas habilidades que foram agrupadas em blocos, e estes nomeados de *Eixos estruturantes da Alfabetização Científica*. Esses eixos serão capazes de fornecer as bases necessárias para a elaboração do planejamento e das aulas que permitirão o desenvolvimento da alfabetização científica. São eles: (a) a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos; (b) a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e (c) o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Não necessariamente os três eixos estarão presentes em todas as aulas, mas é importante que eles sejam considerados ao longo do desenvolvimento de um determinado tema.

Sasseron e Carvalho (2008) destacam que é necessário e importante que os estudantes tenham contato com habilidades que são associadas aos trabalhos dos cientistas. Além disso, nos processos de observação e análise de situações ocorridas em sala de aula, essas habilidades devem ser consideradas de modo a enfatizar as reações e ações dos estudantes ao se depararem com algum problema durante as discussões. Ainda segundo as autoras, uma das formas de se avaliar se tais habilidades estão sendo trabalhadas e desenvolvidas, é o uso de alguns indicadores, chamados de Indicadores da Alfabetização Científica, que permitirão verificar se o processo de alfabetização científica está sendo desenvolvido durante as aulas.

Com relação aos Indicadores da Alfabetização Científica, Sasseron e Carvalho (2008, p. 338) relatam que

Nossos **indicadores** têm a função de nos mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em processo de construção entre os alunos. Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele. Assim sendo, reforçamos nossa ideia de que o ensino de ciências deva ocorrer por meio de atividades abertas e investigativas nas quais os alunos desempenhem o papel de pesquisadores.

Sasseron e Carvalho (2008) organizaram os indicadores em três grupos. Cada um deles representa um bloco de ações que serão praticadas na resolução de um problema, conforme apresentado no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - Descrição dos indicadores da alfabetização científica.

<b>Grupo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
Trabalho com os dados obtidos em uma investigação	Seriação de informações	É um indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados. Deve surgir quando se almeja o estabelecimento de bases para a ação.
	Organização de informações	Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser vislumbrado quando se busca mostrar um arranjo para informações novas ou já elencadas anteriormente. Por isso, este indicador pode surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão.
	Classificação de informações	Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas. Constitui-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles.
Estruturação do pensamento	Raciocínio lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto.
	Raciocínio proporcional	Mostra como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
Entendimento da situação analisada	Levantamento de hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema).
	Teste de hipóteses	Concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.

	Justificativa	Aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura.
	Previsão	É explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
	Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não se recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008).

Del-Corso (2014), a partir da análise de relatórios produzidos por estudantes do Ensino médio, após a realização de uma sequência de ensino investigativa, propõe outros dois indicadores da alfabetização científica: o argumento e a listagem de materiais. O argumento, em linhas gerais, ocorre quando uma afirmação é feita baseada em dados, empíricos ou não, e culminam em uma conclusão. A listagem de materiais é a apresentação, na forma de lista ou descrição, dos materiais que serão utilizados para a resolução do problema proposto.

Complementado os estudos anteriores, Del-Corso et al (2014) propõe mais um indicador da alfabetização científica que fosse além da linguagem verbal e tivesse relação com as representações visuais diversas: as inscrições literárias. Segundo os autores, as inscrições literárias podem ser entendidas como “(...) desenhos, mapas, diagramas de textos, registros feitos por instrumentos (fotos, vídeos, gravações), formulações matemáticas e modelos físicos” (DEL-CORSO et al, 2014, p. 7255). As inscrições literárias são uma prática da comunidade científica, pois discutem as propriedades do objeto de estudo a partir de esquemas e gráficos que estão diretamente relacionados com o fenômeno observado.

É importante ressaltar que os autores destacam que a inclusão desses novos indicadores era fundamental, pois os propostos por Sasseron e Carvalho (2008) surgiram a partir de estudos realizados nos anos iniciais do Ensino Fundamental, e

existia a necessidade da análise de materiais produzidos por estudantes do Ensino Médio.

Um dos pressupostos da alfabetização científica é o de oferecer aos estudantes condições para a tomada de decisões diante de problemas reais relacionando-os com os conhecimentos científicos. O desenvolvimento de um posicionamento crítico diante de determinada situação ou tema proposto está relacionado ao processo de construção e comunicação de ideias, ou seja, a argumentação. Assim como a investigação, a argumentação é uma das ações que permite o estudante se aproximar da construção de um significado por meio das práticas da comunidade científica. É o fazer ciência. É a forma de divulgar, por meios orais e/ou gráficos, os conhecimentos gerados a partir de um processo investigativo. Para Sasseron (2015), a investigação e a argumentação são elementos da cultura científica, não se tratando apenas de uma metodologia ou uma abordagem educativa.

Considerando a importância dos processos investigativos e argumentativos no âmbito da cultura científica, a BNCC (BRASIL, 2018, p. 537) defende que a área de Ciências da Natureza deve

Criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas.

Diante disso, é possível, com um planejamento claro, organizado e bem estruturado, propiciar a aproximação da cultura escolar da cultura científica permitindo, assim, a partir de práticas investigativas e argumentativas, a alfabetização científica dos estudantes.

### **6.3 Tecnologias da informação e comunicação (TICs)**

Ela chegou de mansinho, de forma tímida e discreta e, aos poucos, foi ganhando espaço e familiaridade. Vivemos muito tempo sem sua presença e hoje não nos imaginamos sem ela. Facilitou as formas de comunicação. Permitiu a aproximação mantendo a distância. Simplificou o que parecia impossível. A responsável por essa mudança na vida das pessoas é a tecnologia. Cada vez mais presente na vida cotidiana das pessoas, as “novas tecnologias” mudaram a forma de ser e agir da sociedade atual em diversas áreas, inclusive a acadêmica. Estamos

vivenciando a era das tecnologias da informação e da comunicação, as chamadas TICs.

Os processos de ensino e aprendizagem precisam se adequar a essas novas tecnologias. Novas formas de ensinar e aprender precisam ser incorporadas ao cotidiano das salas de aula. Nessa nova concepção, tanto professores quanto estudantes precisam se adaptar as novas ferramentas. Elas não vão substituir o que temos praticado até o momento, e sim contribuir para adequação dos novos modos de ensinar e aprender de uma geração imersa a esse universo tecnológico.

As novas tecnologias não são a solução para o problema da educação, mas permitem ampliar as possibilidades de interação e engajamento em sala de aula. Segundo Moran (2000, p.12), “[...] se ensinar dependesse só de tecnologias, já teríamos achado as melhores soluções há muito tempo. Elas são importantes, mas não resolvem as questões de fundo”.

Atualmente, a questão mais importante a ser discutida no âmbito escolar não é o uso ou não das TICs, mas como elas podem ser usadas para potencializar os processos de ensino e aprendizagem. Não é, por exemplo, substituir o livro didático por sua versão digital, ou transformar o ambiente da sala de aula em um ensino à distância. É diversificar as práticas pedagógicas, utilizando as TICs como estratégias de interação e engajamento.

As formas de ensinar e aprender podem ser modificadas. Devemos praticar um ensino compartilhado, orientado, coordenado pelo professor, mas com participação ativa dos estudantes, seja de forma individual ou coletiva, e com auxílio da tecnologia. É usufruir da flexibilidade espaço-temporal, pessoal e de grupo, com menos conteúdos fixos e processos mais abertos de pesquisa e de comunicação (MORAN, 2000).

O ensino baseado na transmissão de conhecimento precisa ser repensado de forma a adequar ao perfil atual dos estudantes, que estão imersos em uma era digital, em que a informação está disponível na tela do celular. O foco voltado para o professor não atende as novas demandas educacionais. Cada vez mais precisamos de ações pedagógicas que irão deslocar o centro da atenção do professor para o estudante. Os papéis mudam. O professor será o mediador e o estudante o protagonista do movimento de construção de significados. Nesse processo, as TICs permitirão novos

recursos de mediação, criando possibilidades de interação entre os sujeitos pertencentes a essa ação.

Segundo Freire (1974;1996 *apud* FREITAS; HEIDEMANN; ARAUJO, 2021), a educação não deve estar centrada nem no educador nem no educando, muito menos nas ferramentas de ensino, e sim nas relações entre os educandos e educadores. Dessa forma, o educador deve sair de sua posição de detentor do saber e depositar de conhecimento e estimular a troca de conhecimento com os educandos, dando protagonismo aos seus contextos histórico-sociais. Portanto, deve-se propiciar uma educação que seja libertadora e emancipatória, permitindo que o indivíduo se transforme e transforme sua realidade.

Uma das formas de propiciar a interação entre educando e educador, permitindo, assim, processos de transformação, são as ferramentas digitais. Mas para que efetivamente essas ferramentas estimulem processos colaborativos de transformação, é necessário que estejam disponíveis a todos. Dessa forma, o acesso às ferramentas que sejam gratuitas e atendam à demanda dos processos de ensino e aprendizagem torna-se necessário. Uma das possibilidades disso é o uso dos Recursos Educacionais Abertos (REA).

Freitas, Heidemann e Araujo (2021) apresentam o significado do termo Recursos Educacionais Abertos (REA) proposto, em 2012, pela UNESCO como sendo:

Materiais de ensino, aprendizagem e investigação em quaisquer suportes, digitais ou outros, que se situem no domínio público ou que tenham sido divulgados sob licença aberta que permite acesso, uso, adaptação e redistribuição gratuitos por terceiros, mediante nenhuma restrição ou poucas restrições (Ibid, 2012, p. 1).

De acordo com esses autores, os REA, associados à pedagogia emancipatória de Paulo Freire, são uma forma de possibilitar a adaptação e, conseqüentemente, a utilização das TICs, aos contextos e realidades dos educadores e dos educandos.

Paula (2017) relata que o foco na ação dos estudantes transformou os recursos educacionais da escola e do professor em recursos mediacionais, pois permitiram a mediação das ações dos estudantes. Contudo, o autor ressalta que essa mudança não diminuiu a importância do professor nos processos de ensino e aprendizagem, apenas promoveu uma alteração em seu papel. Atrelado a isso, esse novo papel assumido pelo professor permite que os estudantes sejam inseridos em práticas de produção de conhecimento que sejam similares àquelas praticadas pela comunidade



científica. Complementando essa ideia, Paula (2017, p. 81) desta que “ao se tornarem sujeitos dessas práticas, os estudantes realizariam ações mediadas com as quais eles poderiam vir a dominar certos conhecimentos e métodos das ciências.”

Diante do exposto e considerando os novos papéis assumidos pelo professor e pelo estudante, assim como, o processo de ensino-aprendizagem mediado pelas TICs, Masetto (2000, p. 143) destaca que

Num processo de aprendizagem o uso de tecnologias evidentemente também se alterará. Não se trata mais de privilegiar a técnica de aulas expositivas e recursos audiovisuais, mais convencionais ou mais modernos, que é usada para a transmissão de informações, conhecimentos, experiências ou técnicas. Não se trata de simplesmente substituir o quadro-negro e o giz por algumas transparências, por vezes tecnicamente mal elaboradas ou até maravilhosamente construídas num *power point*, ou começar a usar um *datashow*.

Os recursos a serem utilizados tem que estar de acordo com os objetivos que se deseja alcançar. Como uma sala de aula é um ambiente que apresenta um público diversificado de pessoas, com desenvolvimento de competências e habilidades em diferentes níveis, as ferramentas escolhidas devem ser as mais variadas possíveis e que se adequem aos objetivos propostos. A coerência entre as técnicas escolhidas e os novos papéis assumidos pelos professores e estudantes precisam existir de modo que permitam os processos de mediação, interação e engajamento.

Segundo Paula (2015), quando o foco pedagógico se encontra nas ações dos estudantes, uma análise das mediações possíveis de serem aplicadas se torna necessária. As TICs proporcionam novos recursos mediacionais, criando possibilidades e limitações para os sujeitos que as utilizam. Duas recomendações se tornam necessárias ao se utilizar as TICs como recurso mediacional. A primeira é a identificação das potencialidades e limitações de cada recurso específico que será utilizado pelos estudantes. A clareza dessas informações só é possível mediante comparação de diferentes recursos. A segunda recomendação é a combinação de diferentes estratégias que façam uso ou não das TICs. Essa variedade de atividades pedagógicas permite diferentes mediações e amplia a possibilidade de engajamento dos estudantes que apresentam interesses e estilos de aprendizagem variados.

Sabendo que as TICs possibilitam processos de interação, permitindo que o estudante se torne o foco do desenvolvimento da construção de saberes, fica evidente o seu uso em atividades investigativas. Elas podem ser utilizadas desde a proposição

das problematizações até a comunicação dos resultados, sendo que em cada momento do processo educativo se escolha ferramentas adequadas àquela situação.

## **7. PERCURSO METODOLÓGICO**

### **7.1 A metodologia da pesquisa**

#### **7.1.1 A caracterização da pesquisa**

A dúvida, a incerteza, o não saber é o que motiva um indivíduo a iniciar um processo investigativo e, a partir dele, aprender algo que ainda não sabe ou aprimorar aquilo que já conhece. A esse processo investigativo, damos o nome de pesquisa.

Segundo Gil (2008), uma pesquisa é definida como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, cujo objetivo fundamental é a busca por respostas para determinados problemas. Esse processo, que permite a obtenção de novos conhecimentos nas mais diversas ciências sociais, é definido como pesquisa social. É a investigação que envolve todos os aspectos relativos ao homem e suas interações com outros homens e instituições sociais.

As explicações dadas aos processos investigativos podem se basear em números ou nas percepções dos sujeitos envolvidos. Dessa forma, as pesquisas podem ser chamadas de quantitativas ou qualitativas. Segundo Godoy (1995), uma pesquisa quantitativa preocupa-se com a medição objetiva e quantificação dos resultados de modo que seu trabalho é conduzido a partir de um plano estabelecido a priori, com hipóteses claras e variáveis definidas. Já a pesquisa qualitativa, não se preocupa em enumerar e/ou quantificar dados, muito menos o uso de instrumentos estatísticos de análise de dados. Procura compreender os fenômenos a partir da perspectiva dos sujeitos envolvidos no estudo. O foco de uma pesquisa qualitativa é a compreensão do processo e não simplesmente os resultados ou o produto.

Ainda segundo Godoy (1995), os aspectos que identificam a pesquisa qualitativa são os seguintes: (1) a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental, (2) a pesquisa qualitativa é descritiva, (3) o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são a preocupação essencial do investigador e (4) pesquisadores utilizam o enfoque indutivo na análise de seus dados.

Godoy (1995, p. 63) conclui dizendo que:

Em função da natureza do problema que se quer estudar e das questões e objetivos que orientam a investigação, a opção pelo enfoque qualitativo muitas vezes se torna a mais apropriada. (...) a opção pela metodologia qualitativa se faz após a definição do problema e do estabelecimento dos objetivos da pesquisa que se quer realizar.

Complementando, Gil (2008) diz que a pesquisa social pode ser de natureza pura ou aplicada. A pesquisa pura busca obter novos conhecimentos que sejam úteis para o avanço da Ciência, mas sem preocupação com uma aplicação prática. Por ser um estudo muito formalizado e com generalizações, visa a construção de teorias e leis. De modo diferente, a pesquisa aplicada é aquela em que se utiliza das descobertas da pesquisa pura, mas com um foco na aplicação prática dos resultados e na solução de problemas específicos existentes em uma determinada realidade. O interesse no desenvolvimento de teorias é menor, sendo a aplicação imediata e as consequências práticas dos conhecimentos gerados o objetivo central desse tipo de pesquisa.

Vercelli (2018) relata que segundo Ferreira *et al* (2014) “a pesquisa aplicada exige a imersão do/a pesquisador/a no contexto a ser usado. Assim, ele/a, se relacionam dialogicamente, com os sujeitos da pesquisa, seus saberes e anseios, desenvolve, no decorrer do estudo, uma proposta de intervenção”. Vercelli (2018, p. 234) ainda cita André (2017) para complementar as características da pesquisa aplicada dizendo que:

Podem ter procedimentos e metodologias que melhor se adequem a seus diferentes propósitos. Sinaliza que os vários tipos de intervenção-ação parecem responder apropriadamente aos objetivos de mudança da prática, quando formuladas nos moldes da pesquisa-ação, a saber: diagnóstico da situação, implantação de um plano de ação, análise dos resultados, revisão e nova intervenção. (...) o processo de reflexão não ocorre somente por parte do/a pesquisador/a, mas de todos/as os/as envolvidos/as no decorrer do processo de pesquisa.

A autora também discute a relação da pesquisa aplicada com o mestrado profissional (MP). O MP é uma modalidade de Pós-Graduação *Stricto sensu* com o foco voltado para a capacitação de profissionais em diversas áreas do conhecimento, a partir do estudo de técnicas, processos ou temáticas que atendam a uma demanda do mercado de trabalho. Como tanto a pesquisa aplicada quanto o MP buscam o estudo de processos de ensino e aprendizagem voltados a resolução de um problema específico, suas ideias se complementam permitindo ao pesquisador, que é um

docente da educação básica, e a todos envolvidos direta ou indiretamente o seu aperfeiçoamento e a minimização dos problemas existentes.

Levando-se em consideração os tipos de pesquisa, as justificativas e os referenciais teóricos citados anteriormente, a pesquisa desenvolvida ao longo deste trabalho é do tipo qualitativa e aplicada, visto que se elaborou, desenvolveu e aplicou uma sequência de ensino que, baseada nas dificuldades já relatadas, permitia a construção significativa do conceito de quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol.

### **7.1.2 A caracterização do contexto da pesquisa**

Esta pesquisa foi desenvolvida nas turmas da segunda série do Ensino Médio do Colégio Santo Agostinho – Contagem, escola da rede privada do município de Contagem, onde a pesquisadora atua como professora de química da segunda e terceira séries há 15 anos. A escola foi fundada há 45 anos e atua desde o maternal à 3ª série do Ensino Médio, com uma média de 1400 estudantes. Seu público-alvo, em sua maioria, são estudantes da classe média a alta dos municípios de Contagem, Betim, Igarapé e Ibirité. Possui infraestrutura com salas de aula amplas, com computador, sistema audiovisual, quadras e laboratórios de informática, química, física e biologia.

No ano de 2021, existem duas turmas de segunda série – turma A e turma B – cada uma delas com 38 estudantes. Em decorrência da pandemia do Covid-19, as aulas acontecem, desde março de 2020, de forma *online*. A plataforma utilizada para realização das aulas é o *Microsoft Teams* (software desenvolvido pela empresa Microsoft que permite a comunicação e a colaboração de equipes), em que cada turma tem sua sala de aula virtual. As interações entre professor e estudante e entre os estudantes ocorre na forma escrita por meio do *chat* da sala virtual ou de forma verbal por meio do microfone. As câmeras praticamente nunca são acionadas, portanto, não podemos considerar que existe relação visual durante as aulas.

Como a pesquisadora é a professora da segunda série, as duas turmas foram convidadas a participarem da pesquisa deixando claro quais eram seus objetivos e que as identidades dos participantes seriam preservadas, de modo que a utilização de suas falas ou de seus registros escritos seriam identificados como E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e assim por diante. Além disso, foi enfatizado que a pesquisa não comprometeria o andamento

das aulas e muito menos o desempenho escolar. Pelo fato dos estudantes envolvidos no processo serem menores de idade, foram solicitadas autorizações para a realização da pesquisa para seus responsáveis (Apêndice 12.1) e para os próprios estudantes (Apêndice 12.2). Além dessas autorizações, foi solicitado à direção da escola permissão para realização da pesquisa no ambiente escolar (Apêndice 12.3).

A sequência de ensino proposta foi desenvolvida nas duas turmas durante o mês de maio e início de junho de 2021. A coleta dos dados foi realizada pelo próprio *Microsoft Teams* a partir da gravação das aulas em áudio e vídeo e do *chat*. As ferramentas digitais *Mentimeter* (plataforma *online* para criação e compartilhamento de apresentação de slides com feedback em tempo real) e *Padlet* (ferramenta *online* que permite a criação de murais ou quadros colaborativos) também foram utilizadas para capturar a interação dos estudantes durante as aulas.

Apesar da pesquisa ter sido desenvolvida nas duas turmas da segunda série, para a análise e discussão dos resultados foi considerada apenas os 38 estudantes da turma B. Os perfis das turmas são bem distintos. Nesse processo do ensino remoto, a turma A se caracterizou como menos participativa e com interações entre professor e estudante praticamente inexistente. Ao contrário, a turma B se mostrou mais participativa e engajada nas propostas realizadas, permitindo, assim, uma geração maior de informações que permitem uma análise mais consistente e reflexiva do assunto abordado.

### **7.1.3 A caracterização da elaboração da sequência de ensino**

Como discutido anteriormente, o ensino, muitas vezes, é pautado em um processo transmissivo e receptivo de informações. Criar situações, a partir de vivências cotidianas, que permitam a interação entre professor e estudantes e entre os próprios estudantes é uma forma de tornar as aulas mais criativas, interativas e problematizadoras, além de propiciar a relação entre o senso comum e o conhecimento científico.

Uma das formas de propiciar um ensino, que permita que o estudante seja protagonista da construção dos conhecimentos científicos, são os Três Momentos Pedagógicos (3MP) propostos inicialmente por Delizoicov e Angotti (1990 *apud* Bonfim, Costa e Nascimento, 2018) e posteriormente por Delizoicov, Angotti e

Pernambuco (2002 *apud* Bonfim, Costa e Nascimento, 2018). Nessa proposta, o ensino ocorre em três etapas: (1) Problematização inicial; (2) Organização do conhecimento e (3) Aplicação do conhecimento. O Quadro 5 apresenta, de forma geral, a descrição de cada uma das etapas.

Quadro 5 - Descrição das etapas dos Três Momentos Pedagógicos.

Momento Pedagógico	Descrição
Problematização inicial	Apresentação das questões e/ou situações para discussão com os alunos, visando relacionar o estudo de um conteúdo com situações reais que eles conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. É nesse momento que os alunos são desafiados a exporem o que pensam sobre o assunto.
Organização do conhecimento	Momento em que, sob orientação do professor, os conhecimentos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial serão estudados.
Aplicação do conhecimento	Aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento.

Fonte: Adaptado de Delizoicov e Angotti (1990 *apud* Bonfim, Costa e Nascimento, 2018)

Complementando a ideia dos 3MP, Aguiar Junior (2005) propõe a utilização do que ele nomeia como sequência de ensino.

Segundo Aguiar Junior (2005) uma sequência de ensino é um conjunto organizado e coerente de atividades que abrangem um determinado número de aulas e cujos conteúdos estão relacionados entre si. As atividades e o discurso usados em sala de aula serão conduzidos a partir dos diferentes propósitos de ensino. Dessa forma, os diferentes momentos do processo de construção do conhecimento são chamados de fase de ensino. Essas fases são: problematização inicial, desenvolvimento da narrativa de ensino, aplicação dos novos conhecimentos e reflexão sobre o que foi aprendido. O Quadro 6 descreve, de forma simplificada, essas fases de ensino bem como os propósitos de cada uma delas.

Quadro 6 - Fases de ensino de uma sequência de ensino e seus propósitos.

<b>Fases de ensino</b>	<b>Propósitos (intenção) do professor</b>
Problematização inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engajar os estudantes, intelectual e emocionalmente, com o estudo do tema.</li> <li>- Explorar as visões, conhecimentos prévios e interesses dos estudantes sobre o tema.</li> </ul>
Desenvolvimento da narrativa de ensino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilizar as ideias e conceitos da ciência e/ou das artes no plano social da sala de aula.</li> </ul>
Aplicação dos novos conhecimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar oportunidades aos estudantes de falar e pensar com as novas ideias e conceitos, em pequenos grupos e por meio de atividades com a toda a classe.</li> <li>- Dar suporte aos estudantes para produzirem significados individuais, internalizando essas ideias.</li> <li>- Dar suporte aos estudantes para aplicar as ideias ensinadas a uma variedade de contextos e transferir aos estudantes controle e responsabilidade pelo uso dessas ideias.</li> </ul>
Reflexão sobre o que foi aprendido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prover comentários e reflexões sobre o conteúdo, de modo a sistematizar, generalizar e formalizar os conceitos apreendidos.</li> <li>- Destacar relações entre os conceitos e destes com outros tópicos do currículo, promovendo, assim, o desenvolvimento da narrativa do ensino.</li> </ul>

Fonte: Aguiar Junior (2005).

O autor ressalta que essas fases não são desenvolvidas necessariamente nessa ordem e podem apresentar superposições e alternâncias.

Uma sequência de ensino pode ser elaborada de diversas formas e com diferentes abordagens dependendo das intenções do professor ao aplicá-la em sala de aula. Dentre essas possibilidades, podemos citar aquelas em que o ensino por investigação com vistas à alfabetização científica sejam seus referenciais no processo de elaboração. As sequências de ensino que são elaboradas com esses referenciais são conhecidas como sequência de ensino investigativo (SEI).

Carvalho (2013, p.9) define as SEI como

Sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

De modo geral, podemos dizer que as maiores dificuldades associadas ao processo de ensino e aprendizagem da grandeza quantidade de matéria e sua unidade estão ligadas a: (1) distinção com outras grandezas associadas a quantidade tais como massa e volume; (2) utilização a nível microscópico e (3) operacionalização do conteúdo.

Com a intenção de minimizar essas dificuldades e levando-se em consideração os referenciais teóricos citados anteriormente, teve-se como objetivo geral a elaboração de um conjunto de atividades que, durante a pesquisa foi chamado de sequência de ensino (Apêndice 12.5, versão estudante, e Apêndice 12.6, versão professor), contemplem as dificuldades mencionadas. O tema norteador foi a grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol.

Com as atividades propostas os objetivos específicos a serem desenvolvidos serão:

- a distinção entre grandeza e unidade de medida.
- a definição do conceito de quantidade de matéria e sua unidade de medida.
- a definição das constantes de proporcionalidade Constante de Avogadro, massa molar e volume molar.
- a relação da quantidade de matéria com outras grandezas relacionadas à quantidade.
- a relação da quantidade de matéria com as partículas formadoras das substâncias.
- a aplicação da quantidade de matéria em outros contextos da ciência.

O material didático foi elaborado pela própria pesquisadora e levou em consideração o ensino por investigação, a alfabetização científica, o uso das tecnologias da informação e comunicação (TICs), as fases de ensino propostas por Aguiar Junior (2005), bem como as dificuldades já apontadas.

O Quadro 7 apresenta, de forma sucinta, as atividades que compõem a sequência de ensino intitulada “*A quantificação das coisas*”, bem como, as principais ideias que serão discutidas e uma previsão do número de aulas a serem utilizadas em cada uma delas.



Quadro 7 - Descrição das atividades que compõem a sequência de ensino.

<b>Fase de ensino</b>	<b>Atividade</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Previsão do número de aulas* que serão utilizadas</b>
Problematização inicial	Atividade 1: Será que é verdade?	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Introduzir e contextualizar a temática proposta.</li> <li>● Discutir as concepções prévias em relação à quantidade de matéria</li> </ul>	01
Desenvolvimento da narrativa	Atividade 2: Quanto tem aqui?	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Resgatar os conceitos de grandeza e unidade de medida.</li> <li>● Investigar unidades de medidas não padronizadas.</li> <li>● Discutir o significado do termo quantidade.</li> </ul>	03
	Atividade 3: Criando uma unidade de medida	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Criar um padrão para a quantificação de “coisas” e aplicar em situações-problema.</li> </ul>	02
	Atividade 4: Aplicando a unidade de medida	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conceituar mol e massa molar.</li> <li>● Determinar a Constante de Avogadro.</li> </ul>	02
	Atividade 5: Viajando do macroscópico para o microscópico	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Investigar a relação entre quantidade de matéria, massa e número de entidades.</li> </ul>	02
	Atividade 6: Usando um simulador	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Avaliar como as variáveis de um gás se relacionam.</li> <li>● Conceituar volume molar.</li> </ul>	03
Aplicando os conhecimentos	Atividade 7: É hora de (re)contar	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Relacionar a quantidade de matéria com massa, volume e número de unidades.</li> </ul>	02
Reflexão sobre o que foi aprendido	Atividade 8: O que aprendi?	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sistematizar os conceitos trabalhados na forma de esquema e texto.</li> </ul>	01

\* Aula de 50 minutos.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 7.1.4 A caracterização dos instrumentos de coleta dos dados

Como mencionado anteriormente, a aplicação da sequência de ensino aconteceu de forma remota, usando como sala virtual o *Microsoft Teams*. Todas as aulas foram gravadas utilizando o próprio recurso de gravação do aplicativo. Além da gravação de áudio e vídeo, as interações via *chat* foram coletadas. O compartilhamento de tela, assim como, outras ferramentas digitais foram utilizadas no decorrer de toda a aplicação. O Quadro 8 apresenta uma descrição de cada recurso utilizado para coleta de dados em cada uma das atividades propostas.

Quadro 8 - Descrição das ferramentas digitais utilizadas para coleta de dados das atividades propostas.

<b>Fase de ensino</b>	<b>Atividade</b>	<b>Recurso utilizado</b>	<b>Descrição do recurso utilizado</b>
Problematização inicial	Atividade 1: Será que é verdade?	<i>Microsoft Teams</i>	Gravação em áudio e vídeo.
Desenvolvimento da narrativa	Atividade 2: Quanto tem aqui?	<i>Microsoft Teams</i>	Gravação em áudio e vídeo e <i>chat</i> da sala virtual.
		<i>Mentimeter</i>	Utilizou-se a coleta de informações através do recurso nuvem de palavras, resposta aberta e múltipla escolha. A nuvem de palavras é uma ferramenta que permite a coleta de palavras ou pequenas frases de modo que aquela palavra ou frase que aparece mais vezes se destaca no centro da nuvem e em tamanho maior. Já a resposta aberta trabalha como uma questão de múltipla escolha. Apresenta-se opções e é possível escolher uma delas ou relatar algo sobre as opções apresentadas. Nos três casos, as respostas são coletadas e apresentadas de forma simultânea com o preenchimento.

		<i>Padlet</i>	Mural construído de forma colaborativa. A partir do código de acesso, os estudantes acessam o mural e podem acrescentar suas informações. As unidades de medida pesquisadas estavam distribuídas em colunas. Cada grupo tinha que preencher duas colunas com as informações solicitadas. As informações são coletadas e apresentadas de forma simultânea com o preenchimento.
Atividade 3: Criando uma unidade de medida		Não foi aplicada	Não foi aplicada.
Atividade 4: Aplicando a unidade de medida		<i>Microsoft Teams</i>	Gravação em áudio e vídeo.
Atividade 5: Viajando do macroscópico para o microscópico		<i>Microsoft Teams</i>	Gravação em áudio e vídeo da sala virtual principal e das salas virtuais de cada grupo. Chat das salas virtuais de cada grupo
		<i>Powerpoint</i>	Software de apresentação utilizado por cada grupo para expor os resultados obtidos
Atividade 6: Usando um simulador		<i>Microsoft Teams</i>	Gravação em áudio e vídeo
		<i>Phet</i>	Simulador <i>online</i> que permite a coleta de dados como pressão, temperatura, largura do recipiente e número de partículas a partir de condições pré-estabelecidas. Além disso, permite a visualização do grau de agitação das partículas a cada condição estabelecida.

		<i>Powerpoint</i>	Software de apresentação utilizado por cada grupo para expor os resultados obtidos
Aplicando os conhecimentos	Atividade 7: É hora de (re)contar	<i>Microsoft Teams</i>	Gravação em áudio e vídeo da sala virtual principal e das salas virtuais de cada grupo Chat das salas virtuais de cada grupo
		<i>Word</i>	Software de processamento de texto em que os estudantes apresentaram os resultados obtidos.
Reflexão sobre o que foi aprendido	Atividade 8: O que aprendi?	<i>Microsoft Teams</i>	Gravação em áudio e vídeo
		Camp.us	Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) própria da escola. Essa plataforma permite que tanto os professores quanto os estudantes possam, entre outras coisas, postar e enviar tarefas. Tanto o mapa mental quanto o texto produzido por cada grupo foram enviados por essa plataforma.

Fonte: Elaborado pela autora.

### 7.1.5 A caracterização da metodologia de análise dos dados

Uma pergunta sem resposta é o ponto de partida para se realizar uma pesquisa. Os estudos desenvolvidos em busca dessa resposta geram dados e informações, que precisam ser avaliados a partir de técnicas de análises específicas e se constitui uma fase muito importante em uma pesquisa de natureza qualitativa. Dentre as diversas técnicas de análise de dados qualitativos de pesquisa na área de educação, existe a Análise Textual Discursiva (ATD), que foi a escolhida para a análise dos dados obtidos.

Ramos e Thomas (2017) relatam que Moraes e Galiuzzi (2011) definem a ATD como uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa com o objetivo de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos. Ainda segundo Moraes e Galiuzzi (2006, p. 118), essa metodologia “cria espaços de

reconstrução, envolvendo-se nisto diversificados elementos, especialmente a compreensão dos modos de produção da ciência e reconstruções de significados dos fenômenos investigados”.

De acordo com esses autores, a ATD é realizada a partir de um conjunto de documentos denominado *corpus* que são obtidos a partir de uma seleção e delimitação rigorosa. Esses documentos são essencialmente produções textuais, incluindo-se imagens e outras expressões linguísticas, que expressam discursos sobre fenômenos diversos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, permitindo uma multiplicidade de sentidos possíveis.

O processo de análise com base nos pressupostos da ATD baseia-se em três etapas cíclicas, descritas aqui de forma bem geral: (1) unitarização, que é a separação e isolamento de ideias com significado próprio; (2) categorização, que é a reunião das unidades de sentido em função das aproximações e semelhanças e (3) produção de metatextos, que é a comunicação das novas compreensões que surgiram a partir das etapas anteriores. (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Moraes e Galiazzi (2016, p. 38) defendem que:

A análise textual discursiva parte de um conjunto de pressupostos em relação à leitura dos textos examinados. Os materiais analisados constituem um conjunto de significantes. O pesquisador atribui a eles significados a partir de seus conhecimentos, intenções e teorias. A emergência e comunicação desses sentidos e significados são os objetivos da análise.

Com a definição do *corpus*, inicia-se o processo de desmontagem ou desintegração dos textos que levará ao processo de unitarização. Nessa etapa, a fragmentação permite isolar as ideias que apresentam um mesmo sentido, que serão denominadas de unidades de análise ou de significado ou de sentido. É importante destacar que essas unidades de análise serão identificadas em função dos propósitos da pesquisa, de forma gradativa e com o olhar voltado para o projeto de pesquisa em que as análises fazem parte. Dessa forma, a unitarização é um processo que cria desordem a partir de uma ordem, mas que, partindo das relações entre os elementos de base possibilita a construção de uma nova ordem e uma nova compreensão em relação aos fenômenos investigados (MORAES; GALIAZZI, 2016).

A partir do processo de unitarização surgem as categorias. De acordo com Moraes e Galiazzi (2016), a categorização pode ser produzida de diferentes formas: *a priori*, emergente e mista. Na categoria *a priori*, as categorias são construídas antes de se examinar o *corpus* sendo, portanto, deduzidas a partir das teorias que

fundamentam a pesquisa. Na categoria emergente, as categorias são produzidas a partir da análise das unidades de sentido do *corpus*. Na categoria mista, as duas formas constituem o processo de categorização de modo que ocorre um aperfeiçoamento das categorias iniciais propostas. Independentemente do tipo de categoria utilizada no decorrer da análise, o importante nesse processo não são suas formas de produção, mas as compreensões aprofundadas que são obtidas a partir dos fenômenos investigados.

Os autores ainda destacam que, diferentemente de outros métodos de análise, a ATD permite que uma mesma unidade de sentido possa ser classificada em mais de uma categoria, ainda que com sentidos diferentes. Isso é possível, pois entende-se que “uma mesma unidade de sentido possa ser lida de diferentes perspectivas, resultando em múltiplos sentidos, dependendo do foco ou da perspectiva em que seja examinada” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p.48).

De posse das categorias, chega o momento da criação dos metatextos. Segundo Moraes e Galiazzi (2016), os metatextos são os textos constituídos da descrição e interpretação do fenômeno investigado. A descrição é a apresentação das categorias e subcategorias, fundamentado e validado a partir de informações retiradas do texto analisado. A interpretação é a construção dos novos sentidos e compreensões que surgem a partir da análise. Dessa forma, os metatextos vão além de uma simples montagem. Eles são os argumentos aglutinadores que o pesquisador constrói a partir do fenômeno investigado.

Para que todas as etapas da ATD sejam cumpridas, é necessário que seja realizada a transcrição das falas dos sujeitos envolvidos no *corpus*. Isso foi feito a partir da reprodução das gravações de áudio e vídeo obtidas durante a aplicação da sequência de ensino. Para que isso fosse possível, a professora/pesquisadora assistiu às gravações diversas vezes, de modo que, a cada fala de determinado estudante, o vídeo era pausado e a transcrição do áudio era realizada a partir da digitação na íntegra, sem qualquer correção ortográfica e/ou gramatical e preservando a linguagem coloquial usada. Com o objetivo de manter a integridade dos estudantes envolvidos, suas identificações foram feitas a partir das designações E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e assim por diante. Muitas vezes, foi necessário assistir determinados momentos dos vídeos inúmeras vezes, até mesmo com a velocidade reduzida, para que fosse possível a transcrição das falas com a maior fidelidade possível. Mesmo com esse cuidado, existiram

momentos em que não foi possível a transcrição completa do áudio. Nesses casos, a transcrição foi sinalizada como inaudível. Além disso, nas digitações foram apontados, com a utilização da expressão risos, os momentos de descontração em que os estudantes deram risadas, e com expressão pausa, momentos em que os estudantes não falaram nada.

## **7.2 A metodologia de ensino: aplicação da sequência de ensino**


A seguir serão descritas as atividades desenvolvidas ao longo da sequência de ensino proposta. Em virtude da aplicação ter acontecido de forma remota, as atividades da sequência de ensino foram adaptadas para uma apresentação em *powerpoint*, permitindo, assim, o compartilhamento das informações por meio do *Microsoft Teams*.

### **7.2.1 Problematização inicial**

A problematização inicial é composta pela atividade 1. Essa atividade inicia com a contextualização da questão problematizadora por meio da leitura do texto que aborda o contexto da publicidade enganosa. Utilizando o recurso compartilhamento de tela, o rótulo, que norteará o desenvolvimento da sequência de ensino, é apresentado à turma. Após a leitura do rótulo, são lançadas as questões problematizadoras de modo a estimular uma discussão sobre o assunto. A Figura 1 apresenta o material compartilhado durante a atividade. É importante ressaltar que o rótulo utilizado nessa atividade é fictício e foi elaborado pela professora/pesquisadora e será retomado em outros momentos da aplicação da sequência de ensino.

Figura 1 - Rótulo e questões problematizadoras.

Suponha que você pretenda adquirir um cosmético que apresente uma determinada quantidade de certo componente. Ao chegar no estabelecimento você observa a existência de um produto que apresenta o seguinte rótulo:



Considerando apenas esse rótulo, o que podemos dizer sobre a veracidade das suas informações?

Como podemos avaliar se a informação está correta?

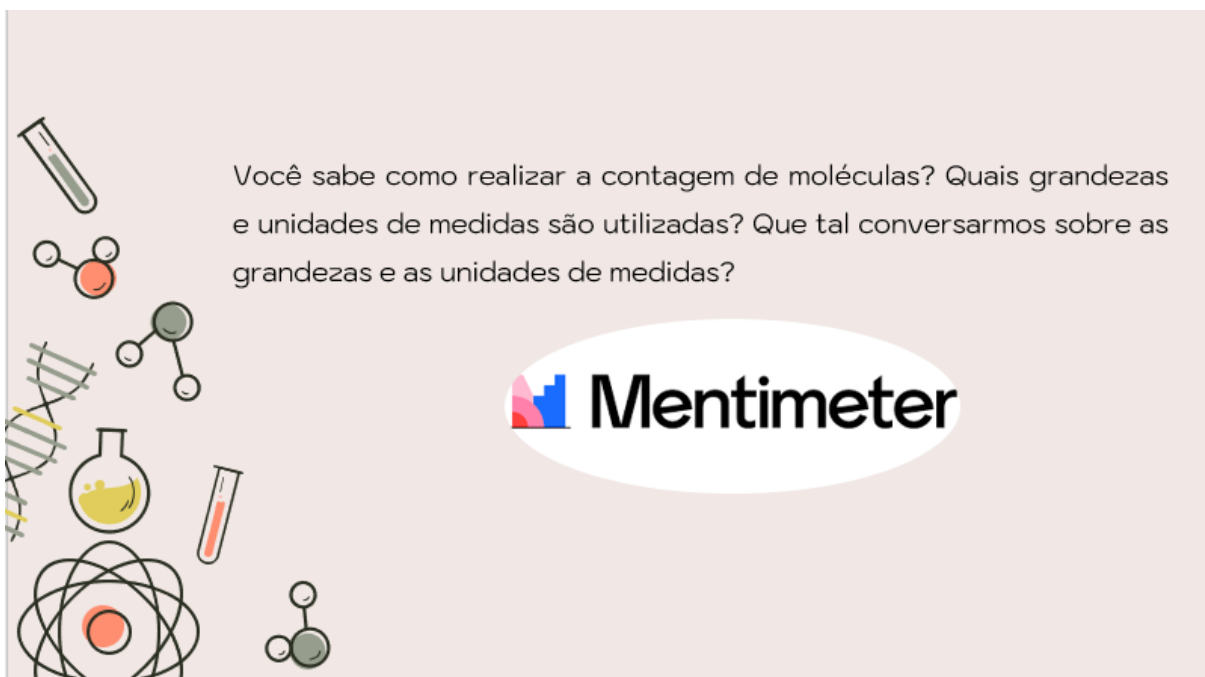
Fonte: Elaborado pela autora.

## 7.2.2 Desenvolvimento da narrativa

O desenvolvimento da narrativa é composto pelas atividades de 2 a 6, sendo que cada uma delas será desdobrada em várias partes. A primeira parte da atividade 2 é o resgate dos conceitos de grandeza e unidade de medida. Para realizar esse levantamento foi utilizado a ferramenta digital *Mentimeter* que permite, a partir da nuvem de palavras, que os estudantes expressem suas opiniões em relação as questões propostas. Para iniciar essa discussão foi apresentado alguns questionamentos, conforme Figura 2.



Figura 2 - Questões problematizadoras para o resgate dos conceitos de grandeza e unidade de medida.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após esse questionamento inicial, foi fornecido, via *chat*, o endereço da ferramenta e o código de acesso. Foi disponibilizado cerca de 2 minutos para que os estudantes respondessem a primeira questão: Quais os tipos de medidas você mais utiliza no seu dia a dia? Sem apresentar o resultado da primeira questão, foi solicitado que os estudantes respondessem a segunda questão: Quais as unidades de medida mais comuns? De posse das duas nuvens de palavras, o resultado foi apresentado e discutido com a turma.

A segunda parte da atividade 2 foi a discussão do uso adequado das grandezas e unidades de medida em nosso dia a dia. Para isso, foi apresentado algumas imagens de produtos cotidianos e questões que problematizavam o significado das grandezas e unidades de medida utilizados, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Produtos cotidianos e questões problematizadoras.

Em nosso cotidiano as grandezas e unidades de medidas estão presentes nas embalagens e rótulos de diversos produtos. Analise as imagens.



Por que o algodão é vendido em massa e o sorvete em volume?

Considerando o conceito de grandeza e unidade de medida, o que significa dizer que o pacote de ração para cachorro pesa 18 kg?



Fonte: Elaborado pela autora.

Após o debate das questões anteriores, iniciou-se a terceira parte da atividade que consistia na discussão da diversidade de grandezas e unidades de medida existentes. Para isso, foi realizada a leitura de um pequeno texto que abordava a questão da existência de diferentes unidades de medidas não padronizadas pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), e que, muitas vezes, não são conhecidas em outros locais que não sejam o de sua criação. Diante disso, os estudantes foram convidados a pesquisar, em grupo, sobre algumas dessas unidades de medida, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Pesquisa sobre unidades de medidas não padronizadas.

Muitas unidades de medida não foram criadas a partir de critérios científicos


→ Unidades não padronizadas

**Em grupo**, realize uma pesquisa para as unidades de medidas listadas a seguir, que contemple os aspectos:

- Origem
- Símbolo
- Significado
- Grandeza correspondente
- Equivalência com outra grandeza
- Curiosidade.

Grupo 1: jarda e polegada  
 Grupo 2: libra e onça  
 Grupo 3: milha e hectare  
 Grupo 4: arroba e grosa  
 Grupo 5: nó e fahrenheit

As informações obtidas devem ser socializadas no mural do aplicativo *Padlet* “Grandezas e unidades de medida não convencionais”



Fonte: Elaborado pela autora.

Para realização dessa atividade, foi utilizada a ferramenta digital *Padlet* que permite a construção de um mural colaborativo. Após a divisão dos grupos, foi disponibilizado, via *chat*, o endereço do mural colaborativo de modo que cada grupo ia preenchendo as colunas com as informações obtidas durante a pesquisa. Com o mural finalizado, um componente de cada grupo socializou as informações obtidas ressaltando aquilo que mais chamou sua atenção.

A quarta parte dessa atividade foi, a partir dos dados gerados na pesquisa anterior, a discussão da necessidade de uma padronização das grandezas e unidades de medida. Após isso, foi feita a exposição das informações sobre o Sistema Internacional de Unidades (SI) e o debate sobre o motivo pelo qual as unidades de medida pesquisadas não são consideradas padronizadas, conforme ilustra a Figura 5.


Figura 5 - O SI e as unidades de medida não padronizadas.

O Sistema Internacional de Unidades (SI) é responsável pela padronização das diversas unidades de medida das inúmeras grandezas físicas conhecidas. De acordo com ele, existem sete grandezas de base com suas respectivas unidades de medida.

Tabela 1: Grandezas bases e suas unidades de medida segundo o SI

Grandeza de base		Unidade de base	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
Comprimento	l, h, r, x	Metro	m
Massa	m	Quilograma	kg
Tempo, duração	t	Segundo	s
Corrente elétrica	i	Ampere	A
Temperatura termodinâmica	T	kelvin	K
Intensidade luminosa	$I_v$	candela	cd

Por que as unidades de medidas pesquisadas anteriormente não são consideradas padronizadas?



Fonte: Elaborado pela autora.

A quinta e última parte da atividade 2 foi elaborada com o objetivo de discutir o significado do termo quantidade. Para isso, foi utilizada a ferramenta digital *Mentimeter*. Assim como realizado anteriormente, foi fornecido, via *chat*, o endereço e o código de acesso da ferramenta para que os estudantes respondessem as seguintes questões: (1) Qual a quantidade existente em cada um? e (2) Qual frasco apresenta a maior quantidade?, conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6 - A quantificação de diferentes “coisas”.

A quantificação das “coisas” pode ser realizada utilizando diferentes unidades de medida.

Mentimeter

Qual a quantidade existente em cada um?



Qual frasco apresenta a maior quantidade?



Fonte: Elaborado pela autora.

A partir das respostas dos estudantes, discutiu-se o que eles entendem como quantidade e que a quantificação pode ser realizada em massa, em volume ou numerosidade dependendo das características do material. Após essa discussão, foi apresentada uma imagem de um pacote de 5 kg de arroz e o seguinte questionamento: Quantos grãos de arroz existem no pacote? Após alguns comentários iniciais de alguns estudantes, foi lançada a turma o desafio de, em grupo, elaborarem e apresentarem um procedimento que permitisse a quantificação, em unidades, dos grãos de arroz existentes no pacote.

A atividade 3, apesar de compor a sequência de ensino, não foi aplicada. Ela consistia em uma atividade experimental que demandava a manipulação, em grupo, de peças de um jogo de montar infantil e balança. Como a sequência de ensino foi aplicada de forma *online*, seus propósitos de elaboração e manipulação de procedimentos por parte dos estudantes, sem a intervenção do professor, não seriam atingidos. O objetivo dessa atividade é que os estudantes vivenciassem a criação de um padrão de unidade de medida e com as limitações do ensino remoto isso ficaria muito difícil de realizar. É importante ressaltar que a não aplicação dessa atividade não comprometeu o desenvolvimento das demais atividades muito menos da sequência de ensino como um todo.

A atividade 4 inicia com a reapresentação da imagem do rótulo da problematização inicial. Considerando as informações do rótulo e o que foi discutido no decorrer das atividades 2 e 3 (caso fosse aplicada), é apresentada a turma a seguinte questão: Utilizando as hipóteses levantadas na atividade anterior, quantas moléculas de vitamina C, em unidades, existem no frasco do Vita-C Mais? Após a discussão de que as unidades de medida conhecidas até o momento não permitem a quantificação das moléculas de vitamina C, é apresentado o conceito da unidade de medida mol, bem como a grandeza a que ele se aplica e sua integração na relação das grandezas e unidades de medidas de base do SI, conforme ilustra a Figura 7.

Figura 7 - A grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol.

Unidade de medida criada para contar átomos, moléculas, íons, etc. **MOL**

*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.*

Em 1971, na 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), o mol foi incluído no sistema internacional de Unidades (SI) para a grandeza quantidade de matéria.


Tabela 2: Grandezas bases e suas unidades de medida segundo o SI

Grandeza de base		Unidade de base	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
Comprimento	<i>l, h, r, x</i>	Metro	m
Massa	<i>m</i>	Quilograma	kg
Tempo, duração	<i>t</i>	Segundo	s
Corrente elétrica	<i>i</i>	Ampere	A
Temperatura termodinâmica	<i>T</i>	Kelvin	K
Intensidade luminosa	<i>I<sub>v</sub></i>	Candela	cd
<b>Quantidade de matéria</b>	<b><i>n</i></b>	<b>Mol</b>	<b>mol</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

Complementando a definição de mol e relacionando essa unidade de medida com outras que expressam a quantidade dada em numerosidade, é apresentada a constante de proporcionalidade Constante de Avogadro. Logo após, com o objetivo de ilustrar que a Constante de Avogadro pode ser utilizada para quantificar qualquer coisa (tanto macroscópica quanto microscópica) é apresentado a turma vários exemplos dessa utilização bem como sua relação proporcional, conforme ilustra Figura 8. É importante ressaltar que a construção dessa relação foi feita com a participação dos estudantes e de forma gradativa.

Figura 8 - A constante de Avogadro e suas relações proporcionais.



1 mol de laranja  $\rightarrow 6 \times 10^{23}$  laranjas  
1 mol de caderno  $\rightarrow 6 \times 10^{23}$  cadernos  
1 mol de átomos  $\rightarrow 6 \times 10^{23}$  átomos  
2 mol de átomos  $\rightarrow 2 \cdot 6 \times 10^{23}$  átomos  $\rightarrow 12 \times 10^{23}$  átomos  
1 mol de moléculas  $\rightarrow 6 \times 10^{23}$  moléculas  
0,5 mol de moléculas  $\rightarrow 0,5 \cdot 6 \times 10^{23}$  moléculas  $\rightarrow 3 \times 10^{23}$  moléculas  
1 mol de cátions  $\rightarrow 6 \times 10^{23}$  cátions  
6 mol de cátions  $\rightarrow 6 \cdot 6 \times 10^{23}$  cátions  $\rightarrow 36 \times 10^{23}$  cátions

Fonte: Elaborado pela autora.

A atividade 5 inicia com a seguinte questão: Qual a constituição da vitamina C? Após discutir que as coisas são formadas por entidades elementares, é proposto a turma a realização de uma atividade em grupo, que tem como objetivo verificar a relação entre a constituição de diferentes “coisas” (tanto macroscópicas quanto microscópicas) e a Constante de Avogadro. Essa proposição é realizada a partir da leitura de um pequeno texto que introduz as ideias anteriores, conforme Figura 9.

Figura 9 - A composição das “coisas”.

## É hora de praticar!

Nas feiras livres os produtos são vendidos de diferentes formas. Alguns são vendidos na unidade (peça), na dúzia ou considerando sua massa. Esses produtos diferem não apenas na forma de serem vendidos, mas em sua composição. Muitos deles são constituídos de casca, polpa e sementes. Outros apresentam a polpa dividida em gomos e ainda tem aqueles que não tem semente. Independente da maneira que são constituídos é possível determinar sua quantidade em relação à diferentes entidades.

**Laranja → casca + gomos + sementes**  
 12 gomos + 5 sementes

**Limão → casca + gomos + sementes**  
 10 gomos + 2 sementes

Fonte: Elaborado pela autora.

A turma participante foi dividida em 5 grupos e cada grupo tinha que responder três questões além de elaborar uma forma de explicar à professora/pesquisadora e aos demais colegas de turma as respostas obtidas. Para realização dessa atividade, foi utilizada a ferramenta de criação de salas dentro de uma própria sala virtual do *Microsoft Teams*. Após a criação das cinco novas salas, os estudantes são direcionados automaticamente para elas, permitindo, assim, a troca de informações apenas entre os componentes de cada sala. Uma sala não tem comunicação com a outra, no entanto, a professora/pesquisadora tem acesso a todas as salas. Para realização dessa atividade foi disponibilizado aos estudantes um tempo de aproximadamente 90 minutos. A Figura 10 apresenta as questões fornecidas a cada um dos grupos.



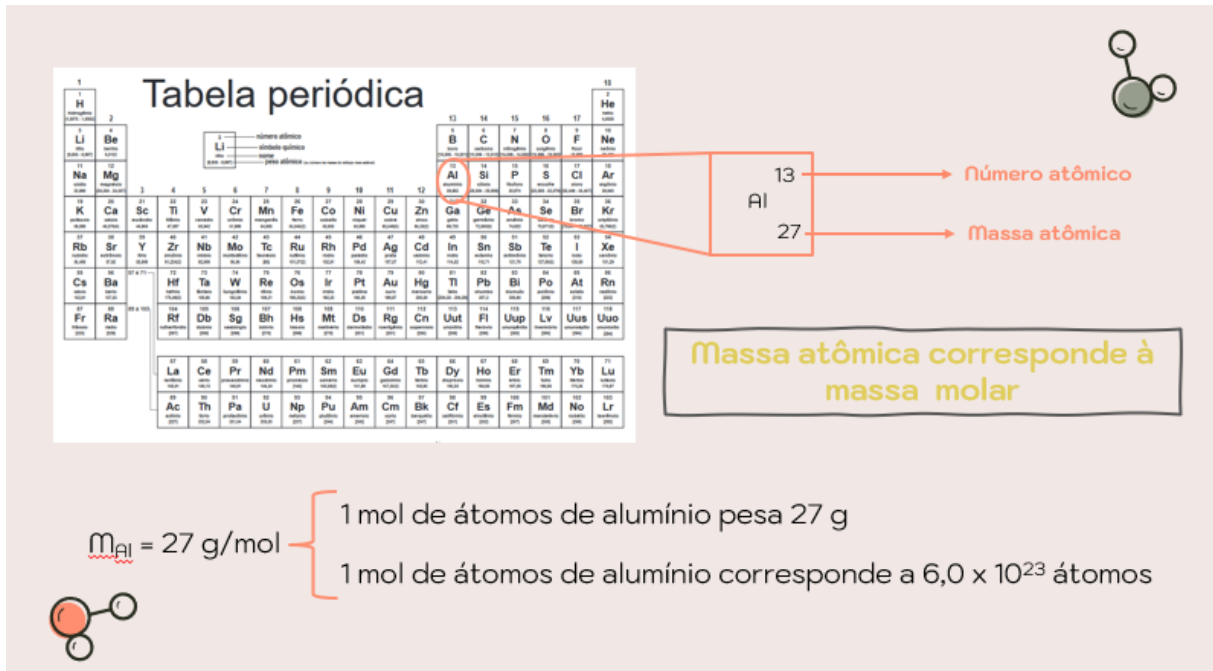
Figura 10 - Questões que serão discutidas em cada grupo de trabalho.

Grupo	Questões
1	a) Quantos gomos e sementes existem em 2 dúzias de laranjas? Considere que todas as laranjas são idênticas. b) Quantas rodas existem em 1 mol de carros? c) Quantos átomos de oxigênio existem em $1,2 \times 10^{25}$ moléculas de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ )?
2	a) Qual a massa e quantas sementes existem em 5 dúzias de limão. Considere que um limão tenha uma massa de 50 g e todos são idênticos. b) Quantos mols de mãos existem em $3 \times 10^{23}$ dedos? c) Quantas moléculas existem em 5 mol de amônia ( $\text{NH}_3$ )?
3	a) Quem tem maior massa, 1 dezena de banana ou 1 dezena de uva? Por que isso acontece? Considere que todas as bananas e uvas são idênticas. b) Qual a massa correspondente à $6 \times 10^{24}$ canetas? Considere que uma caneta tenha uma massa de 1,2 g e todas são idênticas. c) Considere a existência de $1,2 \times 10^{23}$ átomos de carbono, $3,6 \times 10^{23}$ átomos de hidrogênio e $6 \times 10^{22}$ átomos de oxigênio. Quantos mols de etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) podem ser formados?
4	a) Uma pessoa comprou 5 kg de laranja e 5 kg de limão. Considerando que todas as laranjas e limões são idênticos e que a massa de uma laranja é de 200 g e a de um limão é 50 g, a pessoa comprou, em unidades, mais laranjas ou mais limões? b) Quantas rodas dianteiras existem 5 mol de triciclo? c) Em um recipiente existe uma certa quantidade de água pura. Considerando a existência de $6 \times 10^{23}$ átomos de oxigênio, quantos mols de água existem?
5	a) Uma pessoa possui 300 gomos de laranja e 1 kg de uva. Considerando que todas as laranjas e uvas são idênticas e que a massa de uma uva é de 5 g, a pessoa comprou, em unidades, mais laranjas ou mais uvas? b) Considere a existência de $12 \times 10^{21}$ rodas. Quantos mols de bicicleta existem? c) Em dois recipientes idênticos e distintos, possuem uma certa quantidade de ácido sulfúrico e ácido fosfórico. Considerando que os recipientes apresentam o mesmo número de átomos de hidrogênio, qual deles tem o maior número de moléculas?

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a apresentação de cada grupo e considerando os resultados encontrados, duas novas questões foram realizadas: (1) Qual a relação entre a quantidade de matéria e o número de entidades? e (2) E entre a quantidade de matéria e a massa? A partir da discussão gerada, foi apresentado o conceito da constante de proporcionalidade massa molar e como é feita sua determinação a partir das massas atômicas presentes na tabela periódica. Para esse momento, foi utilizado vários exemplos tais como Al, Pb, NaCl, H<sub>2</sub>O, entre outros. Em cada um dos exemplos utilizados foi solicitado a participação dos estudantes tanto na realização do cálculo como na interpretação dessa informação, conforme ilustra a Figura 11.

Figura 11 - Cálculo da massa molar e sua interpretação.



**Tabela periódica**

13 14 15 16 17 18  
Al Si P S Cl Ar  
27

13 → Número atômico  
27 → Massa atômica

**Massa atômica corresponde à massa molar**

$m_{Al} = 27 \text{ g/mol}$

- 1 mol de átomos de alumínio pesa 27 g
- 1 mol de átomos de alumínio corresponde a  $6,0 \times 10^{23}$  átomos

Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, foi trabalhado alguns exemplos em que a aplicação de operações matemáticas era necessária, como por exemplo, a determinação da quantidade de matéria existente em 360 g de água.

A primeira parte da atividade 6 foi elaborada com o objetivo de resgatar quais são as variáveis de um gás, assim como, a relação entre elas. Antes de iniciar a atividade, foi realizada a leitura de um pequeno texto que introduz a ideia da necessidade de se estabelecer padrões que permitam a quantificação de substâncias que estejam no estado gasoso, conforme ilustra a Figura 12.

Figura 12 - A quantificação de substâncias no estado gasoso.

A variedade de substâncias presentes em nosso cotidiano é enorme. Nas condições ambientes, elas podem existir nos estados sólido, líquido ou gasoso. Como estudado anteriormente, independente do seu estado físico, uma amostra macroscópica de determinada substância apresenta três grandezas a ela associada: a massa, o volume e o número de entidades. Determinar essas grandezas de substâncias que estejam no estado sólido ou líquido não é uma tarefa difícil, mas não podemos dizer o mesmo quando ela se encontra no estado gasoso.

O que dificulta essa determinação?

Quais fatores podem influenciar nessa determinação?

**PhET**  
INTERACTIVE SIMULATIONS

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a realização dessa atividade foi utilizado um simulador desenvolvido pela plataforma digital *Phet* (REA que oferece simulações interativas de matemática e ciências). Utilizando o recurso da criação de salas dentro de uma própria sala virtual, a turma foi dividida em 3 grupos de modo que cada grupo desenvolveria a simulação com uma das variáveis do gás constante. Antes das turmas serem direcionadas para cada nova sala virtual, foi disponibilizado, via *chat*, o link de acesso à simulação e um arquivo do Word que continha o roteiro de execução da simulação (disponível na sequência de ensino: apêndices 12.5 – versão estudante e 12.6 – versão professor). Após a realização da simulação, cada grupo apresentou à professora/pesquisadora e aos demais colegas de turma os resultados encontrados, os gráficos produzidos e a discussão das questões referentes às conclusões da simulação.

A segunda parte da atividade 6 foi desenvolvida a partir dos resultados obtidos pelo simulador. Considerando esses resultados, dois questionamentos foram realizados: (1) Considerando os resultados obtidos, quais são as variáveis de um gás? e (2) Como elas se relacionam? A partir das discussões ocorridas, foi apresentada a equação de Cláperon como a equação que relaciona a pressão, o volume, a temperatura e a quantidade de matéria de um determinado gás.

A terceira parte da atividade 6 inicia com a apresentação da imagem de três balões com gases diferentes, mas submetidos as mesmas condições de temperatura e pressão. Logo após, os estudantes são solicitados a determinarem o volume ocupado por cada um dos gases. Após a socialização dos resultados, foi realizado o seguinte questionamento: Considerando os resultados obtidos, como gases diferentes poderiam ocupar o mesmo volume? Nesse momento, iniciou-se uma discussão que permitiu a definição do conceito da constante de proporcionalidade volume molar, bem como, seu valor considerando as Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP).

### **7.2.3 Aplicando os novos conhecimentos**

A atividade 7 é a atividade que compõe esta fase da sequência de ensino. Ela inicia com o resgate das informações que a massa, o volume e a numerosidade (número de entidades) são propriedades intrínsecas da matéria, e que elas estão relacionadas entre si pelas constantes de proporcionalidade Constante de Avogadro, massa molar e volume molar, conforme ilustra a Figura 13. É importante ressaltar que essa imagem foi construída de forma colaborativa e gradativa. A partir do resgate das informações, os estudantes foram questionados como essas informações estavam relacionadas entre si de modo que permitisse esse resultado.

Figura 13 - Relação entre as propriedades intrínsecas da matéria e suas constantes de proporcionalidade.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a construção desse esquema, a turma foi dividida em 5 grupos utilizando o recurso de divisão de grupos citado anteriormente. Antes de serem direcionados para as novas salas, foi disponibilizado, via *chat*, um arquivo em Word que continha o roteiro da atividade a ser executado (disponível na sequência de ensino: apêndices 12.5 – versão estudante e 12.6 – versão professor). Logo após, foi apresentado a turma algumas amostras que continham determinados materiais e apenas uma informação que poderia ser a massa, o volume ou o número de entidades. De posse dessa informação e da tabela periódica, os estudantes deveriam calcular as outras informações que compunham o roteiro. A Figura 14 apresenta as amostras que foram mostradas aos estudantes.

Figura 14 - Amostras de materiais que compõem a atividade 7.



Fonte: Imagens produzidas pela autora.


Após o debate nas pequenas salas, cada grupo foi convidado a socializar os resultados encontrados para uma das amostras. Finalizada essa parte, ocorreu uma discussão geral em relação às outras questões propostas no roteiro.

#### 7.2.4 Refletindo sobre o que foi aprendido

Esta fase de ensino é composta pela atividade 8. As duas partes dessa atividade têm como objetivo a avaliação daquilo que foi estudado ao longo da sequência de ensino. A primeira parte da atividade 8 inicia com a leitura de um pequeno texto que aborda a importância da comunicação dos conceitos estudados na forma de esquemas e textos e, em linhas gerais, o que vem a ser um mapa mental. Diante disso, a primeira proposta realizada a turma é a elaboração, individual, de um mapa mental que contemple os conceitos estudados ao longo da sequência de ensino, conforme ilustra a Figura 15.

Figura 15 - Proposta de construção de mapas mentais.


## O que aprendi?



Não basta compreender, é preciso saber comunicar aos outros. A compreensão de determinado conceito deve ir além da resolução de exercícios ou a aplicação em situações problema. Uma das formas de se avaliar o que realmente se aprendeu é a construção de esquemas e textos que abordam os conteúdos trabalhados. Portanto, este é o momento de avaliarmos todo o processo de construção e aplicação da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol.

Os mapas mentais são diagramas que permitem a estruturação de ideias de forma lógica e organizada. A representação dos conceitos é feita de forma visual potencializando o processo de aprendizagem. Sua construção permite que a compreensão acerca de um conjunto de ideias possa ser expressa de forma clara, objetiva e interligada.

Considerando os conceitos construídos ao longo das atividades propostas, elabore um mapa mental que contemple o conteúdo de quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol. Para isso, vocês podem utilizar de aplicativos *online* tais como o *Coggle*, o *Mindmeister*, o *Miro* ou algum outro de sua preferência. Caso queira, ele também poderá ser construído à mão.




Fonte: Elaborado pela autora.

É importante ressaltar que os estudantes já estão familiarizados com a construção de mapas mentais, portanto, não houve a necessidade de se explicar como é realizada sua construção. Além disso, em função do ensino remoto, o acesso as ferramentas digitais se ampliaram muito, por isso deixou-se livre a escolha em construir o mapa mental de forma *online* ou manuscrito. Cada estudante deveria postar seu mapa mental na plataforma Camp.us (ambiente virtual de aprendizagem criado pelo departamento de tecnologia da escola que substituiu o uso do *Moodle*).

A segunda e última parte da atividade 8 inicia com o resgate do rótulo e das questões utilizadas na problematização inicial. Essa será a atividade que irá concluir a sequência de ensino, por isso é necessário recuperar essa informação. Nesse momento a turma foi dividida em grupos, de no máximo 5 integrantes à escolha deles, para que realizassem a construção de um texto dissertativo-argumentativo que abordasse os conceitos estudados ao longo das atividades propostas, além de responder as questões da problematização inicial, conforme ilustra a Figura 16.

Figura 16 - Proposta da atividade final.



Beauté Rare Cosméticos

**VITA-C MAIS**

1 milhão de moléculas de vitamina C

Sérum anti-idade renovador com vitamina C pura e ativos

10 % de vitamina C (ácido ascórbico)

Volume: 30 mL

## O que aprendi?

Considerando apenas esse rótulo, o que podemos dizer sobre a veracidade das suas informações?

Como podemos avaliar se a informação está correta?

Com base nos conceitos construídos ao longo desta sequência de ensino, redija, **em grupo**, um texto dissertativo-argumentativo, com base na norma padrão da língua portuguesa, respondendo às questões iniciais. É importante salientar que nesse texto, o uso de dados e conceitos científicos devem estar presentes, assim como, a quantidade de moléculas de vitamina C existente no frasco do produto. Considere que a densidade do produto é 1 g/mL.

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a construção do texto, um componente de cada grupo deveria postar sua atividade na plataforma Camp.us.

## 8. OS DADOS COLETADOS

A seguir serão descritos os resultados obtidos em cada fase de ensino desenvolvida durante a aplicação da sequência de ensino. É importante ressaltar, conforme mencionado anteriormente, que usaremos apenas os resultados da turma B.

### 8.1 Problematização inicial

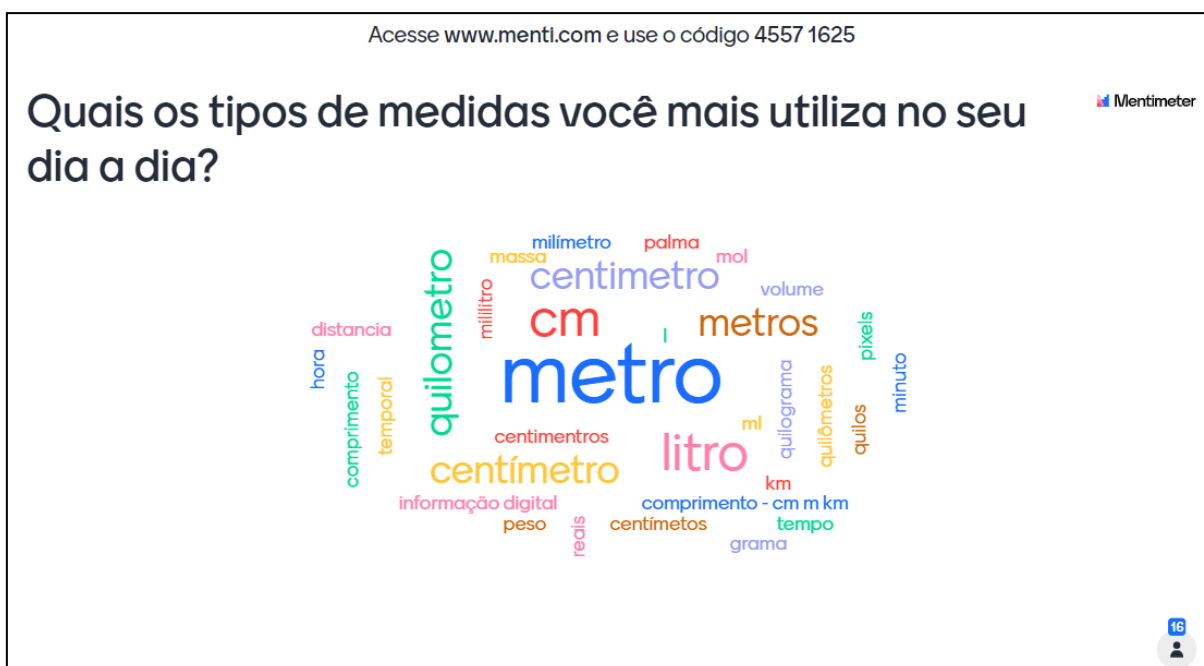
Após a introdução do assunto a ser abordado, da apresentação do rótulo do produto a ser investigado e das questões problematizadoras, alguns estudantes relatam a dificuldade em se quantificar as moléculas de vitamina C em função da sua dimensão ser microscópica. Além disso, consideram que o valor de 1 milhão é muito grande, portanto, a informação presente no rótulo provavelmente está incorreta. Ao serem questionados sobre a possibilidade de realizarem essa contagem, relatam que uma das formas prováveis seria a utilização de uma regra de três.



## 8.2 Desenvolvimento da narrativa

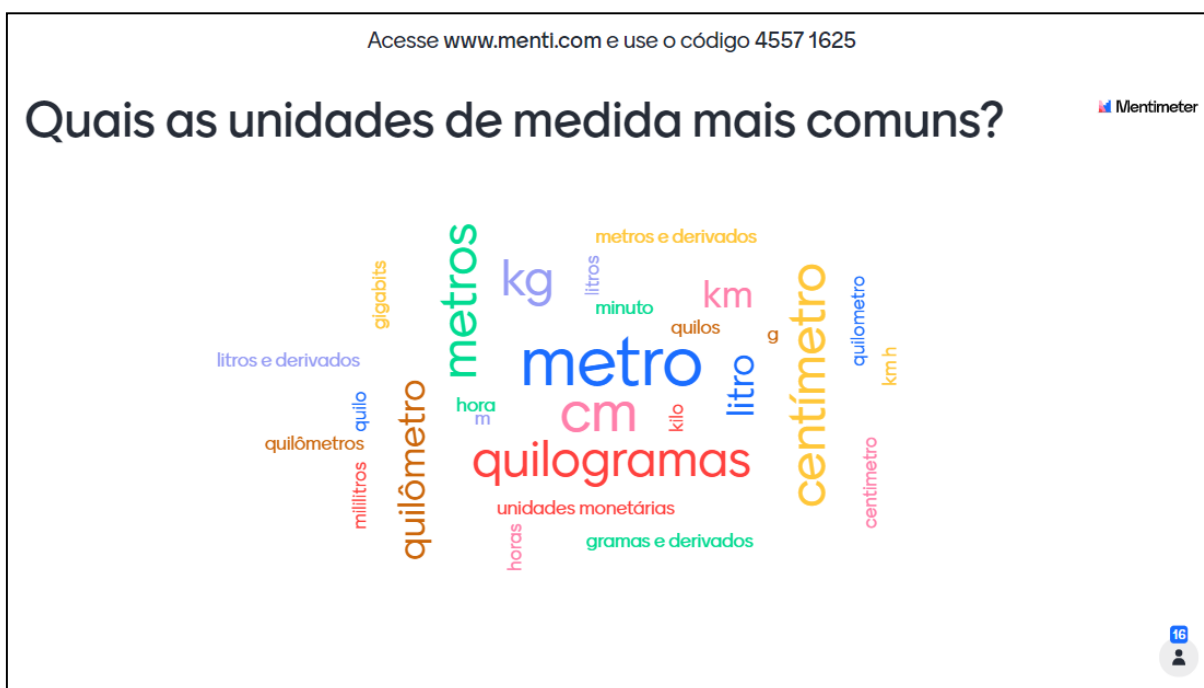
Na primeira parte da atividade 2, utilizou-se o *Mentimeter* para coletar os dados sobre a compreensão dos conceitos de grandeza e unidade de medida. As Figuras 17 e 18 apresentam os resultados obtidos.

Figura 17 - Nuvem de palavras referente à 1ª questão sobre grandezas e unidades de medida.



Fonte: *Mentimeter*.

Figura 18 - Nuvem de palavras referente à 2ª questão sobre grandezas e unidades de medida.



Fonte: *Mentimeter*.

É interessante perceber que na Figura 17, a palavra que aparece no centro, ou seja, a que foi mais citada entre as respostas dadas, foi o metro, uma unidade de medida. Diante disso, é possível verificar que existe, dependendo da forma como se pergunta, uma dificuldade em distinguir grandeza de unidade de medida. A maioria das palavras citadas foram de unidades de medida e não de grandezas. Agora, quando a pergunta é feita de forma direta e clara, não há dúvidas, como pode ser percebido na figura 18. Todas as palavras citadas são unidades de medida, com seus múltiplos e submúltiplos.

Na segunda parte da atividade 2 foi possível verificar que os estudantes compreendem que o uso de certas grandezas em determinados produtos está relacionado à sua densidade. Além disso, que a quantidade citada está relacionada a um padrão, ou seja, quantas vezes aquele produto é maior ou menor ao padrão pré-estabelecido.

Na terceira parte da atividade 2, utilizando o *Padlet*, foi construído, de forma colaborativa, o mural das unidades de medida não padronizadas. A Figura 19 apresenta uma pequena amostra do resultado obtido. O apêndice 12.7 apresenta o mural com todas as informações obtidas.

Figura 19 - Mural colaborativo das unidades de medida não padronizadas.

The image shows a Padlet collaborative wall with the following content:

- JARDA:**
  - Símbolo:** O símbolo da jarda é yd ( do inglês yard)
  - Grandeza equivalente:** Distância
  - Curiosidades:** O rei Henrique I da Inglaterra, no século XII, fixou a **jarda** como a distância entre seu nariz e o
- POLEGADA:**
  - Símbolo:** O símbolo internacional normalizado para polegada é in (que vem de inch, polegada em inglês)
  - Grandeza equivalente:** Distância
  - Curiosidades:**
- LIBRA:**
  - Curiosidades:** Oficialmente, a libra é o nome de pelo menos três unidades de massa: a libra avoirdupois (pound avoirdupois), a libra troy (pound troy), a obsoleta libra imperial. Existe também uma libra métrica (não oficial).
  - Símbolo:** lbf (força-libra), lbm (massa-libra)
- ONÇA:**
  - Curiosidades:** A onça é uma unidade de medida de massa, que pode ser dividido em dois tipos de sistema: o sistema avoirdupois (usado para pesar objetos em geral); o sistema troy (relativo a metais preciosos e gemas, assim como medicamentos)
  - Símbolo:** oz
- MILHA:**
  - Curiosidade:** Existe um outro tipo de milha, chamada de milha náutica, normalmente utilizada em navegação, e que corresponde a 1.852 metros.
  - Grandezas correspondentes:** A milha equivale a 1609 metros.
  - Significado:**

Fonte: Padlet.

É importante destacar que tanto a Figura 19 quanto o apêndice 12.7 apresentam informações produzidas pelos estudantes e sem a intervenção da professora/pesquisadora, por isso é possível observar, em alguns grupos, algumas inconsistências, como por exemplo, no item *Grandeza correspondente*, para a unidade de medida Milha, a indicação de uma unidade de medida ao invés da grandeza. No momento de socialização dos resultados, essas inconsistências foram apontadas e discutidas.

Na quinta parte da atividade 2, o *Mentimeter* foi usado novamente. Com ele foi possível coletar as ideias acerca da compreensão do significado do termo quantidade. As Figuras 20 e 21 apresentam os resultados obtidos.

Figura 20 - Resposta aberta referente à 1ª questão sobre o termo quantidade.

Qual a quantidade existente em cada um? Mentimeter

Uma dúzia de ovos 500g de farinha 1L de leite	Uma dúzia, um quilo, um litro	unidadequilolitro
gramas	12 ovos, 200g e 1,5l	uma duzia, um litro e um quilo
10 ovos, algumas gramas de farinha e, talvez, 1 litro de leite	10 ovos, um tanto de arroz e uma jarra de leite.	uma dúzia de ovos, um prato de arroz e uma jarra de leite
12 unidades de ovos, ~1kg de arroz, farinha ou outro tipo de grão e ~1,5 l de leite.	Na primeira imagem notam-se 10 ovos, na segunda suponho que 500 gramas de avela e na terceira possivelmente 1 litro de leite.	10 ovo, 1kg de arroz, 1l de leite
uma dúzia de ovos, X quilo(s) de arroz e X litro(s) de leite	10 unidades de ovos 2 kg de arroz 2 L de leite	dúzia - não sei - jarra de leite
meia dúzia alguns gramas 1 litro	10 ovos 1 kg de arroz e 1 litro de leite	

17

Fonte: *Mentimeter*.

Figura 21 - Múltipla escolha referente à 2ª questão sobre o termo quantidade.

Qual frasco apresenta a maior quantidade? Mentimeter

12

Option 1      Option 2

Voting is closed

18

Fonte: *Mentimeter*.

Com relação à Figura 20 é possível verificar que, em sua maioria, os estudantes utilizam quantificações de acordo com as características macroscópicas dos materiais apresentados. Os ovos, como são “grandes”, sua quantificação foi dada em numerosidade. O arroz, por ser sólido, foi quantificado em massa. Já o leite, que é líquido, foi quantificado em volume. Diferentemente, quando se compara materiais no mesmo estado físico, a quantificação foi realizada a partir das diferenças visuais, sem, no entanto, considerar em qual grandeza se deseja comparar. É importante destacar que alguns estudantes questionaram que faltou uma opção que remetesse a ideia de que eram iguais.

Na questão da contagem dos grãos de arroz, foram citadas duas maneiras de se determinar o número de grãos de arroz no pacote: (1) determinar a massa de 1 grão de arroz e depois realizar uma regra de três para a massa de 5 kg; e (2) determinar o número de grãos de arroz existente em uma massa pré-determinada, por exemplo, 1 g, e depois realizar um cálculo proporcional para o pacote.

Na atividade 5, todos os grupos utilizaram como forma de apresentação dos resultados obtidos o software *Powerpoint*. Para ilustrar esses resultados, foi escolhido o material produzido pelo grupo 4, conforme Figura 22. Vale ressaltar que, a escolha desse material ocorreu pelo fato desse grupo apresentar, de forma clara, as explicações às questões propostas.

Figura 22 - Material produzido pelos integrantes do grupo 4.

**Trabalho de química: Questão 4**

**A) Uma pessoa comprou 5 kg de laranja e 5 kg de limão. Considerando que todas as laranjas e limões são idênticos e que a massa de uma laranja é de 200 g e a de um limão é de 50 g, a pessoa comprou, em unidade, mais laranjas ou mais limões?**

**Resposta:** 5kg equivalem a 5000g,  $5000g / 200g = 25$ , ou seja, existem 25 laranjas em 5kg de laranjas.  $5000g / 50g = 100$ , logo, em 5kg de limão, existem 100 limões. Desse modo, a quantidade de limões é maior que a de laranjas.

**B) Quantas rodas dianteiras existem 5 mol de triciclo?**

**Resposta:** Levando em conta que são 5 mol de triciclo, multiplica-se  $5(6 \times 10^{23})$ , que resulta em  $30 \times 10^{23}$ . Em um triciclo existem 1 roda dianteira, logo multiplica-se  $1(30 \times 10^{23})$ , resultando em  $30 \times 10^{23}$ . Então, em 5 mol de triciclo, existem  $30 \times 10^{23}$  rodas dianteiras.

**C) Em um recipiente existe uma certa quantidade de água pura. Considerando a existência de  $6 \times 10^{23}$  átomos de oxigênio, quantos mols de água existem?**

**Resposta:** Em uma molécula de  $H_2O$  existem 2 átomos de hidrogênio para um átomo de oxigênio. Então, multiplica-se o valor de mol por 2, que resulta em  $1.2 \times 10^{24}$  mols de água.

Fonte: Grupo 4.

Como é possível perceber, os estudantes apresentam dificuldade em diferenciar a quantidade de matéria (número de mol) do número de entidades (numerosidade). Outra dificuldade observada foi a transposição do macroscópico para o microscópico. O trabalho com as letras A e B, que utilizavam entidades macroscópicas, de modo geral, foram realizados sem grandes dificuldades. No entanto, para responder a letra C, que segue o mesmo raciocínio da letra B, o resultado encontrado não foi o esperado.

Na atividade 6, mais uma vez, todos os grupos utilizaram como forma de apresentação dos resultados obtidos o software *Powerpoint*. As Figuras 23, 24 e 25 ilustram os resultados obtidos para as simulações 1, 2 e 3, respectivamente.

Figura 23 - Resultado obtido para a simulação 1.

# Análise simulação 1

"Gases: Introdução" - Aula dia 28/05

Grupo 1: \_\_\_\_\_

- 2ºB

## 1ª simulação:

Configure o simulador seguindo os seguintes passos:

OBSERVAÇÃO: A informação dada pelo simulador é a largura do recipiente e não o seu volume. Para encontrar o volume, deve-se realizar a seguinte operação matemática:  $V = (\text{largura})^3$

- No menu "Partículas", adicione 50 partículas pesadas clicando na seta dupla (caso queira, pode adicionar as partículas acionando a bomba manual que se encontra ao lado do recipiente)
- No menu "Manter Constante", marque a opção "Temperatura (T)", para mantê-la constante.
- Marque a opção "Largura" para visualizar a régua abaixo do recipiente.
- No controlador do volume, deixe o recipiente com a largura de 5 nm.

**Simulador utilizado: PHET**

Manter Constante

- Nada
- Volume (V)
- Temperatura (T)
- Pressão (P)
- Pressão (V)
- Pressão (T)

Partículas

- Pesadas
- Leves

## Situação problema 01:

Manter Constante

- Temperatura (T)
- Volume (V)
- Pressão (P)
- Pressão (V)
- Pressão (T)

Partículas

- Pesadas
- Leves

- 50 partículas pesadas
- Temperatura: constante (300K)
- Largura: variável (de 2 nm em 2 nm) ao longo da simulação - inicial 5nm.

## Situação problema 02:

Manter Constante

- Nada
- Volume (V)
- Temperatura (T)
- Pressão (P)
- Pressão (V)
- Pressão (T)

Partículas

- Pesadas
- Leves

- 100 partículas pesadas
- Temperatura: constante (300K)
- Largura: variável (de 2 nm em 2 nm) ao longo da simulação - inicial 5nm.

## Resultados numéricos

Largura do recipiente (nm)	Volume do recipiente (nm <sup>3</sup> )	Pressão (atm)
5	125	23,4
7	343	16,6
9	729	12,9
11	1331	10,6
13	2197	9
15	3375	7,8

Largura do recipiente (nm)	Volume do recipiente (nm <sup>3</sup> )	Pressão (atm)
5	125	11,6
7	343	8,4
9	729	6,5
11	1331	5,3
13	2197	4,5
15	3375	3,9

## Representação gráfica dos resultados



## Conclusão:

- Analisando os dados obtidos a partir da simulação, o que se pode concluir?
- Comparando-se os resultados das tabelas 1 e 2, o que se pode concluir?

Fonte: Grupo 1.

Figura 24 - Resultado obtido para a simulação 2.

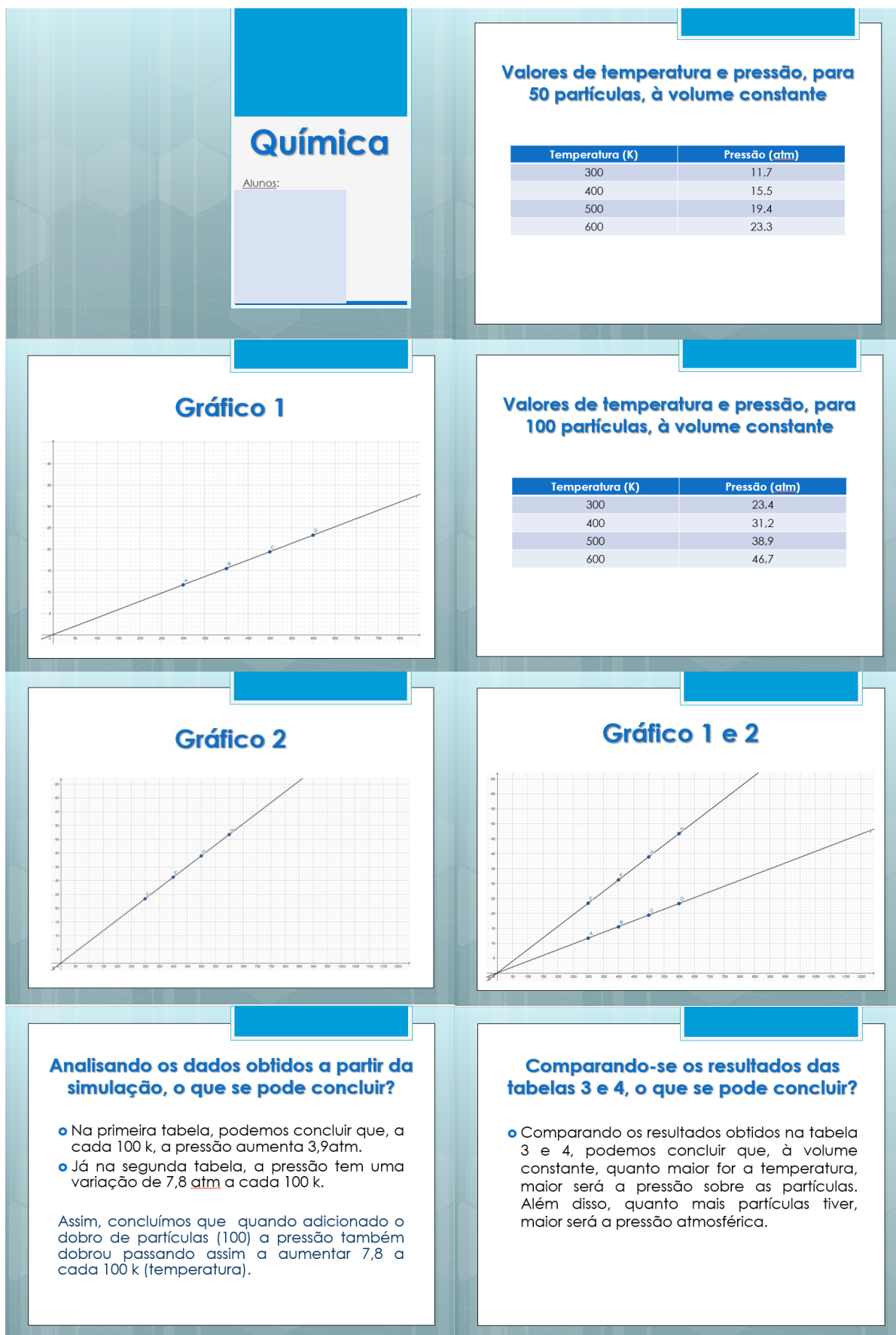




Figura 25 - Resultado obtido para a simulação 3.



Fonte: Grupo 3.

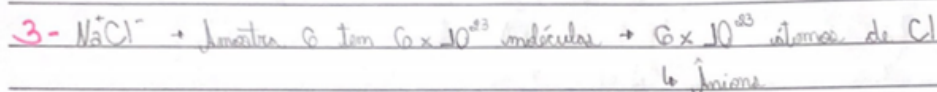
A partir dos resultados apresentados e das discussões geradas durante a aula, foi possível verificar que os estudantes compreendem que, em relação aos gases, a pressão, o volume e a temperatura são grandezas relacionadas entre si e que a modificação de uma delas, provoca a alteração das demais, por isso são conhecidas como variáveis de um gás. Outra conclusão verificada pelos estudantes que essas variáveis também se relacionam com a quantidade de matéria do gás. O desenvolvimento dessa atividade, bem como, as discussões dos seus resultados, resultou na apresentação da equação de Cláperon e, posteriormente, na definição do volume molar dos gases.

### 8.3 Aplicando os novos conhecimentos

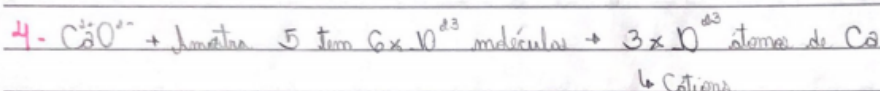
Os resultados da atividade 7 foram apresentados, por todos os grupos, mediante uso do software *Word*. Para ilustrar os resultados obtidos, foi escolhido o material produzido pelo grupo 2, conforme Figura 26.



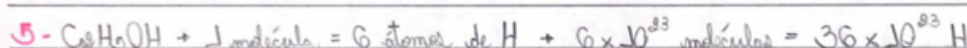
3 - Qual o número de ânions presente na amostra 6.



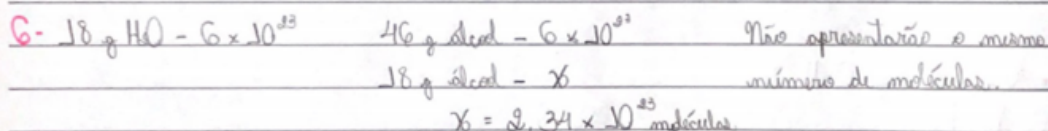
4 - Qual o número de cátions presente na amostra 5.



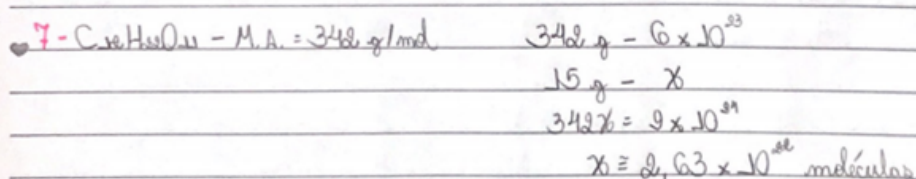
5 - Qual o número de átomos de hidrogênio presente na amostra 3.



6 - Considere duas amostras, de mesma massa, de água e álcool. Elas apresentarão o mesmo número de moléculas? **JUSTIFIQUE** sua resposta.



7 - A sacarose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) é a substância utilizada em nosso cotidiano para adoçar os alimentos. Considerando que para adoçar uma xícara de café seja necessária a adição de 1 colher de sopa (15 g) de sacarose, quantas moléculas foram utilizadas?



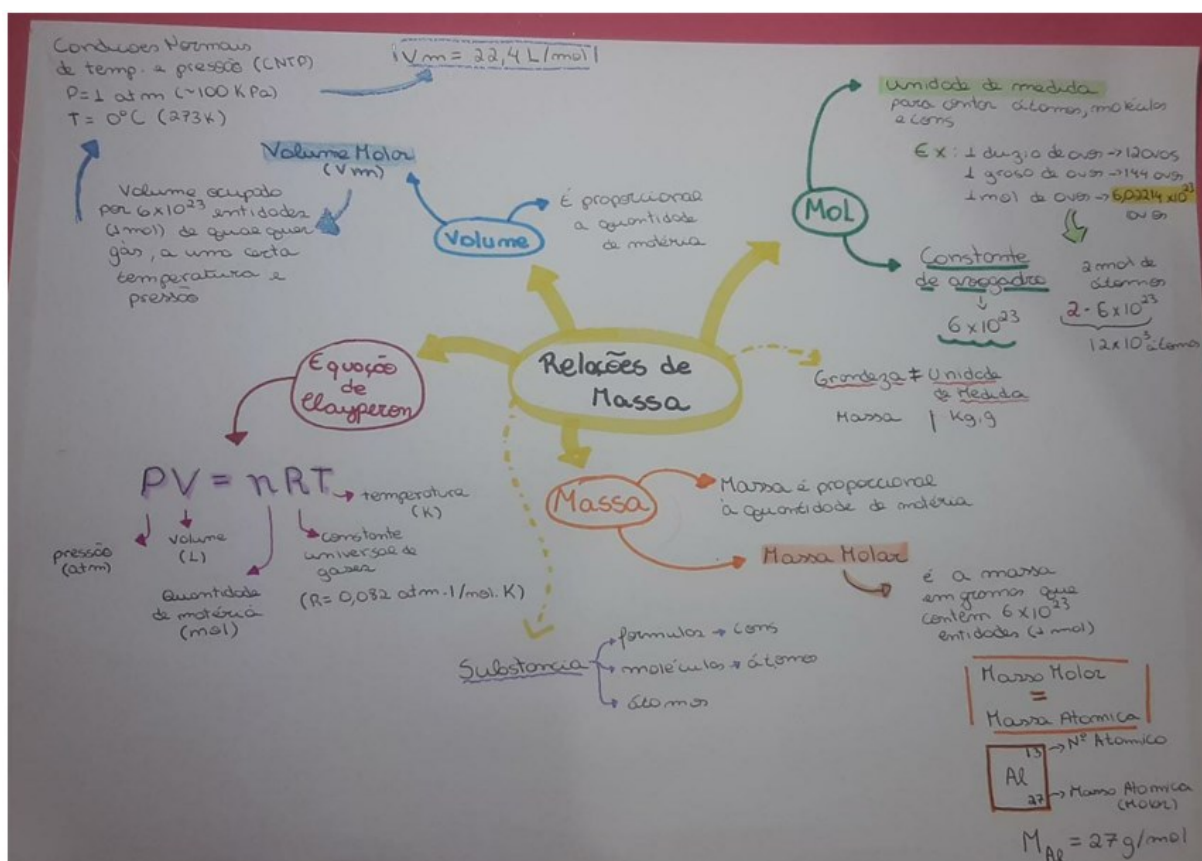
Fonte: Grupo 2.

A partir do resultado apresentado é possível verificar que os estudantes conseguem relacionar a quantidade de matéria com a massa e com o número de entidades. Aplicam corretamente as relações entre quantidade de matéria, Constante de Avogadro, massa molar e massa da amostra. Contudo, ainda apresentam dificuldade de quantificar átomos e/ou íons existentes em uma determinada substância. Relacionar a Constante de Avogadro com as entidades formadoras da substância ainda é algo muito abstrato. Outra dificuldade apresentada foi a identificação da espécie formadora da substância. Tudo são moléculas! Não existe distinção entre átomos, moléculas e íons, como pode ser observado na resolução das questões 3 e 4 presentes na Figura 26.

## 8.4 Refletindo sobre o que foi aprendido

A primeira parte da atividade 8 foi a construção individual de um mapa mental. Os estudantes tinham a liberdade de escolher a forma de realizar essa construção: manuscrito ou digital. Foram obtidos 36 mapas mentais. Observou-se que a grande maioria dos estudantes utilizaram aplicativos digitais de elaboração de mapas mentais. Para ilustrar o resultado obtido foi escolhido o mapa mental de um estudante, conforme Figura 27.

Figura 27 - Mapa mental sobre o conteúdo de quantidade de matéria e suas relações.



Fonte: Plataforma Camp.us.

De modo geral, foi possível verificar que os estudantes conseguiram, de forma organizada e objetiva expressar suas ideias acerca do conteúdo estudado.

A segunda parte da atividade 8 foi elaborada diretamente na plataforma Camp.us. Para ilustrar os resultados obtidos, foi escolhido o texto produzido por um dos grupos da turma, conforme Figura 28.

Figura 28 - Texto dissertativo-argumentativo de finalização da sequência de ensino.

**Vita-C Mais**

Os produtos e produtores de cosméticos tendem a priorizar a supervalorização das propagandas, utilizando de informações não verídicas que podem persuadir o público-alvo para o consumo. Portanto, a atenção que se deve tomar em relação às informações fornecidas erroneamente devem ser dobradas, pois de forma cruel, as indústrias tiram proveito do público leigo e desenvolvem publicidades enganosas parcialmente falsas, induzindo o consumidor ao erro.

Primeiramente, um estudo recente feito pela Universidade de Brasília aponta que 19% dos rótulos de alimentos pesquisados se utilizam de imagens, símbolos e mensagens enganosas que pretendem induzir o cliente a comprar o seu produto. Com isso, são existentes inúmeros casos de publicidades enganosas como a da Vita-C Mais ou até mesmo mais graves, podendo prejudicar o consumidor em relação ao que procurava consumir no produto desejado. Sendo assim, o cuidado que se deve tomar com as informações que são dadas de forma alheia e sem comprovação, deve ser avaliada inúmeras vezes.

Em segunda instância, quando se trata de ter “1 milhão de moléculas de vitamina C” em um volume de 30ml, tal informação, quando colocada em papel, não permanece tão verídica quanto parece, sabendo que a massa molar da vitamina C é de 176,12 g/mol, a vitamina apresenta apenas 10% do todo, correspondente a uma densidade de 3g. Com isso, ao dividir a massa molar com a densidade, encontra-se 0,017mol, cujo 1mol corresponde a  $6.10^{23}$  moléculas, totalizando o valor de  $0,102.10^{23}$  moléculas. Portanto, o número apresentado anteriormente é superior ao valor dado pela propaganda da Vita-C Mais.

Em suma, é possível concluir que talvez a propaganda tenha colocado um valor arredondado para que os consumidores leigos tenham mais facilidade em interpretar uma quantidade dentro da própria realidade, com a finalidade de aproximar seu público do produto. Além disso, a numerosidade se torna mais atrativa aos olhos de quem consome, tanto quanto aqueles que apresentam os “99,9% de eficácia”. Dessa forma, em propagandas como estas, não são tão relevantes a importância de dados completamente verídicos e cientificamente comprovados, pois não causam danos à saúde.

Fonte: Plataforma Camp.us.

Os textos produzidos pelos estudantes apresentaram uma boa articulação entre os dados da problematização inicial e os conceitos científicos abordados ao longo das atividades, bem como, seguiram as normas-padrão da língua portuguesa. Foi possível observar em alguns textos que a argumentação construída em relação à veracidade da informação do rótulo nem sempre estava coerente com o valor calculado para a quantidade de vitamina C. Acredita-se que essa incoerência pode ter acontecido por dois motivos: (1) executou incorretamente o cálculo da quantidade de vitamina C, e (2) comparou incorretamente as ordens de grandeza. Contudo, foi possível verificar que os estudantes se posicionaram criticamente diante da situação proposta por meio da argumentação.

## 9. ANÁLISE DOS RESULTADOS

De modo geral, observou-se que a participação dos estudantes nas discussões era muito baixa. Acredita-se que esse comportamento está relacionado a duas situações que são dependentes entre si: (1) os estudantes já apresentavam uma postura passiva, de pouca interação e (2) o ensino remoto. É sabido que apesar do número de estudantes que acessam a aula síncrona ser um, na verdade, muitos deles não estão realmente ativos. Acessam a aula para terem a presença garantida, mas na verdade estão realizando outras atividades. Dessa forma, o número de estudantes que estão participando ativamente do processo cai consideravelmente. Associado a isso, a postura passiva fez com que muitas situações em que se esperava grandes discussões, com geração de resultados válidos e consistentes para comporem o *corpus* da pesquisa, acabaram não acontecendo.

Levando em consideração o que foi exposto no parágrafo anterior, foi selecionado como *corpus* desta análise a atividade 5: Viajando do macroscópico para o microscópico. Essa escolha foi realizada a partir das vivências em cada uma das atividades propostas, sendo que nessa ocasião a turma foi dividida em grupos de trabalho, sem a participação da professora/pesquisadora, com um maior envolvimento por parte dos estudantes, gerando episódios de discussões, entre eles, bastante relevantes para o processo de análise.

O *corpus* da atividade 5 foi dividido em 2 episódios, sendo que ambos discutiam a relação entre a grandeza quantidade de matéria e a Constante de Avogadro, mas no episódio 1 na dimensão macroscópica e no episódio 2 na dimensão microscópica. As unidades de sentido desta análise geraram, nos dois episódios, a categorização mista.

Os pressupostos do ensino por investigação e os indicadores da alfabetização científica definiram, para os dois episódios, as categorias *a priori* - Protagonismo do estudante, Trabalho com os dados obtidos em uma investigação, Estruturação do pensamento e Entendimento da situação. O Quadro 9 apresenta as categorias e subcategorias *a priori* que serão analisadas e discutidas a seguir.

Quadro 9 - Categorias e subcategorias, sob a perspectiva do ensino por investigação e dos indicadores da alfabetização científica, para os episódios 1 e 2 da atividade 5.

<b>Categoria <i>a priori</i></b>	<b>Subcategoria <i>a priori</i></b>
Protagonismo do estudante	Reflexão, discussão e comunicação
Trabalho com os dados obtidos em uma investigação	Reconhecimento da questão problematizadora e organização dos dados
Estruturação do pensamento	Raciocínio lógico e raciocínio proporcional
Entendimento da situação	Levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa e explicação

Fonte: Elaborado pela autora

Uma atividade será considerada investigativa se permitir que os estudantes pratiquem as ações de reflexão, discussão, explicação e comunicação dos resultados obtidos. Para que isso seja alcançado, é necessário, a partir de uma situação problematizadora, o trabalho com dados e informações, o levantamento e o teste de hipóteses, assim como, a explicação dos resultados alcançados. No caso da alfabetização científica a atividade deve permitir que os estudantes exercitem o pensamento crítico e tomem decisões a partir de suas relações com o conhecimento científico. Dessa forma, assim como no ensino por investigação, um ensino pautado na alfabetização científica busca permitir que os estudantes se aproximem das práticas da comunidade científica, portanto verifica-se que algumas das ações praticadas são comuns as duas teorias. Diante disso, a categorização *a priori* foi estabelecida a partir da junção das ações praticadas no ensino por investigação e dos indicadores de alfabetização científica.

Já da análise sob a perspectiva dos conhecimentos científicos estudados, surgiram as categorias emergentes - Relação entre variáveis, Operacionalização dos dados, Compreensão dos conceitos e Articulação entre conceito e definição para o episódio 1; e Operacionalização dos dados, Articulação entre os conceitos e Compreensão de termos para o episódio 2. O Quadro 10 apresenta as categorias e subcategorias emergentes que serão analisadas e discutidas a seguir.

Quadro 10 - Categorias e subcategorias, sob a perspectiva dos conhecimentos científicos estudados, para os episódios 1 e 2 da atividade 5.

Episódio	Categoria emergente	Subcategoria emergente
1	Relação entre variáveis	Relação entre dedos e mãos; relação entre mãos e mols de mãos
	Operacionalização dos dados	Cálculo do número de mãos; descrição das operações matemáticas utilizadas
	Compreensão dos conceitos	Mol, Constante de Avogadro
	Articulação entre conceito e definição	Relação entre mol e Constante de Avogadro
2	Compreensão de termos	Átomos e moléculas; elemento e substância

Fonte: Elaborado pela autora

A seguir serão apresentadas, para cada uma das categorias *a priori* e emergente, algumas transcrições das interações que ocorreram entre os estudantes durante a execução da atividade 5 (episódios 1 e 2). Essas transcrições foram obtidas a partir da gravação da sala de aula virtual criada para esse momento. Vale ressaltar que, para garantir a veracidade dos resultados obtidos, as transcrições mantiveram as expressões usadas pelos estudantes, assim como, a linguagem coloquial. Portanto, é possível observar alguns erros ortográficos e gramaticais. Para manter a integridade dos estudantes, os seus nomes foram substituídos por E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e assim por diante. Além das transcrições serão apresentados os metatextos oriundos do processo de análise das categorias e subcategorias.

### 9.1 Análise dos resultados na perspectiva do ensino por investigação e dos indicadores da alfabetização científica

Como descrito anteriormente, as categorias *a priori*, nos dois episódios, sob a perspectiva do ensino por investigação e dos indicadores da alfabetização científica são as mesmas, por isso suas análises foram realizadas conjuntamente. Para cada categoria foi elaborado um metatexto com as compreensões que surgiram a partir da análise dos resultados obtidos. Vale destacar que na construção dos metatextos, serão utilizados exemplos de unidades de sentido dos dois episódios de modo que evidencie que a análise contemplou as discussões geradas nas dimensões macroscópicas e microscópicas.



A seguir serão apresentadas a análise de cada uma das categorias *a priori*.

### 9.1.1 Categoria *a priori* Protagonismo do estudante

O Quadro 11 apresenta as subcategorias e unidades de sentido consideradas na análise dos resultados obtidos nos episódios 1 e 2.

Quadro 11 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Protagonismo dos estudantes.

Subcategoria	Unidades de sentido	
	Episódio 1: Dimensão macroscópica	Episódio 2: Dimensão microscópica
Reflexão	<p>“a gente tem que achar quantas mãos e fazer quantos mols de mãos” (E<sub>1</sub>)</p> <p>“essa aí é a fórmula da mão, a gente tem que achar o mol da mão” (E<sub>4</sub>)</p>	<p>“é só pegar esse número e multiplicar por 5, não é não?” (E<sub>1</sub>)</p> <p>“oh (pausa) um mol de moléculas é <math>6 \times 10^{23}</math> moléculas (pausa) só que (pausa) é <math>6 \times 10^{23}</math> pra tudo, tá ligado” (E<sub>2</sub>)</p>
Discussão	<p>“como vai fazer isso? Não tem que fazer isso não, E<sub>1</sub>. Tem?” (E<sub>2</sub>)</p> <p>“tá certo assim, mano igual nós fez” (E<sub>2</sub>)</p>	<p>“mas por que você quer multiplicar por 5?” (E<sub>2</sub>)</p> <p>“e aí, como você vai achar isso aí cara!” (E<sub>2</sub>)</p> <p>“entendi o que a E<sub>5</sub> tá falando” (E<sub>2</sub>)</p>
Comunicação	<p>“acho que é isso mesmo porque seria a quantidade de dedos dividido por cinco” (E<sub>5</sub>)</p> <p>“então, esse é o mol de mão <math>6 \times 10^{22}</math>” (E<sub>2</sub>)</p>	<p>“é, no caso tem que dividir porque já tá falando que existe 5 mols de amônia” (E<sub>4</sub>)</p> <p>“então no caso a gente não teria que fazer primeiro pegar esse valor de mol da amônia” (E<sub>4</sub>)</p> <p>“aqui, molécula é um conjunto de átomos iguais ou diferentes (pausa) ué? Então só tem uma, ué! (risos) (...)” (E<sub>2</sub>)</p>

Fonte: Elaborado pela autora

Antes de iniciar a análise da categoria Protagonismo do estudante, é importante compreender o que isso significa. Segundo Silva (2009, p. 3 *apud* Volkweiss *et al*,

2019, p. 4) “[...] o protagonismo estudantil é uma relação dinâmica entre formação, conhecimento, participação, responsabilização e criatividade como mecanismo de fortalecimento da perspectiva de educar para a cidadania [...]”. Ainda segunda a autora, esse protagonismo está em constante desenvolvimento, permitindo que ele desempenhe um papel de autonomia na sociedade. Portanto, dar voz aos estudantes é permitir o desenvolvimento de sua autonomia. Complementando essas ideias, Costa e Vieira (2000, p. 139 *apud* Volkweiss *et al*, 2019, p. 4) relatam que os adolescentes são dotados de entusiasmo, vitalidade, pensamentos e palavras e que, diante disso, permitir o protagonismo dos estudantes é dar condições para que ele possa exercitar, de forma criativa e crítica, suas capacidades de construção gradativa de sua autonomia.

Diante disso, o protagonismo do estudante acontece quando ele participa ativamente do processo de construção do conhecimento científico. As ações de reflexão, discussão e comunicação são inerentes desse processo e permitem que ele saia da condição de um simples ouvinte ou expectador e seja atuante nos processos de ensino e aprendizagem.

Considerando o que foi exposto e as informações do Quadro 11, a reflexão pode ser verificada, por exemplo, nas unidades de sentido “*a gente tem que achar quantas mãos e fazer quantos mols de mãos*” (E<sub>1</sub>) e “*oh (pausa) um mol de moléculas é  $6 \times 10^{23}$  moléculas (pausa) só que (pausa) é  $6 \times 10^{23}$  pra tudo, tá ligado*” (E<sub>2</sub>), em que há uma proposição de ideias. A partir disso, é possível verificar que há uma discussão entre eles acerca dos processos que serão utilizados na resolução da situação problema em questão. Esses processos são evidenciados pelas unidades de sentido “*como vai fazer isso? Não tem que fazer isso não, E<sub>1</sub>. Tem?*” (E<sub>2</sub>) e “*entendi o que a E<sub>5</sub> tá falando*” (E<sub>2</sub>). É possível perceber que os estudantes envolvidos nos diálogos, ao expressam seus pensamentos, estão desenvolvendo sua autonomia na busca por respostas às questões problematizadoras, portanto estão exercitando, à sua maneira, a construção do conhecimento científico.

O processo de comunicação ocorre quando, ao refletirem e discutirem as ideias, há uma elaboração de respostas permitindo a socialização do conhecimento científico construído. Isso pode ser verificado nas unidades de sentido “*acho que é isso mesmo porque seria a quantidade de dedos dividido por cinco*” (E<sub>5</sub>) e “*aqui,*

*molécula é um conjunto de átomos iguais ou diferentes (pausa) ué? Então só tem uma, ué! (risos)...” (E<sub>2</sub>).*

### 9.1.2 Categoria *a priori* Trabalho com os dados obtidos em uma investigação

O Quadro 12 apresenta as subcategorias e unidades de sentido consideradas na análise dos resultados obtidos nos episódios 1 e 2.

Quadro 12 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Trabalho com os dados obtidos em uma investigação.

Subcategoria	Unidades de sentido	
	Episódio 1: Dimensão macroscópica	Episódio 2: Dimensão microscópica
Reconhecimento da questão problematizadora	<p><i>“a gente tem que achar quantas mãos e fazer quantos mols de mãos” (E<sub>1</sub>)</i></p> <p><i>“a gente quer descobrir quantas mãos que dá” (E<sub>3</sub>)</i></p>	<p><i>“Quantas moléculas existem em 5 mols de amônia?” (E<sub>2</sub>)</i></p> <p><i>“o 5 mol de amônia (pausa) eu acho que é isso. Só que aí o que a gente faz com esse número por que quantas moléculas?” (E<sub>2</sub>)</i></p> <p><i>“e como que a gente vai saber a quantidade de moléculas?” (E<sub>2</sub>)</i></p>
Organização dos dados	<p><i>“não, cara! É quantas mãos que a gente vai achar com os dedos. Quantos dedos que são, aí a gente vai dividir por 5, entendeu? Para achar o número de mão” (E<sub>1</sub>)</i></p> <p><i>“A gente tem que achar quantos mols tem isso” (E<sub>3</sub>)</i></p> <p><i>“essa aí é a fórmula da mão, a gente tem que achar o mol da mão” (E<sub>4</sub>)</i></p>	<p><i>“é só pegar esse número e multiplicar por 5 (...)(E<sub>1</sub>)</i></p> <p><i>“a gente vai ter que dividir (...)(E<sub>1</sub>)</i></p>

Fonte: Elaborado pela autora

A primeira etapa de um processo investigativo é o reconhecimento do problema. Segundo Capecchi (2013, p.24), “a problematização no ensino de Ciências visa construir um cenário (contexto) favorável à exploração de situações de uma

perspectiva científica”. Ainda segundo a autora, a problematização é um processo de reconstrução daquilo que, aparentemente, já é familiar, e não algo que já vem pronto e acabado. As unidades de sentido *“a gente quer descobrir quantas mãos que dá”* (E<sub>3</sub>) e *“e como que a gente vai saber a quantidade de moléculas?”* (E<sub>2</sub>) mostram que os estudantes reconhecem que existe um problema a ser resolvido, e que isso dependerá da forma como os dados fornecidos no problema estarão relacionados com os conteúdos científicos que eles já possuem.

Para que isso seja possível, é necessário o levantamento dos dados e das informações acerca da questão problematizadora. Dessa forma, na categoria Trabalho com os dados obtidos em uma investigação é o momento em que os estudantes, a partir da validação do problema, iniciam a organização dos dados e informações envolvidas. Nesse caso, considerou-se como organização dos dados e informações as ações que perpassam pelos indicadores de alfabetização científica da seriação, organização e classificação de informações. A unidade de sentido *“A gente tem que achar quantos mols tem isso”* (E<sub>3</sub>) apresenta a seriação de informações. É possível perceber pela fala do estudante que ele apresenta as informações que servirão de base para a ação a ser desenvolvida. No caso da organização das ideias as unidades de sentido *“é só pegar esse número e multiplicar por 5 (...)”* (E<sub>1</sub>) e *“a gente vai ter que dividir (...)”* (E<sub>1</sub>) é o momento em que os estudantes discutem sobre o modo como o processo será desenvolvido. Já a unidade de sentido *“não, cara! É quantas mãos que a gente vai achar com os dedos. Quantos dedos que são, aí a gente vai dividir por 5, entendeu? Para achar o número de mão”* (E<sub>1</sub>) mostra que o estudante consegue relacionar e hierarquizar os dados do problema, portanto, ele está classificando as informações.

Diante do exposto é possível perceber que o processo de aquisição do conhecimento científico, realizado a partir dos pressupostos da investigação, inicia-se com o reconhecimento da existência de uma questão a ser resolvida, e que seu processo de resolução passará pela organização dos dados existentes e das relações desses com os conhecimentos já existentes.

### 9.1.3 Categoria *a priori* Estruturação do pensamento

O Quadro 13 apresenta as subcategorias e unidades de sentido consideradas na análise dos resultados obtidos nos episódios 1 e 2.

Quadro 13 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Estruturação do pensamento.

Subcategoria	Unidades de sentido	
	Episódio 1: Dimensão macroscópica	Episódio 2: Dimensão microscópica
Raciocínio lógico	<i>“ahhh, tá! Aí, dá quanto? (pausa) Dá <math>6 \times 10^{22}</math>? Porque você dividiu 3 por 5 dá 0,6, aí <math>6 \times 10^{-1} \times 10^{23}</math> dá <math>6 \times 10^{22}</math>, entendeu?” (E<sub>2</sub>)</i>	<i>“oh (pausa) um mol de moléculas é <math>6 \times 10^{23}</math> moléculas (pausa) só que (pausa) é <math>6 \times 10^{23}</math> pra tudo, tá ligado” (E<sub>2</sub>) “é, no caso tem que dividir porque já tá falando que existe 5 mols de amônia” (E<sub>4</sub>)</i>
Raciocínio proporcional	<i>“(…) e a gente vai achar o número de mão, e o número de mão é dividido por cinco. Só que a gente tem que fazer o mol desse que a gente achou dividido por cinco” (E<sub>1</sub>)</i>	<i>“então, 1 mol de moléculas é igual a <math>6 \times 10^{23}</math> moléculas” (E<sub>3</sub>)</i>

Fonte: Elaborado pela autora

A estruturação do pensamento é o momento em que os estudantes vão construir, de forma lógica e objetiva, as ideias acerca da questão problematizadora e do conhecimento científico associado a ela. Nesse sentido, a unidade de sentido *“ahhh, tá! Aí, dá quanto? (pausa) Dá  $6 \times 10^{22}$ ? Porque você dividiu 3 por 5 dá 0,6, aí  $6 \times 10^{-1} \times 10^{23}$  dá  $6 \times 10^{22}$ , entendeu?” (E<sub>2</sub>)* demonstra o raciocínio lógico utilizado na resolução da questão proposta. É possível perceber que o estudante apresenta e desenvolve as ideias relacionadas às informações do problema. Já no caso da unidade de sentido *“então, 1 mol de moléculas é igual a  $6 \times 10^{23}$  moléculas” (E<sub>3</sub>)* apresenta a relação que existe entre a unidade de medida mol e sua numerosidade. Dessa forma, fica evidente que o estudante está mostrando um raciocínio proporcional ao apresentar a relação entre essas variáveis. Da mesma forma, a unidade de sentido *“(…) e a gente vai achar o número de mão, e o número de mão é dividido por cinco.*

Só que a gente tem que fazer o mol desse que a gente achou dividido por cinco” (E<sub>1</sub>)  
mostra como as variáveis mãos e dedos estão relacionadas entre si.

#### 9.1.4 Categoria *a priori* Entendimento da situação

O Quadro 14 apresenta as subcategorias e unidades de sentido consideradas na análise dos resultados obtidos nos episódios 1 e 2.

Quadro 14 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Entendimento da situação.

Subcategoria	Unidades de sentido	
	Episódio 1: Dimensão macroscópica	Episódio 2: Dimensão microscópica
Levantamento de hipóteses	<p>“sei lá... acho que tem que multiplicar o <math>10^{23}</math> de novo” (E<sub>1</sub>)</p> <p>“não, mas aí quanto tinha achado (pausa) quando tava elevado a 23. Achou <math>0,6 \times 10^{23}</math>. Não foi?” (E<sub>3</sub>)</p> <p>“tem que multiplicar isso que a gente achou por isso não é não?” (E<sub>1</sub>)</p>	<p>“o 5 mol de amônia (pausa) eu acho que é isso. Só que aí o que a gente faz com esse número por que quantas moléculas?” (E<sub>2</sub>)</p> <p>“e como que a gente vai saber a quantidade de moléculas?” (E<sub>2</sub>)</p> <p>“será que não são só duas moléculas? Uma de N e uma de H” (E<sub>1</sub>)</p>
Teste de hipóteses	<p>“na hora que achou mol de mão, achou <math>0,6 \times 10^{23}</math>. Não foi?” (E<sub>3</sub>)</p> <p>“que aí deu <math>6 \times 10^{22}</math>” (E<sub>2</sub>)</p> <p>“vai ter que dividir. Aí <math>6 \times 10^{22}</math> dividido (pausa) deixa eu pegar uma caneta (pausa)” (E<sub>2</sub>)</p>	<p>“aí tem que dividir pela quantidade de moléculas” (E<sub>3</sub>)</p> <p>“é porque a amônia tem 4 moléculas então tem que achar e dividir” (E<sub>5</sub>)</p>
Justificativa	<p>“acho que é isso mesmo porque seria a quantidade de dedos dividido por cinco” (E<sub>5</sub>)</p> <p>“Quantos mols cabe nesse valor que a gente achou pras mãos” (E<sub>2</sub>)</p>	<p>“aqui, molécula é um conjunto de átomos iguais ou diferentes (pausa) ué? Então só tem uma, ué! (risos) (...)” (E<sub>2</sub>)</p> <p>“não. Isso aí é átomo” (E<sub>2</sub>)</p> <p>“É elemento, elemento. Átomo é tipo tem 1 átomo de</p>

		<i>nitrogênio e três de hidrogênio. Aí a molécula é uma só” (E<sub>2</sub>) “então, a molécula é o NH<sub>3</sub> inteiro, aí é um só tá ligado?” (E<sub>2</sub>)</i>
Explicação	<i>“porque tipo assim a gente tem o total é que descobrir quantos que são, quantos que dá. Entendeu?” (E<sub>2</sub>) “6 x 10<sup>22</sup> dividido por 6 x 10<sup>23</sup> dá 0,1. Tá falando aqui” (E<sub>2</sub>)</i>	<i>“então, tem um átomo de N e três átomos de hidrogênio” (E<sub>3</sub>) “a molécula é o conjunto de átomos ligados por ligações covalentes” (E<sub>2</sub>) “não mano! Molécula é o conjunto de átomos aí o NH<sub>3</sub> todo é uma molécula” (E<sub>1</sub>) “tem 4 átomos e 1 molécula” (E<sub>4</sub>)</i>

Fonte: Elaborado pela autora

Na categoria Entendimento da situação estão presentes as ações que permitirão os estudantes completarem o percurso de aquisição do conhecimento científico atrelado a questão problematizadora. Nesse caso, ele passará por etapas que o conduzirão ao resultado final, ou seja, a resposta do problema proposto.

A primeira etapa desse processo é o levantamento de hipóteses. É o momento em que surgem os questionamentos. Isso pode ser verificado nas unidades de sentido *“tem que multiplicar isso que a gente achou por isso não é não?” (E<sub>1</sub>)* e *“será que não são só duas moléculas? Uma de N e uma de H” (E<sub>1</sub>)*. Nesses exemplos é possível observar que os estudantes fazem suposições acerca do problema. É importante ressaltar que a análise da segunda unidade de sentido mencionada foi apenas em relação à suposição realizada, sem, no entanto, considerar o aspecto conceitual, que será avaliado posteriormente. Questionamentos que remetem a ideia do “como fazer” mostram que eles estão discutindo formas de se obterem explicações em relação ao problema proposto.

Após esse levantamento, o segundo passo é testar essas suposições. Avaliar a partir dos dados obtidos se a ideia testada será validada ou não. As unidades de sentido *“na hora que achou mol de mão, achou 0,6 x 10<sup>23</sup>. Não foi?” (E<sub>3</sub>)* e *“aí tem que dividir pela quantidade de moléculas” (E<sub>3</sub>)* representam momentos em que os estudantes estão testando as ideias. Esses momentos subsidiarão as etapas de justificativa e explicação.

A justificativa aparece quando, a partir de uma afirmação, ocorre a validação para a questão proposta. Nas unidades de sentido “*acho que é isso mesmo porque seria a quantidade de dedos dividido por cinco*” (E<sub>5</sub>) e “*aqui, molécula é um conjunto de átomos iguais ou diferentes (pausa) ué? Então só tem uma, ué! (risos) (...)*” (E<sub>2</sub>) apresentam momentos em que os estudantes lançam uma garantia de que o processo realizado para se chegar a essa resposta é válido. Eles conseguem avaliar que, a partir dos levantamentos e testes realizados anteriormente, foi possível obter um resultado coerente com os conhecimentos científicos relacionados ao tema.

As unidades de sentido “*porque tipo assim a gente tem o total é que descobrir quantos que são, quantos que dá. Entendeu?*” (E<sub>2</sub>) e “*não mano! Molécula é o conjunto de átomos aí o NH<sub>3</sub> todo é uma molécula*” (E<sub>1</sub>) representam momentos em que os estudantes estão explicando algo relacionado ao problema proposto. Estão relacionando as informações e hipóteses levantadas anteriormente, e que ao longo das discussões, vão ganhando mais credibilidade, a partir das contribuições que outros estudantes agregam ao momento.

## **9.2 Análise dos resultados na perspectiva dos conhecimentos científicos estudados**

No processo de análise dos resultados sob a perspectiva dos conhecimentos científicos estudados percebeu-se a necessidade da criação de categorias emergentes. Como cada episódio que compõe o *corpus* dessa pesquisa trata da aplicação dos conceitos em dimensões diferentes, verificou-se que as categorias emergentes em cada situação seriam ligeiramente diferentes em função dos apontamentos que os estudantes realizaram durante as discussões. Portanto, diferentemente da análise anterior, essa será realizada separadamente.

Seguindo os mesmos preceitos da análise anterior, foi elaborado um metatexto para cada categoria emergente que surgiu.

### **9.2.1 Episódio 1: Relação entre a quantidade de matéria e a Constante de Avogadro na dimensão macroscópica**

No episódio 1, os estudantes tinham que determinar, a partir do número de dedos, a quantidade de mols de mãos correspondentes. Nesse caso, eles tinham que



relacionar a grandeza quantidade de matéria com o número de entidades usando a Constante de Avogadro. Como a resolução da questão proposta perpassa pela compreensão e a aplicação dos conceitos relacionados à grandeza quantidade de matéria, a Constante de Avogadro e a matematização dos dados, as categorias que emergem estarão vinculadas a essas ideias.

A seguir serão apresentadas as análises de cada uma das categorias emergentes.

### 9.2.1.1 Categoria Relação entre variáveis

O Quadro 15 apresenta subcategorias e unidades de sentido consideradas na análise dos resultados obtidos no episódio 1.

Quadro 15 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Relação entre variáveis.

Subcategoria	Unidades de sentido
Relação entre dedos e mão	<p><i>“não, cara! É quantas mãos que a gente vai achar com os dedos. Quantos dedos que são, aí a gente vai dividir por 5, entendeu? Para achar o número de mão” (E<sub>1</sub>)</i></p> <p><i>“é! E a gente vai achar o número de mão, e o número de mão é dividido por cinco” (E<sub>1</sub>)</i></p>
Relação entre mãos e mols de mãos	<p><i>“a gente tem que achar quantas mãos e fazer quantos mols de mãos” (E<sub>1</sub>)</i></p> <p><i>“essa aí é a fórmula da mão, a gente tem que achar o mol da mão” (E<sub>4</sub>)</i></p> <p><i>“então, esse é o mol de mão, <math>6 \times 10^{22}</math>” (E<sub>2</sub>)</i></p> <p><i>“mas aí para saber o mol dessa quantidade de mãos, porque <math>6 \times 10^{22}</math> é a quantidade de mãos. Aí para descobrir quantos mols tem nisso não tinha que multiplicar?” (E<sub>5</sub>)</i></p> <p><i>“Quantos mols cabe nesse valor que a gente achou pras mãos” (E<sub>2</sub>)</i></p>

Fonte: Elaborado pela autora

Uma das ações que perpassam pelo estudo da grandeza quantidade de matéria é sua relação com as grandezas relacionadas à quantidade massa, volume e numerosidade. Dessa forma, uma das habilidades que precisam ser desenvolvidas é a maneira como essas grandezas se relacionam. A categoria Relação entre variáveis

surge a partir dessa necessidade. Durante a análise dos resultados obtidos verificou-se que os estudantes realizavam essas relações a partir de diferentes variáveis. Uma das relações observadas foi entre a quantidade de dedos e mãos. A unidade de sentido *“não, cara! É quantas mãos que a gente vai achar com os dedos. Quantos dedos que são, aí a gente vai dividir por 5, entendeu? Para achar o número de mão”* (E<sub>1</sub>) ilustra esse momento. É possível perceber que os estudantes reconhecem, que para dar prosseguimento à resolução da questão proposta, é necessário determinar o número de mãos que, por sua vez, está relacionado com o número de dedos.

A outra relação é entre o número de mãos e mols de mãos. Nesse momento, verifica-se que os estudantes compreendem que, a partir do número de mãos, determina-se o número de mols de mãos correlacionando essas informações com a Constante de Avogadro. A unidade de sentido *“mas aí para saber o mol dessa quantidade de mãos, porque  $6 \times 10^{22}$  é a quantidade de mãos. Aí para descobrir quantos mols tem nisso não tinha que multiplicar?”* (E<sub>5</sub>) apresenta o momento em que os estudantes realizam essas relações.

A análise mais ampliada das interações entre os estudantes permite perceber que, apesar de realizarem relações válidas entre os dedos, as mãos e a quantidade de matéria, ainda existe uma dificuldade em relacionar essas informações com a Constante de Avogadro. Não conseguem compreender que se trata de uma constante de proporcionalidade que permite a relação entre determinadas grandezas, sendo, muitas vezes, tratada simplesmente como um número e nada mais.

### 9.2.1.2 Categoria Operacionalização dos dados

O Quadro 16 apresenta as subcategorias e unidades de sentido consideradas na análise dos resultados obtidos no episódio 1.

Quadro 16 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Operacionalização dos dados.

Subcategoria	Unidades de sentido
Cálculo do número de mãos	<i>“a gente quer descobrir quantas mãos que dá”</i> (E <sub>2</sub> ) <i>“sim. Aí você descobriu que é <math>6 \times 10^{22}</math>”</i> (E <sub>5</sub> )
Descrição das operações	<i>“Porque você dividiu 3 por 5 dá 0,6, aí <math>6 \times 10^{-1} \times 10^{23}</math> dá <math>6 \times 10^{22}</math>, entendeu?”</i> (E <sub>2</sub> )

matemáticas utilizadas	<p><i>“6 x 10<sup>22</sup> dividido por 6 x 10<sup>23</sup> dá 0,1. Tá falando aqui” (E<sub>2</sub>)</i></p> <p><i>“porque quando dividi base igual com expoente diferente subtrai não é? 22 – 23, -1” (E<sub>2</sub>)</i></p>
------------------------	--

Fonte: Elaborado pela autora

A operacionalização ou matematização dos dados é uma das ações que fazem parte do processo de desenvolvimento do conteúdo relacionado à grandeza quantidade de matéria. Assim como é importante compreender o seu significado, saber operar com os dados é uma das habilidades que precisam ser desenvolvidas. Portanto, uma categoria que se relacionava a esse momento era provável de surgir. As interações entre os estudantes apresentaram duas situações em que essa operacionalização ocorria. As unidades de sentido *“a gente quer descobrir quantas mãos que dá”* (E<sub>2</sub>) e *“sim. Aí você descobriu que é 6 x 10<sup>22</sup>”* (E<sub>5</sub>) apresentam momentos em que os estudantes calculam o número de mãos, ou seja, após relacionar a quantidade de mãos com a Constante de Avogadro, eles realizam o cálculo e divulgam o resultado obtido. Já a unidade de sentido *“Porque você dividiu 3 por 5 dá 0,6, aí 6 x 10<sup>-1</sup> x 10<sup>23</sup> dá 6 x 10<sup>22</sup>, entendeu?”* (E<sub>2</sub>) o estudante descreve para os demais qual cálculo realizou. Com essas unidades de sentido fica claro que não basta compreender os conceitos associados ao tema, mas saber relacioná-los com as operações matemáticas fazem parte do processo de aquisição desse conhecimento científico.

### 9.2.1.3 Categoria Compreensão dos conceitos

O Quadro 17 apresenta as subcategorias e unidades de sentido consideradas na análise dos resultados obtidos no episódio 1.

Quadro 17 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Compreensão dos conceitos.

Subcategoria	Unidades de sentido
Mol	<p><i>“ué, ela tá pedindo o mol de mão” (E<sub>1</sub>)</i></p> <p><i>“mas a gente já tem o mol de dedo já. Já achou o mol de mão porque a gente usou o mol de dedo. Não é não?” (E<sub>2</sub>)</i></p>
Constante de Avogadro	<i>“sei lá (pausa) acho que tem que multiplicar o 10<sup>23</sup> de novo” (E<sub>1</sub>)</i>

	<i>“não, mas aí quanto tinha achado (pausa) quando tava elevado a 23. Achou <math>0,6 \times 10^{23}</math>. Não foi?” (E<sub>3</sub>)</i>
--	--

Fonte: Elaborado pela autora

Uma das dificuldades encontradas pelos estudantes é aplicar o conceito de mol em situações problema. A compreensão de que o mol pode ser usado para diferentes entidades, e que ele representa uma determinada quantidade da entidade a que se refere, é algo muito abstrato. No episódio 1, a intenção era que os estudantes aplicassem o conceito de mol a entidades macroscópicas, pois é algo mais concreto, palpável que os átomos e moléculas. Além disso, a correlação entre dedos e mãos foi realizada para que os estudantes compreendessem que a unidade de medida tanto se relaciona com o todo quanto com as partes que o compõe. Apresentar uma certa quantidade de mãos corresponde a uma quantidade de dedos 5 vezes maior. Portanto, para outras entidades bastaria verificar qual sua relação com as unidades da qual ela é formada.

A unidade de sentido *“mas a gente já tem o mol de dedo já. Já achou o mol de mão porque a gente usou o mol de dedo. Não é não?”* (E<sub>2</sub>) mostra que o estudante conseguiu relacionar que ter uma certa quantidade, em mol, de um todo corresponderá também a quantidade, em mol, das partes que o compõe. Dessa forma é possível verificar que ele aplica corretamente a ideia do conceito de mol enquanto unidade de medida da quantificação de entidades.

Segundo Rocha-Filho (1988), o mol é uma quantidade padrão, arbitrária de numerosidade, que pode ser utilizado para quantificar diferentes amostras. Dessa forma, o mol pode ser considerado uma magnitude de numerosidade, assim como o quilograma é uma magnitude da massa. Ele é a “dúzia do químico”, sendo que o que o difere de outras unidades de medida de numerosidade, como a própria dúzia, é sua grande numerosidade comparada as outras que são bem menores. Diante disso, entende-se a dificuldade que os estudantes enfrentam ao associar o mol à numerosidade, seja ela do todo ou das partes que o compõe, contida em uma amostra.

Complementando a ideia de que a quantidade em mol tanto pode se relacionar ao todo quanto as unidades que o compõe, a compreensão de que essa quantidade pode ser dada em função do número de entidades, ou seja, em relação à numerosidade é essencial no desenvolvimento do estudo das relações associadas à quantidade de matéria. Entender que ao variar a quantidade da amostra provoca uma

variação da sua numerosidade e que isso se relaciona por meio de uma constante de proporcionalidade, no caso a Constante de Avogadro, é outra etapa importante na aquisição desse conceito científico. A unidade de sentido “*sei lá (pausa) acho que tem que multiplicar o  $10^{23}$  de novo*” (E<sub>1</sub>) mostra claramente a dificuldade que os estudantes apresentam em realizar essas relações. Mesmo se tratando de uma situação concreta e palpável, o valor da Constante de Avogadro ainda é muito abstrato e sem sentido. Como citado anteriormente, parte dessa dificuldade se encontra no próprio valor que é de uma magnitude tão elevada que se torna distante da realidade em que estão imersos.

### 9.2.1.3 Categoria Articulação entre conceito e definição

O Quadro 18 apresenta as subcategorias e unidades de sentido consideradas na análise dos resultados obtidos no episódio 1.

Quadro 18 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Articulação entre conceito e definição.

Subcategoria	Unidades de sentido
Relação entre mol e Constante de Avogadro	<p>“o mol é <math>6 \times 10^{23}</math>” (E<sub>5</sub>)</p> <p>“mas o mol é <math>6 \times 10^{23}</math> então tem que multiplicar” (E<sub>2</sub>)</p> <p>“porque tipo assim a gente tem o total é que descobrir quantos que são, quantos que dá. Entendeu?” (E<sub>2</sub>)</p>

Fonte: Elaborado pela autora

Como discutido na categoria anterior, se a compreensão dos conceitos não for realizada de forma adequada, suas relações também não serão. Na unidade de sentido “o mol é  $6 \times 10^{23}$ ” (E<sub>5</sub>) é possível verificar que o estudante define o mol como sendo um número ao invés de uma unidade de medida. Não consegue relacionar que o padrão estabelecido para a unidade de medida mol é o número  $6 \times 10^{23}$ . Já na unidade de sentido “mas o mol é  $6 \times 10^{23}$  então tem que multiplicar” (E<sub>2</sub>), apesar de apresentar a mesma incoerência anterior, o estudante já consegue perceber que existe uma relação entre a quantidade da amostra e sua numerosidade. Portanto, nesse caso, é possível dizer que o estudante consegue relacionar a unidade de medida mol a sua constante de proporcionalidade, a Constante de Avogadro.

Rocha-Filho (1988, p. 427) defende que:

O mol é uma numerosidade arbitrariamente definida, uma unidade de medida que permite que numerosidades quaisquer, ou grandezas do mesmo tipo, sejam quantificadas. (...) a numerosidade de uma amostra numa dada entidade elementar é diretamente proporcional ao número destas entidades e vice-versa; conseqüentemente, um mol de entidades – um valor arbitrário de numerosidade – corresponde a um número de entidades (o número de Avogadro), mas não é um número, é o nome especial dado à numerosidade correspondente ao número de Avogadro.

Diante do exposto fica claro que, para que se consiga uma articulação adequada entre o mol e a Constante de Avogadro, é necessário que os estudantes compreendam seus significados e, assim, apliquem corretamente na quantificação das entidades em uma amostra e não seja apenas um número que se multiplique ou divida por outro número qualquer.

### **9.2.2 Episódio 2: Relação entre a quantidade de matéria e a Constante de Avogadro na dimensão microscópica**

No episódio 2, os estudantes tinham que aplicar as mesmas ideias do episódio 1 porém, ao invés da entidade ser macroscópica, seria microscópica. Eles deveriam determinar, a partir de uma determinada quantidade de matéria, a quantidade de moléculas de  $\text{NH}_3$ . Diante disso, o esperado é que as dificuldades enfrentadas no episódio 1 fossem as mesmas do episódio 2. Entretanto, no decorrer da atividade foi possível perceber que a maior dificuldade encontrada pelos estudantes não foi a aplicação dos conceitos relacionados ao mol e sim a identificação da entidade elementar em questão, fazendo com que a maior parte das discussões geradas fossem em função da compreensão do que é átomo e molécula. Em decorrência disso, as categorias desse episódio se diferem do episódio anterior. Surge uma nova categoria emergente, a Compreensão de termos, a não ocorrência da categoria Compreensão dos conceitos e a repetição das categorias Operacionalização dos dados e Articulação entre os conceitos.

Ao se avaliar as subcategorias e unidades de sentido das categorias que se repetiam nos dois episódios, verificou-se que os resultados obtidos eram muito semelhantes. Diante disso, optou-se por analisar apenas a nova categoria emergente.

### 9.2.2.1 Categoria Compreensão de termos

O Quadro 19 apresenta as subcategorias e unidades de sentido consideradas na análise dos resultados obtidos no episódio 2.

Quadro 19 - Subcategorias e unidades de sentido da categoria Compreensão de termos.

Subcategoria	Unidades de sentido
Átomos e moléculas	<p><i>“é porque a amônia tem 4 moléculas então tem que achar e dividir” (E<sub>5</sub>)</i></p> <p><i>“átomo é a mesma coisa que molécula?” (E<sub>3</sub>)</i></p> <p><i>“será que não são só duas moléculas? Uma de N e uma de H” (E<sub>1</sub>)</i></p> <p><i>“a molécula vai ser três. A molécula é a junção. Que tá junto nesse negócio aí” (E<sub>2</sub>)</i></p> <p><i>“e o que que é a molécula?” (E<sub>2</sub>)</i></p> <p><i>“molécula é somar tudo então mano” (E<sub>1</sub>)</i></p> <p><i>“eu acho que tudo é a mesma coisa” (E<sub>3</sub>)</i></p>
Elemento e substância	<p><i>“não, isso aí é elemento” (E<sub>2</sub> e E<sub>5</sub>)</i></p> <p><i>“Não! Isso aí é substância” (E<sub>5</sub>)</i></p> <p><i>“substância é o conjunto dessas moléculas não é não?” (E<sub>2</sub>)</i></p>

Fonte: Elaborado pela autora

Uma das etapas do processo de compreensão da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, é a identificação da entidade elementar que constitui a amostra em questão. Além disso, compreender que essa entidade é formada por unidades ainda menores, que também podem ser quantificadas pelo uso da unidade de medida mol, se faz necessário. Dessa forma, o uso dos termos átomos e moléculas são frequentes nesse estudo, o que muitas vezes acontece de forma equivocada.

Segundo Romanelli (1996, p. 27), “o desenvolvimento do conceito de átomo em sala de aula demanda um processo de ensino e aprendizagem que envolve noções abstratas — a concepção de modelos, palavras e símbolos”. Para Driver, Guesne e Tiberghien (1985, *apud* SANJUAN; SANTOS, 2010, p. 9),

O processo de formação e apropriação dos conceitos de elemento químico, molécula e substância envolvem os alunos na construção de modelos mentais para entidades que não são percebidas diretamente. Um dos aspectos das ideias dos alunos que tem grandes implicações na

aprendizagem de conceitos científicos é a de que o ato de perceber domina o ato de pensar.

Diante do exposto, a conceituação dos termos átomos, moléculas, elemento e substância não é uma tarefa fácil. Por se tratar de entidades abstratas e demandar relações do conhecimento químico nos âmbitos microscópicos e representacionais, sua compreensão se torna ainda mais difícil. As unidades de sentido “*átomo é a mesma coisa que molécula?*” (E<sub>3</sub>), “*e o que que é a molécula?*” (E<sub>2</sub>) e “*substância é o conjunto dessas moléculas não é não?*” (E<sub>2</sub>) ilustra essa dificuldade enfrentada pelos estudantes.

A utilização correta de um termo depende da apropriação do seu conceito. Se esse processo não ocorre de forma adequada, os termos passam a ser utilizados de forma aleatória e, muitas vezes, como se fossem sinônimos ou até mesmo uma designação genérica para uma determinada entidade. Isso pode ser observado nas unidades de sentido “*é porque a amônia tem 4 moléculas então tem que achar e dividir*” (E<sub>5</sub>) e “*será que não são só duas moléculas? Uma de N e uma de H*” (E<sub>1</sub>). Nesse caso, é possível verificar que os estudantes utilizam o termo molécula para designar a menor parte que forma a entidade, ou seja, os átomos. Eles pensam enquanto átomos, mas dialogam usando o termo molécula. Diante disso, fica evidente o motivo pelo qual eles têm tanta dificuldade em compreender que em uma determinada quantidade em mol de moléculas também existam uma determinada quantidade de átomos. Com isso, é perceptível que a não compreensão de determinados conceitos acarreta a dificuldade de aquisição de outros que dependem diretamente deles.

Outro ponto que merece destaque nos processos relacionados à compreensão e uso dos termos que caracterizam uma determinada amostra é a linguagem do professor. Mortimer e Machado (1997, *apud* SANJUAN; SANTOS, 2010, p. 10), defendem que:

Significados e linguagem do professor são apropriados pelos alunos na construção de um conhecimento compartilhado. É na interação com o outro que o sujeito se constitui e que se dá a elaboração conceitual. O processo de conceitualização é concebido como prática social dialógica (mediada pela palavra) e pedagógica (mediada pelo outro, o professor). A construção de conhecimentos em sala de aula depende da apropriação pelos alunos de significados e da linguagem do professor.



Diante disso, o professor, como mediador do processo de ensino e aprendizagem, deve ficar atento à sua linguagem para que ele não contribua para o fortalecimento da ideia de que átomos, moléculas, elemento químico e substância tenham o mesmo significado.

## **10. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para finalizar este trabalho é importante retomarmos as questões que o nortearam: como propiciar o estudo da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida de modo a promover o protagonismo dos estudantes, o ensino por investigação e a alfabetização científica? Além disso, como caracterizar esse estudo na perspectiva do ensino por investigação, dos indicadores de alfabetização científica e dos conhecimentos científicos estudados? Essas questões e os processos realizados em busca de suas respostas propiciaram momentos ricos de reflexão e discussão que não se esgotam nesse trabalho. As considerações aqui apresentadas serão apenas o início de um longo percurso que ainda precisa ser percorrido.

O ensino de química, assim como de outras disciplinas, muitas vezes é pautado em um processo de mecanização e memorização de conceitos. A construção dos saberes, com a participação ativa dos estudantes, constantemente é ignorada. A proposição de um ensino em que os processos ocorram de forma mútua e colaborativa ainda é muito discreto. Apesar de estarmos inseridos em um meio no qual a tecnologia está presente e faz parte de ações rotineiras, muitas vezes não é considerado no momento do planejamento e execução do ensino. Diante dessa realidade, a proposta de um conjunto de atividades que leve em consideração a existência do estudante e suas formas de pensar, comunicar e interagir são essenciais para o sucesso na aquisição de novos conhecimentos.

Segundo Sasseron (2015), o ensino das ciências deve ir além de um corpo de conhecimentos organizado e legitimado pela sociedade. Ele deve permitir que seus saberes transbordem as esferas de seus contextos de produção, oportunizando a construção de um entendimento sobre o mundo, os fenômenos naturais e os seus impactos em nossas vidas. É perceber que o mundo está em constante transformação e, por isso, a busca da construção de seus entendimentos deve ser permanente.

Criar situações que estimulem o processo investigativo e a aproximação dos saberes escolares com os saberes científicos, mediados pelas tecnologias da

informação e comunicação, é uma das abordagens que devem ser utilizadas para que a aquisição de novos conhecimentos tenha valor, faça sentido e estimule os processos de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, a alfabetização científica permite, além da análise e avaliação de situações problema, a tomada de decisão e o posicionamento (SASSERON, 2015). Associado a um ensino em que o estudante é parte integrante do processo de construção dos saberes, a análise de informações a que são expostos e o desenvolvimento do senso crítico, enquanto ser integrante de uma sociedade, devem ser estimulados, de forma a contribuir com a formação integral do cidadão.

A análise e a avaliação de uma questão problematizadora decorrem a partir da exposição de diferentes pontos de vista, ou seja, a argumentação. Presente em diferentes momentos, promove as interações discursivas que ampliarão o pensamento e, conseqüentemente, o desenvolvimento intelectual. Portanto, considerando essas ideias, o desenvolvimento de um conjunto de atividades, que tem como eixo estruturante a resolução e a comunicação das ideias acerca de um determinado tema, origina um trabalho argumentativo expresso a partir de uma linguagem científica (SASSERON, 2015).

Nesse sentido, a sequência de ensino proposta foi planejada e desenvolvida de forma a propiciar momentos de investigação e argumentação com foco na alfabetização científica, permitindo, assim, a comunicação de ideias e a tomada de decisão diante de uma situação problema. Além disso, a utilização das TICs permitiu que esses processos ocorressem de forma dinâmica e a partir de ferramentas que fazem parte do cotidiano desses estudantes, aproximando as situações vivenciadas nas salas de aula com aquelas que fazem parte da sua realidade.

Com a clareza dos objetivos que pretendem ser alcançados, o sucesso da sequência de ensino proposta dependerá do engajamento dos estudantes em cada etapa vivenciada. Os desdobramentos dos processos investigativos só serão efetivos se o protagonismo estudantil realmente acontecer. Para isso, o discurso, por parte do professor, para instigá-los a se envolverem nas situações propostas é de extrema relevância. Contudo, não basta o discurso, as interações entre os estudantes e entre o professor e os estudantes são cruciais para que os processos de construção dos conhecimentos realmente aconteçam e possam transformar tarefas em aprendizado.

A partir dos resultados obtidos, fica evidente que o estudo da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida ainda apresenta muita dificuldade de compreensão, pois exige dos estudantes a ampliação do entendimento da quantificação de coisas. Compreender que a quantidade pode ser mensurada não só por massa e volume, mas também por numerosidade exige dos estudantes uma nova forma de pensar, que até então não era exigida. Associado a isso, a relação de um número de magnitude elevada a entidades que são submicroscópicas contribui para essa dificuldade. Entender que o mol não é simplesmente um número que se aplica aqui ou ali, ainda é um dos desafios associados a esse tema. Além disso, ficou claro que o entendimento dos termos átomos, moléculas, elementos e substâncias também precisam ser considerados no processo de aquisição do conceito de quantidade de matéria e sua unidade de medida. Portanto o desenvolvimento de atividades que permitam a aquisição desses conceitos, para que possam ser aplicados em outras situações em que eles fazem parte, se torna muito importante.

A aplicação da sequência de ensino e a análise dos resultados obtidos permitiu perceber que, durante o processo de aquisição e desenvolvimentos das habilidades associadas ao tema, as ações de refletir, discutir e comunicar as ideias estavam presentes, portanto, os pressupostos do ensino por investigação estavam sendo contemplados. Essas ações permitiram que os estudantes se posicionassem criticamente diante das situações propostas, permitindo, assim, a alfabetização científica. Isso foi possível porque as atividades tinham o foco na participação ativa dos estudantes, que foi propiciado a partir da criação de momentos de diálogos entre a professora/pesquisadora e os estudantes e entre os próprios estudantes.

A análise das interações que ocorreram entre os estudantes durante a atividade 5 permitiu verificar que os pressupostos do ensino por investigação, os indicadores da alfabetização científica e os conhecimentos científicos associados ao tema estavam sendo explorados. Nos episódios analisados, foi possível perceber que os estudantes, a partir de suas interações e dos dados apresentados, levantaram hipóteses, realizaram testes, aplicando um raciocínio lógico e proporcional, na busca para explicar a situação problema proposta. Durante esse processo, os conhecimentos científicos associados ao tema nortearam os momentos de discussão e reflexão, levando os estudantes a relacionarem os conteúdos adquiridos anteriormente aos que estavam sendo desenvolvidos nesse momento.

A pesquisa realizada permitiu perceber que o desenvolvimento de atividades que colocam o estudante como protagonista do processo de aquisição dos conhecimentos científicos é uma prática que contribui para o avanço e melhoria do ensino de Química. É notório que, quando os estudantes são estimulados a mudarem de papel no processo de ensino e aprendizagem, a construção do conhecimento se torna mais significativa e relevante. Reconhecer que as explicações para situações cotidianas perpassam pela compreensão dos conhecimentos científicos associados a elas é fundamental para potencializar a participação dos estudantes. Aproximar as práticas da sala de aula com aquelas praticadas na comunidade científica é outro ponto de contribuição nesse processo. Dessa forma, o estudante entende que o conhecimento não chega pronto, mas precisa ser desenvolvido e, portanto, passa por processos de construção que envolve etapas e que estas, muitas vezes, podem não ser simples e dependem de outras.

Muitos foram os desafios enfrentados durante esse trabalho. Não poderia deixar de destacar o ensino remoto. A aplicação da sequência de ensino de forma *online* gerou momentos de aprendizados, de angústias e de desesperos. A não participação dos estudantes em muitas situações mostrou o quanto o ensino remoto prejudicou os processos de ensino e aprendizagem. O silêncio diante dos questionamentos realizados poderia ser por diversos motivos, dentre eles, a não presença efetiva dos estudantes nas salas virtuais quanto o não entendimento do assunto. Como saber? Não há respostas certas para isso, apenas as dúvidas. Mas não existem apenas problemas no ensino remoto. A sua ocorrência permitiu que os processos educativos sofressem um grande avanço em relação ao uso das tecnologias digitais. Era preciso adequar os processos de ensino e aprendizagem, assim como, os de interação entre os sujeitos envolvidos, à nova realidade. A busca por ferramentas que atendessem à essas demandas tiveram que acontecer. Dessa forma, a aquisição de novos conhecimentos associados ao uso das tecnologias digitais, desencadeou, tanto para os professores quanto para os estudantes, novas formas de pensar e agir nos processos educativos.

A sequência de ensino elaborada é uma proposta para o estudo do conceito de quantidade de matéria e sua unidade de medida, que desafia professores e estudantes a mudarem seus papéis, de forma a abandonar o ensino transmissivo e receptivo de informações. A proposta é uma primeira versão, que como tudo que se

inicia, está propensa a mudanças. Portanto, novas versões podem e devem surgir a partir dessa. É evidente que essa sequência de ensino é um pontapé inicial, visto que as revisões bibliográficas realizadas não apresentavam propostas de atividades, apenas indicavam a necessidade de sua criação. Dessa forma, as pesquisas e as proposições de atividades acerca desse tema, e que explorem as dificuldades discutidas ao longo desse trabalho, precisam continuar a serem realizadas.

A realização desse trabalho mudou a minha forma de pensar e agir enquanto professora. Mostrou que considerar o estudante como sujeito participante do processo de ensino e aprendizagem é realmente importante, desafiador e necessário. Ser transmissor de informação é fácil, mas ser mediador disso não! Da mesma forma, ser receptor de informação é uma condição cômoda e desinteressante para o estudante, mas ao mesmo tempo, quando ele é desafiado a sair dessa condição, o processo produtivo é mais significativo e real. Não podemos mais conceber o ensino sem considerar esses aspectos. Inserir novas abordagens, associadas às tecnologias, é primordial para os estudantes atuais. Dessa forma, posso dizer que a realização desse trabalho propiciou não apenas a construção de um conjunto de atividades, mas o surgimento de uma nova profissional.

## 11. REFERÊNCIAS

AGUIAR JUNIOR, O. **O planejamento do ensino**. Projeto Escolas – Referência. Módulo 2. SEEMG 2005. Disponível em: <<http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/concursos/psspmmc0217seducpdmodulo2planejamensino.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2019.

ANTLER, M. *et al.* “Conhecendo o Mol: uma proposta didática para o Ensino de Química. In: 33° EDEQ. **Anais eletrônicos...** Unijuí. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2670/2248>. Acesso em: 05 maio. 2019.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 1ª edição. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BONFIM, D. D. S.; COSTA, P. C. F.; NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. **Experiências em ensino de ciências**, v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: <[https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID465/v13\\_n1\\_a2018.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID465/v13_n1_a2018.pdf)>. Acesso em: 24 out. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 29 set. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 29 set. 2020.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: \_\_\_\_\_ (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

DEL-CORSO, T. M. Indicadores de alfabetização científica, Argumentos e Explicações: análise de relatórios no contexto de uma sequência de ensino investigativo. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)** - Programa de Pós-Graduação Interunidades, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-26032015-143010/publico/Thiago\\_Marinho\\_Del\\_Corso.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-26032015-143010/publico/Thiago_Marinho_Del_Corso.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2021.

DEL-CORSO, T. M.; TRIVELATO, S. L. F.; SILVA, M. B. Indicadores de alfabetização científica em relatórios escritos no contexto de uma sequência de ensino investigativo. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2017.

**Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFSC, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1412-1.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

DEL-CORSO, T. M. et al. Indicadores da alfabetização científica em uma SEI de biologia: a proposição das inscrições literárias como um novo indicador. **Revista da SBEnBio**, n.7, p. 7252-7263. out. 2014. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/n0nev8e>>. Acesso em 20 jul. 2021.

FERNANDES, C. S.; MARQUES, C. A. Noções de contextualização nas questões relacionadas ao conhecimento químico no exame nacional do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 4, p. 294-304, 2015. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37\\_4/09-EQF-01-13.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_4/09-EQF-01-13.pdf)>. Acesso em: 14 ago. 2021.

FRANÇA, J. L.; VASCONCELLOS, A. C. Manual para normalização de publicações técnico-científicas. 8ª ed. Belo Horizonte. **Editora UFMG**, 2009. Disponível em: <<https://lucianabicalho.files.wordpress.com/2014/04/394272junia-lessa-46-2009-manual-normas-8-edicao-revista-miolo1.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2019.

FRANCO-PATROCÍNIO, S. F.; FREITAS-REIS, I. F. A grandeza quantidade de matéria e sua unidade, mol: Uma investigação realizada com docentes das universidades de Minas Gerais. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. Florianópolis/SC, 2016. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFSC, 2016. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0153-2.pdf>>. Acesso em: 05 maio. 2019.

FREITAS, M.; HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S. Educação nas sociedades do conhecimento: o uso de recursos educacionais abertos para o desenvolvimento de capacidades de ação emancipatórias. **Educação em revista**, Belo Horizonte, v. 37, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/edur/a/h9pghNFCnCJTMZM6gW7j5pK/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 25 out. 2021.

GIACOMINI, A. Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 339-355, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4317>>. Acesso em: 24 out. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo. Editora Atlas, 2008. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2020.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, São Paulo, v. 35, n.2, p. 57-63, mar./abr. 1995. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/20594>>. Acesso em: 30 out. 2021.

JÚNIOR et al. O ambiente natural como recurso para promover um ensino interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, n. 41, p. 369-376, 2019. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41\\_4/09-RSA-49-18\\_ENEQ.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_4/09-RSA-49-18_ENEQ.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2021.

LOURENÇO, I. M. B.; MARCONDES, M. E. R. Um plano de ensino par mol. **Química nova na Escola**, n. 18, p. 22-25, 2003. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A05.PDF>>. Acesso em: 30 abr. 2019.

MASSETO, M. T. Mediação pedagógica e o uso da tecnologia. In: MORAN, J.; MASSETO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 10ª edição. São Paulo: Papiros, 2000.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência e Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2020.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 3ª ed. Ijuí: Unijuí, 2016. 264 p.

MORAN, J. Mudar a forma de ensinar e de aprender: Transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial-virtual. **Revista Interações**, São Paulo, 2000. vol. V, p.57-72. Disponível em: <[http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias\\_eduacacao/uber.pdf](http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/uber.pdf)>. Acesso em: 08 out. 2020.

MORAN, J. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J.; MASSETO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 10ª edição. São Paulo: Papiros, 2000.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro de “Física”. **Ciência e Educação**, v. 20, n.3, p. 617-638, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcRtHTb9c/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 24 out. 2021.

MUNFORD, D; LIMA, M. E. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 09, n. 01, p. 89-111, jan-jul, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/9973>>. Acesso em: 13 jul. 2021.

PAULA, H. F. As tecnologias de informação e comunicação, o ensino e a aprendizagem de ciências naturais. In: MATEUS, A. L. (Org.). **Ensino de química mediado pelas TICs**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2015. P. 167-195.

PAULA, H. F. Fundamentos pedagógicos para o uso de simulações e laboratórios virtuais no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 17(1), p. 75-103, abril, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4476/2964>>. Acesso em: 27 out. 2021.



RAMOS, M. G.; THOMAZ, E. M. A análise textual discursiva na interpretação do pensamento complexo e interdisciplinar presente nas perguntas dos estudantes. *Investigação qualitativa em ciências sociais*, v. 3, 2017. **Atas eletrônicas...** 2017. Disponível em: <<https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2017/article/view/1440/1397>>. Acesso em: 14 out. 2020.

ROCHA-FILHO, R. C. Sobre o mol e seus afins: Uma proposta alternativa. **Química Nova**, v.11, n. 4, p. 419-429, 1988. Disponível em: <[http://quimicanova.sbgq.org.br/imagebank/pdf/Vol11No4\\_419\\_v11\\_n4\\_%2812%29.pdf](http://quimicanova.sbgq.org.br/imagebank/pdf/Vol11No4_419_v11_n4_%2812%29.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2019.

ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, R. R. Sobre o uso correto de certas grandezas em química. **Química Nova**, v.14, n. 4, p. 300-305, 1991. Disponível em: <[http://quimicanova.sbgq.org.br/imagebank/pdf/Vol14No4\\_300\\_v14\\_n4\\_%2815%29.pdf](http://quimicanova.sbgq.org.br/imagebank/pdf/Vol14No4_300_v14_n4_%2815%29.pdf)>. Acesso em 30 abr. 2019.

ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, R. R. Mol – uma nova terminologia. **Química Nova na Escola**, v. 1, p. 12-14, 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc01/atual.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2019.

ROGADO, James. A grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol: algumas considerações sobre dificuldades de ensino e aprendizagem. **Ciência e educação**, v.10, n. 1, p. 63-73, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/05.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

ROMANELLI, L. I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 27-31, 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc03/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SÁ, E. F. et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. VI ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007. **Atas eletrônicas...** 2007. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/10340778-As-caracteristicas-das-atividades-investigativas-segundo-tutores-e-coordenadores-de-um-curso-especializacao-em-ensino-de-ciencias-1.html>>. Acesso em: 13 jul. 2021.

SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V. Uma proposta didática para a elaboração do pensamento químico sobre elementos químico, átomos, moléculas e substâncias. **Experiências em Ensino de Ciências**, v5(1), p. 7-12, 2010. Disponível em: <[https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID93/v5\\_n1\\_a2010.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID93/v5_n1_a2010.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. In: IX Congresso Internacional sobre Investigación em didáctica de las ciencias. Girona, 2013. **Anais eletrônicos...** Girona, 2013. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/38988740.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

SANTOS, T. N. P. et al. Aprendizagem ativo-colaborativo: inter-relações e experimentação investigativa no ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 4, p. 258-266, 2018. Disponível em: <[http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc40\\_4/06-RSA-34-17.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc40_4/06-RSA-34-17.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2021.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2020.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 13(3), p. 333-352, 2008. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/26>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 18(3), p. 1061-1085, dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833/3034>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

SASSERON, L. H. Práticas em aula de ciências: o estabelecimento de interações discursivas no ensino por investigação. **Tese (Concurso público de Livre-Docência)** – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/48/tde-01082019-120320/pt-br.php>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

SILVA, J. L.P. B.; OKI, M. C. M.; DOTTO, R. C., MORADILLO, E. F. In: Ensino-Aprendizagem do conceito de quantidade de matéria. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba/PR, 2008. **Anais eletrônicos...** Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0298-2.pdf>>. Acesso em: 05 maio. 2019.

VERCELLI, L. C. A. A pesquisa aplicada com intervenção em um programa de mestrado profissional em educação: implicações na profissionalidade docente. **Crítica educativa**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 5-18, jul/dez. 2018. Disponível em: <<https://www.criticaeducativa.ufscar.br/index.php/criticaeducativa/article/view/325>>. Acesso em: 14 out. 2020.

VOLKWEISS, A. et al. Protagonismo e participação do estudante: desafios e possibilidades. **Educação por escrito**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, jan.-jun. 2019. Disponível em: <

<https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/poescrito/article/view/29112>>.

Acesso em: 17 ago. 2021.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 67-80, set-dez, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

## 12. APÊNDICES

### 12.1 Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

#### ***Aos Srs. Pais e/ou Responsáveis pelos estudantes da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Santo Agostinho – Contagem.***

Srs. Pais,

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: 'UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO PARA O ESTUDO DA GRANDEZA QUANTIDADE DE MATÉRIA E SUA UNIDADE, O MOL', com a participação da professora de química Raquel Malta Pinto, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis de todos os estudantes que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para Sr. (Sra) quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pela pesquisadora principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá gravação em vídeo e áudio das aulas de Química com o objetivo de estudo do tema quantidade de matéria e sua unidade de medida. As atividades de ensino são dissociadas das atividades de pesquisa. As atividades de ensino e de pesquisa ocorrerão durante as aulas da disciplina química na escola e a participação dos estudantes ocorrerá por meio do envolvimento nas atividades propostas durante essa disciplina, seja oral ou escrita, e a interação com o grupo. Se o estudante não aceitar a participação na pesquisa poderá participar das atividades de ensino sem qualquer prejuízo ao conteúdo e às notas em avaliações. Haverá o desenvolvimento de atividades de ensino que já fazem parte do cronograma da disciplina Química e de pesquisa (coleta e análise de dados) para o trabalho de dissertação de mestrado da professora pesquisadora. Dessa forma, as atividades da pesquisa envolverão a observação do processo de construção da prática de ensino, a análise do material produzido e questionários de avaliação da atividade em relação a ser relevante ou não, assim como, outras questões de mesma natureza que não envolvam a avaliação do ensino em relação à nota. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. A professora elaborou uma sequência de ensino sobre o tema quantidade de matéria que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sócio-científicas relacionando as tecnologias da informação e comunicação (TICs) numa abordagem investigativa. Ela irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Entende-se que o ensino do tema quantidade de matéria precisa ser atualizado de forma a permitir a participação ativa dos estudantes e o uso de novas metodologias, de modo a aproximar os saberes escolares dos saberes científicos. Por outro lado, os

materiais didáticos não vêm apresentando propostas de trabalho que priorizem esses aspectos. Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o estudante, com os conteúdos da Química, com as tecnologias da informação e comunicação e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Os estudantes não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem para público externo ou interno. Todos os dados obtidos serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Doutora Nilma Soares da Silva, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação situada à Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade da pesquisadora. Os registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Em qualquer momento, o Sr. (Sra) poderá solicitar esclarecimentos, bastando para isso entrar em contato com o COEP/UFMG para explicações de dúvidas éticas (os contatos estão no final desse documento) e sobre a metodologia de coleta e análise dos dados com a mestrandia Raquel Malta Pinto através do telefone (31) 991054844 ou pelo e-mail [raquelmalta.p@gmail.com](mailto:raquelmalta.p@gmail.com) e/ou com a coordenadora da pesquisa Nilma Soares da Silva através do telefone (31) 99977-0153 ou pelo email [nilmafaeufmg@gmail.com](mailto:nilmafaeufmg@gmail.com).

A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem-estar de seus participantes, porém a pesquisadora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos participantes e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurar a privacidade deles. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada, garantindo que a privacidade dos participantes seja assegurada. Caso você deseje recusar a participação do seu filho ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

---

Raquel Malta Pinto (Professora de Química e aluna do Mestrado)

[raquelmalta.p@gmail.com](mailto:raquelmalta.p@gmail.com)

(31) 99105-4844

---

Nilma Soares da Silva (Coordenadora da pesquisa)

[nilmafaeufmg@gmail.com](mailto:nilmafaeufmg@gmail.com)

(31) 99977-0153

Agradecemos desde já sua colaboração

- Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação em áudio e vídeo das atividades de Química, nos termos propostos.
- Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.
- Concordo e autorizo a captação da imagem gravada em áudio e vídeo das atividades de Química, nos termos propostos.
- Discordo e desautorizo a captação da imagem.

Nome do aluno:

---

---

Assinatura do pai ou responsável

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

**Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG**

**Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 -  
Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG**

**Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901**

**e-mail: coep@prpq.ufmg.br**

## 12.2 Termo de assentimento livre e esclarecido do menor (TALE)

***Aos alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Santo Agostinho – Contagem.***

***Prezados estudantes,***

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: 'Uma proposta de sequência de ensino para o estudo da grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol', com a participação da professora de Química Raquel Malta Pinto, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os estudantes que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para você quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pela pesquisadora principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá gravação em vídeo e áudio das aulas de Química com o objetivo de estudo do tema quantidade de matéria e sua unidade de medida. As atividades de ensino são dissociadas das atividades de pesquisa. As atividades de ensino e de pesquisa ocorrerão durante as aulas da disciplina química na escola e a sua participação ocorrerá por meio do envolvimento nas atividades propostas durante essa disciplina, seja oral ou escrita, e a interação com o grupo. Se você não aceitar a participação na pesquisa poderá participar das atividades de ensino sem qualquer prejuízo ao conteúdo e às notas em avaliações. Haverá o desenvolvimento de atividades de ensino que já fazem parte do cronograma da disciplina Química e de pesquisa (coleta e análise de dados) para o trabalho de dissertação de mestrado da professora pesquisadora. Dessa forma, as atividades da pesquisa envolverão a observação do processo de construção da prática de ensino, a análise do material produzido e questionários de avaliação da atividade em relação a ser relevante ou não, assim como, outras questões de mesma natureza que não envolvam a avaliação do ensino em relação à nota. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. A professora elaborou uma sequência de ensino sobre o tema quantidade de matéria que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sócio-científicas relacionando as tecnologias da informação e comunicação (TICs) numa abordagem investigativa. Ela irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Entende-se que o ensino do tema quantidade de matéria precisa ser atualizado de forma a permitir a participação ativa dos estudantes e o uso de novas metodologias, de modo a aproximar os saberes escolares dos saberes científicos. Por outro lado, os materiais didáticos não vêm apresentando propostas de trabalho que priorizem esses aspectos. Considerando essa possibilidade, propomos oferecer ao professor um

material diferenciado que dialogue com o estudante, com os conteúdos da Química, com as novas tecnologias e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Vocês não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas nem para público externo ou interno. Os registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados com a mestrandia Raquel Malta Pinto através do telefone (31) 99105-4844 ou pelo e-mail [raquelmalta.p@gmail.com](mailto:raquelmalta.p@gmail.com) e/ou com a coordenadora da pesquisa Nilma Soares da Silva através do telefone (31) 99977-0153 ou pelo email [nilmafaeufmg@gmail.com](mailto:nilmafaeufmg@gmail.com).

A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem-estar, porém a professora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurá-la. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, mantendo, assim, sua identidade preservada e assegurando sua privacidade. Caso deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Assentimento Livre e esclarecido do Menor (TALE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

---

Raquel Malta Pinto (Professora de Química e aluna do Mestrado)

[raquelmalta.p@gmail.com](mailto:raquelmalta.p@gmail.com)

(31) 99105-4844

---

Nilma Soares da Silva (Coordenadora da pesquisa)

[nilmafaeufmg@gmail.com](mailto:nilmafaeufmg@gmail.com)

(31) 99977-0153



Agradecemos desde já sua colaboração

- Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Química, nos termos propostos.
- Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.
- Concordo e autorizo a captação da imagem gravada em áudio e vídeo das atividades de Química, nos termos propostos.
- Discordo e desautorizo a captação da imagem.

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Assinatura do aluno

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

**Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG**  
**Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 -**  
**Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG**  
**Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901**  
**e-mail: coep@prpq.ufmg.br**

### 12.3 Autorização da escola para realização da pesquisa

***À direção do Colégio Santo Agostinho – Contagem. Prezada diretora Sra. Aleluia Heringer Lisboa Teixeira,***

Solicitamos sua autorização para iniciar nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: 'UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO PARA O ESTUDO DA GRANDEZA QUANTIDADE DE MATÉRIA E SUA UNIDADE, O MOL', com a participação da professora de química Raquel Malta Pinto, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de V.S.<sup>a</sup> e dos pais e /ou responsáveis de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V.S.<sup>a</sup> quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pela pesquisadora principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá gravação em vídeo e áudio das aulas de Química com o objetivo de estudo do tema quantidade de matéria e sua unidade de medida. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. A professora elaborou uma sequência de ensino sobre o tema que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação nos processos de construção de significados utilizando as tecnologias da informação e comunicação (TICs) numa abordagem investigativa. Ela irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o estudante, com os conteúdos da Química, com as novas tecnologias e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem para público externo ou interno. Todos os dados obtidos serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Doutora Nilma Soares da Silva, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação situada à Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade da pesquisadora. Os registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Em qualquer momento, V.S.<sup>a</sup> poderá solicitar esclarecimentos, bastando para isso entrar em contato com o COEP/UFMG para esclarecimentos de dúvidas éticas (os contatos estão no final desse documento) e sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 991054844 ou pelo e-mail: [raquelmalta.p@gmail.com](mailto:raquelmalta.p@gmail.com).

A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem-estar de seus participantes, porém a pesquisadora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos participantes e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurar a privacidade deles. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Caso V.S.<sup>a</sup> deseje recusar a participação da escola ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com V.S.<sup>a</sup> e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

---

Raquel Malta Pinto (Professora de Química e estudante do Mestrado)

---

Nilma Soares da Silva (Coordenadora da pesquisa)

Agradecemos desde já a colaboração

- ( ) Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Química, nos termos propostos.  
( ) Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Belo Horizonte, \_\_\_\_/\_\_\_\_/2021

---

Aleluia Heringer Lisboa Teixeira

Diretora do Colégio Santo Agostinho – Contagem

**Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG**

**Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG**

**Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901**

**e-mail: coep@prpq.ufmg.br**

## 12.4 Termo de compromisso

Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da resolução 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada e fará parte integrante da documentação dele.

---

Raquel Malta Pinto  
[raquelmalta.p@gmail.com](mailto:raquelmalta.p@gmail.com)  
Pesquisadora Principal

---

Profª Drª Nilma Soares da Silva  
[nilmasoares@yahoo.com.br](mailto:nilmasoares@yahoo.com.br)  
Coordenadora da pesquisa  
Orientadora

**Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG**  
Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 -  
Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG  
Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901  
e-mail: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br)

## 12.5 Sequência de ensino – versão estudante

Universidade Federal de Minas Gerais  
Faculdade de Educação  
Promestre – Educação e Docência

**QUANTIFICANDO**  
#6 **“COISAS”**

Raquel Malta

## Sumário

➤ Introdução.....	127
➤ Problematização inicial .....	127
➤ Desenvolvimento da narrativa .....	129
➤ Aplicando os novos conhecimentos.....	145
➤ Refletindo sobre o que foi aprendido .....	146

## ➤ Introdução

Caro estudante,

O presente material, que denominaremos de Sequência de ensino, corresponde a um conjunto de atividades que abordará o tema Quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol.

Essa sequência de ensino foi planejada para ser aplicada durante um determinado número de aulas, de modo que o tema a ser trabalhado aconteça de uma forma diferente daquela em que normalmente são trabalhadas pela maioria dos professores. Dessa forma, a sua participação é essencial para que os objetivos propostos sejam alcançados e as habilidades associadas ao tema sejam alcançadas e desenvolvidas.

Em função do isolamento social que estamos vivenciando, a sequência de ensino foi elaborada para ser aplicada de forma *online*, utilizando, para isso, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), como forma de mediação da interação entre professor e estudante e entre vocês, os estudantes.

No decorrer das aulas, faremos diversos tipos de atividades, tais como, atividades individuais e em pequenos grupos, pesquisas, atividades práticas e uso de simuladores. Todas as atividades foram elaboradas de forma a priorizar o processo investigativo, de modo que vocês participem ativamente do desenvolvimento dos conceitos associados ao tema quantidade de matéria e sua unidade de medida.

Bom trabalho e um grande abraço!

## ➤ Problematização inicial

### **Atividade 1: Será que é verdade?**

Em nosso dia a dia somos bombardeados por uma série de informações que nem sempre sabemos se são corretas. A propaganda enganosa ocorre e nem sempre temos consciência da sua existência. Um exemplo disso é a venda de produtos com informações falsas ou incorretas. Para proteger e defender o consumidor desse tipo

de situação, em 11 de setembro de 1990, foi criada a Lei n ° 8.078, dos direitos do Consumidor. O artigo 37, primeiro parágrafo, dessa lei define que a publicidade enganosa é

qualquer modalidade de informação ou comunicação de caráter publicitário, inteira ou parcialmente falsa, ou, por qualquer outro modo, mesmo por omissão, capaz de induzir em erro o consumidor a respeito da natureza, características, qualidade, quantidade, propriedades, origem, preço e quaisquer outros dados sobre produtos e serviços.

Você já vivenciou uma situação dessa? Saberá avaliar se as informações veiculadas no rótulo de um determinado produto são verdadeiras ou até mesmo se estão corretas?

Suponha que você pretenda adquirir um cosmético que apresente uma determinada quantidade de certo componente. Ao chegar no estabelecimento comercial, você observa a existência de um produto que apresenta o seguinte rótulo:



1.1 Considerando apenas esse rótulo, o que podemos dizer sobre a veracidade das suas informações? 1.2 Como podemos avaliar se a informação está correta?



## ➤ Desenvolvimento da narrativa

### Atividade 2: Quanto tem aqui?

Você sabe como realizar a contagem de moléculas? Quais grandezas e unidades de medidas são utilizadas? Que tal conversarmos sobre as grandezas e as unidades de medidas?

2.1 Utilizando o aplicativo Mentimeter ([www.menti.com](http://www.menti.com)), responda às seguintes questões:

2.1.1 Quais os tipos de medidas você mais utiliza no seu dia a dia?

2.1.2 Quais as unidades de medida mais comuns?

2.2 Em nosso cotidiano as grandezas e unidades de medidas estão presentes nas embalagens e rótulos de diversos produtos. Analise as imagens.



Fonte: Disponível em: <<https://cornershopapp.com/pt-br/products/179r3-pedigree-racao-para-caes-adulto-carne-frango-e-cereais-atacado>>; <<https://www.araujo.com.br/sorvete-kibon-sorveteria-tentacao-13-litro/p>>; <<https://www.ultrafarma.com.br/algodao-apollo-bola-com-100g>>. Acesso em 09 abr. 2021.

2.2.1 Por que o algodão é vendido em massa e o sorvete em volume?

2.2.2 Considerando o conceito de grandeza e unidade de medida, o que significa dizer que o pacote de ração para cachorro pesa 18 kg?

2.3 A necessidade de medir é inerente ao ser humano. Desde as mais antigas civilizações até hoje o homem foi criando e aperfeiçoamento os modos de medir. Muitas dessas unidades de medida não foram criadas a partir de critérios científicos, mas, mesmo assim, se valia para o que era pretendido. Por outro lado, existem unidades de medidas que são muito utilizadas em alguns países, ou até mesmo regiões, mas desconhecidas para muitos. Jarda, polegada, libra, onça, arroba, milha,

entre outros, são exemplos desses tipos de unidades. Que tal pesquisarmos um pouco mais sobre outras unidades de medida?

2.3.1 Em grupo, realize uma pesquisa que contemple os aspectos origem, símbolo, significado, grandeza correspondente, sua equivalência com outra grandeza e uma curiosidade para as unidades de medidas listadas a seguir. As informações obtidas devem ser socializadas no mural do aplicativo *Padlet* “*Grandezas e unidades de medida não convencionais*”, disponível em <[https://padlet.com/raquelmaltap/xyns857ee\\_foug8b4](https://padlet.com/raquelmaltap/xyns857ee_foug8b4)> para posterior apresentação para a professora e demais colegas da turma.

- Grupo 1: jarda e polegada
- Grupo 2: libra e onça
- Grupo 3: milha e hectare
- Grupo 4: arroba e grosa
- Grupo 5: nó e fahrenheit

2.4 O Sistema Internacional de unidades (SI) é responsável pela padronização das diversas unidades de medida das inúmeras grandezas físicas conhecidas. De acordo com ele, existem sete grandezas de base com suas respectivas unidades de medida. A tabela 1 apresenta algumas dessas informações.

Tabela 1: Grandezas bases e suas unidades de medida segundo o SI

Grandeza de base		Unidade de base	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
Comprimento	$l, h, r, x$	Metro	m
Massa	$m$	Quilograma	kg
Tempo, duração	$t$	Segundo	s
Corrente elétrica	$i$	Ampere	A
Temperatura termodinâmica	$T$	Kelvin	K
Intensidade luminosa	$I_v$	Candela	cd

Fonte: Sistema Internacional de Unidades: SI, INMETRO/CICMA/SEPIN (2012). Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si\\_versao\\_final.pdf](http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2021.

2.4.1 Em grupo, discuta, reflita e registre por que as unidades de medidas pesquisadas no item anterior não são consideradas padronizadas?

2.5 Como estudado anteriormente, a quantificação das “coisas” pode ser realizada utilizando diferentes unidades de medida. Utilizando o aplicativo Mentimeter ([www.menti.com](http://www.menti.com)), responda às seguintes questões:

2.5.1 Qual a quantidade existente em cada um?



Fonte: Disponível em: <a href='https://br.freepik.com/fotos/alimento'>Alimento foto criado por lifeforstock - br.freepik.com</a> ; <a href='https://br.freepik.com/fotos/alimento'>Alimento foto criado por azerbaijan\_stockers - br.freepik.com</a>; <a href='https://br.freepik.com/fotos/madeira'>Madeira foto criado por azerbaijan\_stockers - br.freepik.com</a>. Acesso em: 04 abr. 2021.

2.5.2 Qual frasco apresenta a maior quantidade?



Fonte: Disponível em: <a href='https://br.freepik.com/vetores/fundo'>Fundo vetor criado por luis\_molinero - br.freepik.com</a>; <a href='https://br.freepik.com/fotos/agua'>Água foto criado por wirestock - br.freepik.com</a>. Acesso em: 04 abr. 2021.

2.5.3 Quantos grãos de arroz existem no pacote?



Fonte: Disponível em: <https://www.vivanda.com.pe/arroz-superior-bells-bolsa-5kg/p>. Acesso em: 04 abr. 2021.

2.5.4 Considerando que os grãos de arroz são idênticos, em grupo, elabore e apresente um procedimento que permita a quantificação, em unidades, dos grãos de arroz existentes no pacote.

### **Atividade 3: Criando uma unidade de medida**

A quantificação de “coisas” pode ser dada em massa, em volume ou em numerosidade (unidades). Além disso, a necessidade de uma padronização dessas informações torna-se importante para que as medições realizadas em nossa sociedade sejam universalmente reconhecidas, constantes no espaço-tempo, fáceis de serem utilizadas e apresentem uma exatidão elevada. Que tal criarmos a nossa unidade de medida, utilizando apenas produtos disponíveis em casa, e que permita a quantificação em massa e unidades?



**Peças de jogo de montar infantil**

Fonte: Imagem produzida pela autora.

Para realizar essa atividade, utilizaremos uma balança de uso doméstico e as peças de um jogo de montar infantil que apresentam tamanhos, formas e cores diferentes.

#### **1ª parte: Definições básicas**

- Nome da unidade de medida: \_\_\_\_\_ (nome criado pelo grupo)
- Símbolo da unidade de medida: \_\_\_\_\_ (símbolo criado pelo grupo)
- Padrão escolhido: \_\_\_\_\_ (padrão criado pelo grupo)
- Quantificação do padrão escolhido: \_\_\_\_\_ (quantificação determinado pelo grupo)

#### **2ª parte: Processo de criação**

1. Qual a massa de 1 \_\_\_\_\_ (nome criado pelo grupo)?
2. Sem utilizar a balança, qual a massa de 500 \_\_\_\_\_ (nome criado pelo grupo)?
3. Quantas peças amarelas são necessárias para que se tenha a mesma massa de 1 \_\_\_\_\_ (nome criado pelo grupo)? E para as peças verdes?
4. Considere uma massa de 200 g de peças amarelas. Sem contar, estime quantas peças amarelas existem.

### 3ª parte: Utilizando a unidade de medida

1. Utilizando a unidade de medida criada por vocês e uma balança de uso doméstico, estime, sem contar, quantas peças amarelas, verdes e vermelhas existem em uma massa de 200 g de cada uma delas.

2. Durante uma brincadeira, uma criança criou objetos a partir da junção de algumas peças. A imagem a seguir ilustra os objetos obtidos.



**Objeto 1**

**Objeto 2**

**Objeto 3**

Fonte: Imagens produzidas pela autora.

Suponha que essa criança tenha criado 24 objetos 1, 8 objetos 2 e 10 objetos 3 e que guardou todos juntos em um único saco. Sem utilizar a balança, qual a massa total de todos os objetos presentes no saco?

### **Atividade 4: Aplicando a unidade de medida**

A determinação da quantidade de “coisas” pode ser realizada utilizando diferentes unidades de medida. Como estudado nas atividades anteriores, a quantificação pode ser realizada em massa, em volume ou em numerosidade. Para cada tipo de “coisa” existe uma unidade que é mais adequada às suas características.

4.1 Utilizando as hipóteses levantadas na atividade anterior, quantas moléculas de vitamina C, em unidades, existem no frasco do Vita-C Mais?

As substâncias são formadas por uma coleção extremamente numerosa de entidades elementares, como os átomos, as moléculas ou as fórmulas. Esta reunião de entidades é chamada de numerosidade. Dessa forma, toda amostra macroscópica de uma determinada substância apresenta três propriedades intrínsecas: massa,

volume e numerosidade. Qual seria a unidade de medida mais adequada para a determinação do número de moléculas de vitamina C? Seria a dúzia? Ou a grossa?

Em 1969, ocorreu a definição do mol, que foi a unidade de medida criada para a determinação da quantidade de matéria em numerosidade de entidades elementares:

***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.***

Em 1971, na 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), o mol foi incluído no sistema internacional de Unidades (SI) para a grandeza quantidade de matéria. A tabela 2 apresenta, segundo o SI, todas as grandezas de bases e suas unidades de medida.

Tabela 2: Grandezas bases e suas unidades de medida segundo o SI

Grandeza de base		Unidade de base	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
Comprimento	$l, h, r, x$	Metro	m
Massa	$m$	Quilograma	kg
Tempo, duração	$t$	Segundo	s
Corrente elétrica	$i$	Ampere	A
Temperatura termodinâmica	$T$	Kelvin	K
Intensidade luminosa	$I_v$	Candela	cd
<b>Quantidade de matéria</b>	<b><math>n</math></b>	<b>Mol</b>	<b>mol</b>

Fonte: Sistema Internacional de Unidades: SI, INMETRO/CICMA/SEPIN (2012). Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si\\_versao\\_final.pdf](http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2021.

A quantidade de matéria é a grandeza macroscópica utilizada para contar unidades elementares (átomos, moléculas, íons, entre outros), e o mol sua unidade de medida.

O mol é a “dúzia dos químicos”. É a única unidade de medida referente à numerosidade utilizada pela comunidade científica, pois expressa uma magnitude extremamente elevada. Mas, quanto vale o mol?

Experimentalmente, verificou-se que o número de entidades elementares por unidade de matéria é  $6,02214 \times 10^{23}$ . Esse número é chamado de Constante de Avogadro.

**1 dúzia de ovos → 12 ovos**  
**1 grossa de ovos → 144 ovos**  
**1 mol de ovos →  $6,02214 \times 10^{23}$  ovos**

Nos cálculos realizados com a Constante de Avogadro é comum a sua aproximação para o número  $6 \times 10^{23}$ , portanto esse será o valor adotado a partir de agora.

Como estudado nas atividades anteriores, existe uma relação proporcional entre massa e numerosidade, dessa forma, podemos dizer que:

**1 mol de ovos →  $6 \times 10^{23}$  ovos**  
**1 mol de átomos →  $6 \times 10^{23}$  átomos**  
**2 mol de átomos →  $2 \cdot 6 \times 10^{23}$  átomos →  $12 \times 10^{23}$  átomos**  
**1 mol de moléculas →  $6 \times 10^{23}$  moléculas**  
**0,5 mol de moléculas →  $0,5 \cdot 6 \times 10^{23}$  moléculas →  $3 \times 10^{23}$  moléculas**  
**1 mol de cátions →  $6 \times 10^{23}$  cátions**  
**6 mol de cátions →  $6 \cdot 6 \times 10^{23}$  cátions →  $36 \times 10^{23}$  cátions**

### **Atividade 5: Viajando do macroscópico para o microscópico**

Acabamos de estudar que a quantificação de “coisas”, realizada pela comunidade científica, é feita através do mol e da Constante de Avogadro e baseia-se nas entidades elementares de que são formadas. Qual a constituição da vitamina C? Para que possamos compreender a constituição da vitamina C e, assim, responder à questão inicial, que tal investigarmos um pouco mais?

5.1 Nas feiras livres os produtos são vendidos de diferentes formas. Alguns são vendidos na unidade (peça), na dúzia ou considerando sua massa. Esses produtos diferem não apenas na forma de serem vendidos, mas em sua composição. Muitos deles são constituídos de casca, polpa e sementes. Outros apresentam a polpa dividida em gomos e ainda tem aqueles que não tem semente. Independente da

maneira que são constituídos é possível determinar sua quantidade em relação à diferentes entidades.



Fonte: Adaptado de: <a href="https://www.freepik.com/vectors/background">Background vector created by pikisuperstar -

Assim como em nosso cotidiano, no mundo microscópico essa análise também pode ser realizada. Em grupo, vocês discutirão as questões propostas e elaborarão uma forma de explicar à professora e aos demais colegas de turma as respostas obtidas. A apresentação deverá conter:

- As perguntas discutidas
- Desenho ou imagem ou ilustração que represente as respostas alcançadas

Questões que serão respondidas por cada grupo:

Grupo	Questões
1	<p>a) Quantos gomos e sementes existem em 2 dúzias de laranjas? Considere que todas as laranjas são idênticas.</p> <p>b) Quantas rodas existem em 1 mol de carros?</p> <p>c) Quantos átomos de oxigênio existem em <math>1,2 \times 10^{25}</math> moléculas de gás carbônico (<math>\text{CO}_2</math>)?</p>
2	<p>a) Qual a massa e quantas sementes existem em 5 dúzias de limão. Considere que um limão tenha uma massa de 50 g e todos são idênticos.</p> <p>b) Quantos mols de mãos existem em <math>30 \times 10^{23}</math> dedos?</p> <p>c) Quantas moléculas existem em 5 mol de amônia (<math>\text{NH}_3</math>)?</p>
3	<p>a) Quem tem maior massa, 1 dezena de banana ou 1 dezena de uva? Por que isso acontece? Considere que todas as bananas e uvas são idênticas.</p> <p>b) Qual a massa correspondente à <math>6 \times 10^{24}</math> canetas? Considere que uma caneta tenha uma massa de 1,2 g e todas são idênticas.</p> <p>c) Considere a existência de <math>1,2 \times 10^{23}</math> átomos de carbono, <math>3,6 \times 10^{23}</math> átomos de hidrogênio e <math>6 \times 10^{22}</math> átomos de oxigênio. Quantos mols de etanol (<math>\text{C}_2\text{H}_6\text{O}</math>) podem ser formadas?</p>



4	<p>a) Uma pessoa comprou 5 kg de laranja e 5 kg de limão. Considerando que todas as laranjas e limões são idênticos e que a massa de uma laranja é de 200 g e a de um limão é 50 g, a pessoa comprou, em unidades, mais laranjas ou mais limões?</p> <p>b) Quantas rodas dianteiras existem 5 mol de triciclo?</p> <p>c) Em um recipiente existe uma certa quantidade de água pura. Considerando a existência de <math>6 \times 10^{23}</math> átomos de oxigênio, quantos mols de água existem?</p>
5	<p>a) Uma pessoa possui 300 gomos de laranja e 1 kg de uva. Considerando que todas as laranjas e uvas são idênticas e que a massa de uma uva é de 5 g, a pessoa comprou, em unidades, mais laranjas ou mais uvas?</p> <p>b) Considere a existência de <math>12 \times 10^{21}</math> rodas. Quantos mols de bicicleta existem?</p> <p>c) Em dois recipientes idênticos e distintos, possuem uma certa quantidade de ácido sulfúrico e ácido fosfórico. Considerando que os recipientes apresentam o mesmo número de átomos de hidrogênio, qual deles tem o maior número de moléculas?</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

5.2 Qual a relação entre a quantidade de matéria e o número de entidades? E entre a quantidade de matéria e a massa?

Para uma determinada amostra de substância, sua massa é diretamente proporcional à sua quantidade de matéria. A constante de proporcionalidade entre essas duas grandezas é chamada de massa molar (M).

**Massa molar (M) é a massa, em gramas, que contém  $6 \times 10^{23}$  entidades (1 mol)**

Como determinar a massa molar? Essa grandeza está associada às massas atômicas (MA) disponíveis na tabela periódica. Para um determinado elemento químico, a massa atômica corresponde à massa molar. Para uma substância, a massa molar será o somatório das massas atômicas.

$$M_{Al} = 27 \rightarrow M_{Al} = 27 \text{ g/mol} \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mol de átomos de alumínio pesa } 27 \text{ g} \\ 1 \text{ mol de átomos de alumínio corresponde a } 6 \times 10^{23} \text{ átomos} \end{array} \right.$$

$$M_{H_2O} = 2 \times M_{H} + M_{O} \Rightarrow M_{H} = 1; M_{O} = 16$$

$$M_{H_2O} = 2 \times 1 + 16 \Rightarrow M_{H_2O} = 18$$

$$M_{H_2O} = 18 \text{ g/mol} \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mol de moléculas de água pesa } 18 \text{ g} \\ 1 \text{ mol de moléculas de água corresponde a } 6 \times 10^{23} \text{ moléculas} \end{array} \right.$$

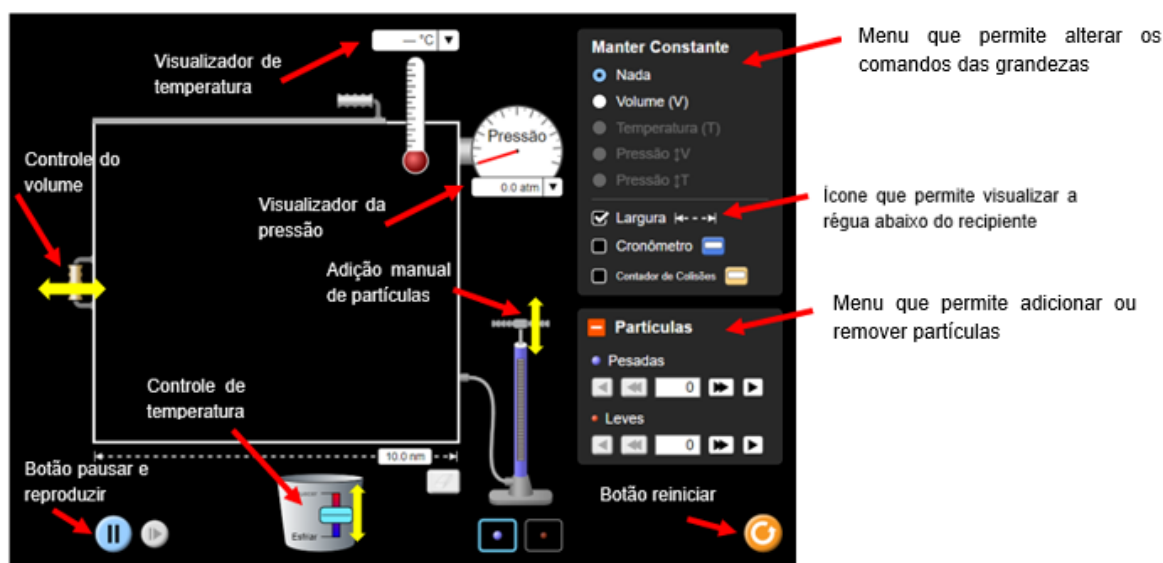
### Atividade 6: Usando um simulador

A variedade de substâncias presentes em nosso cotidiano é enorme. Nas condições ambientes, elas podem existir nos estados sólido, líquido ou gasoso. Como estudado anteriormente, independente do seu estado físico, uma amostra macroscópica de determinada substância apresenta três grandezas a ela associada: a massa, o volume e o número de entidades. Determinar essas grandezas de substâncias que estejam no estado sólido ou líquido não é uma tarefa difícil, mas não podemos dizer o mesmo quando ela se encontra no estado gasoso. O que dificulta essa determinação? Quais fatores podem influenciar nessa determinação?

6.1 Com a ajuda de um simulador, vamos investigar os fatores que influenciam essa determinação.

1. Acessar o site que apresenta a simulação “Gases: Introdução” ([https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html)).
2. Clicar no ícone “Leis”.

A figura a seguir apresenta os principais comandos do simulador.



Fonte: Adaptado de <[https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html)>. Acesso em: 09 abr. 2021.

### ➤ 1ª simulação:

1. Configure o simulador seguindo os seguintes passos:

- No menu “Partículas”, adicione 50 partículas pesadas clicando na seta dupla (caso queira, pode adicionar as partículas acionando a bomba manual que se encontra ao lado do recipiente)
- No menu “Manter Constante”, marque a opção “Temperatura (T)”, para mantê-la constante em 300 K (27 °C).
- Marque a opção “Largura” para visualizar a régua abaixo do recipiente.
- No controlador do volume, deixe o recipiente com a largura de 5 nm.

**OBSERVAÇÃO:** A informação dada pelo simulador é a largura do recipiente e não o seu volume. Para encontrar o volume, deve-se realizar a seguinte operação matemática:  $V = (\text{largura})^3$

2. No visualizador da pressão, observe e anote, na tabela 1, o valor médio encontrado.
3. Usando o controle do volume, varie a largura do recipiente de 2 em 2 nm até atingir 15 nm, anotando os valores médios de pressão para cada caso.

Tabela 1: Valores de volume e pressão, para 50 partículas, à temperatura de 300 K  
(27 °C)

Largura do recipiente (nm)	Volume do recipiente (nm <sup>3</sup> )	Pressão (atm)

4. Repita os procedimentos anteriores, alterando o número de partículas para 100. Anote os resultados na tabela 2.

Tabela 2: Valores de volume e pressão, para 100 partículas à temperatura de 300 K  
(27 °C)

Largura do recipiente (nm)	Volume do recipiente (nm <sup>3</sup> )	Pressão (atm)

5. Construa o gráfico de pressão x volume, representando no mesmo gráfico, os dados obtidos para 50 e 100 partículas.
6. Analisando os dados obtidos a partir da simulação, o que se pode concluir?
7. Comparando-se os resultados das tabelas 1 e 2, o que se pode concluir?

➤ **2ª simulação:**

1. Clique no botão reiniciar
2. Configure o simulador seguindo os seguintes passos:

- No menu “Manter Constante”, marque a opção “Nada”.
  - Marque a opção “Largura” para visualizar a régua abaixo do recipiente.
  - No controlador do volume, deixe o recipiente com a largura de 5 nm.
  - No menu “Manter Constante”, marque a opção “Volume (V)”, para mantê-lo constante.
  - No menu “Partículas”, adicione 50 partículas pesadas clicando na seta dupla (caso queira, pode adicionar as partículas acionando a bomba manual que se encontra ao lado do recipiente)
3. No visualizador da pressão, observe e anote, na tabela 3, o valor médio encontrado para a temperatura de 300 K.
  4. Usando o controle de temperatura, varie a temperatura de 100 em 100 K até atingir 600 K, anotando os valores médios de pressão para cada caso.

Tabela 3: Valores de temperatura e pressão, para 50 partículas, à volume constante.

<b>Temperatura (K)</b>	<b>Pressão (atm)</b>

5. Repita os procedimentos anteriores, alterando o número de partículas para 100. Anote os resultados na tabela 4.

Tabela 4: Valores de temperatura e pressão, para 100 partículas, à volume constante.

<b>Temperatura (K)</b>	<b>Pressão (atm)</b>

6. Construa o gráfico de pressão x temperatura, representando no mesmo gráfico, os dados obtidos para 50 e 100 partículas.
7. Analisando os dados obtidos a partir da simulação, o que se pode concluir?
8. Comparando-se os resultados das tabelas 3 e 4, o que se pode concluir?

➤ **3ª simulação:**

1. Clique no botão reiniciar.
2. Configure o simulador seguindo os seguintes passos:
  - No menu “Manter Constante”, marque a opção “Nada”.
  - Marque a opção “Largura” para visualizar a régua abaixo do recipiente.
  - No controlador do volume, deixe o recipiente com a largura de 5 nm.
  - No menu “Partículas”, adicione 50 partículas pesadas clicando na seta dupla (caso queira, pode adicionar as partículas acionando a bomba manual que se encontra ao lado do recipiente)
  - No menu “Manter Constante”, marque a opção “Pressão  $\uparrow T$ ”, para mantê-la constante no valor indicado no visualizador de pressão.
3. No visualizador da temperatura, observe e anote, na tabela 5, o valor médio encontrado.
4. Usando o controle do volume, varie a largura do recipiente de 2 em 2 nm até atingir 15 nm, anotando os valores de temperatura para cada caso.

**OBSERVAÇÃO:** A informação dada pelo simulador é a largura do recipiente e não o seu volume. Para encontrar o volume, deve-se realizar a seguinte operação matemática:  $V = (\text{largura})^3$

Tabela 5: Valores de volume e temperatura, para 50 partículas, à pressão constante.

Largura do recipiente (nm)	Volume do recipiente (nm <sup>3</sup> )	Temperatura (K)

5. Repita os procedimentos anteriores, alterando o número de partículas para 100. Anote os resultados na tabela 6.

Tabela 6: Valores de temperatura e pressão, para 100 partículas, à pressão constante.

Largura do recipiente (nm)	Volume do recipiente (nm <sup>3</sup> )	Temperatura (K)

6. Construa o gráfico de volume x temperatura, representando no mesmo gráfico, os dados obtidos para 50 e 100 partículas.
7. Analisando os dados obtidos a partir da simulação, o que se pode concluir?
8. Comparando-se os resultados das tabelas 5 e 6, o que se pode concluir?

6.2 Considerando os resultados obtidos, quais são as variáveis de um gás? Como elas se relacionam?

Como foi possível observar, a pressão, o volume, a temperatura e o número de entidades de um gás estão relacionados de modo que se um deles for alterado, todos também irão variar. Dessa forma, a equação matemática que relaciona essas variáveis dos gases é conhecida como Equação de Clayperon e pode ser expressa da seguinte forma:

$$PV = nRT$$

**R** – constante universal dos gases ideais (R = 0,082 atm.L/mol.K)

6.3 A imagem a seguir, representa 3 balões de aniversário idênticos e submetidos às mesmas condições de temperatura e pressão: 273 K e 1 atm



Fonte: Adaptado de: <a href='https://www.freepik.com/photos/background'>Background photo created by freepik - [www.freepik.com](https://www.freepik.com)</a>. Acesso em: 09 abr. 2021.

6.3.1 Considerando a equação de Clayperon e os dados apresentados na imagem, qual o volume, em litros, ocupado por cada um dos gases?

6.3.2 Considerando os resultados obtidos, como gases diferentes poderiam ocupar o mesmo volume?

A história da ciência relata os esforços que vários cientistas tiveram para explicar como gases se combinavam em uma reação química. Gay-Lussac e Amedeo Avogadro foram os cientistas, cujas ideias contribuíram para o avanço dessa parte da ciência. A Lei volumétrica de Gay-Lussac e a Hipótese de Avogadro permitiram a construção da relação entre o volume de um gás e o seu número de entidades, que levaria à definição de uma nova grandeza.

De acordo com a Lei de Gay-Lussac e a Hipótese de Avogadro, para uma determinada amostra de substância gasosa, seu volume é diretamente proporcional à sua quantidade de matéria. A constante de proporcionalidade entre essas duas grandezas é chamada de volume molar ( $V_m$ ).

***Volume molar ( $V_m$ ) é o volume ocupado por  $6 \times 10^{23}$  entidades (1 mol) de qualquer gás, a uma certa temperatura e pressão***

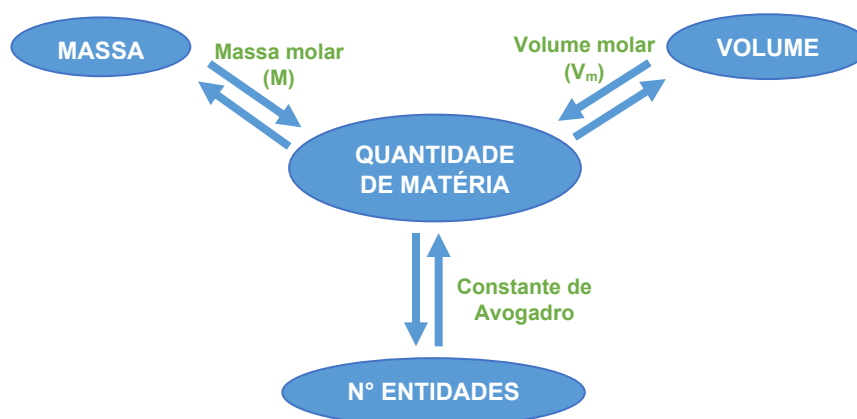
À 273 K (0 °C) e 1 atm (aproximadamente 100 kPa), ou seja, nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), o volume molar de um gás será igual a 22,4 L/mol.



## ➤ Aplicando os novos conhecimentos

### Atividade 7: É hora de (re)contar

Nas atividades anteriores, você estudou as propriedades intrínsecas da matéria massa, volume e número de entidades. Além disso, discutiu-se as suas relações a partir das constantes de proporcionalidade massa molar ( $M$ ), volume molar ( $V_m$ ) e Constante de Avogadro, conforme ilustra a figura a seguir.



Fonte: Elaborado pela autora.

Nesta atividade, vamos aplicar essas relações a amostras de diferentes substâncias.

7.1 Utilizando a tabela periódica e as amostras apresentadas, complete a tabela 1.

Dados:

- Densidade da água =  $1 \text{ g/cm}^3$
- Densidade do álcool etílico =  $0,8 \text{ g/cm}^3$

Tabela 1 – Relações de massa de alguns materiais

Nº	Amostra	Massa molar (g/mol)	Massa da amostra (g)	Quantidade de matéria (mol)	Número de entidades (átomos, moléculas ou íons)
1	Cobre metálico				
2	Água				

3	Álcool etílico				
4	Alumínio metálico				
5	Óxido de cálcio				
6	Cloreto de sódio				
7	Sacarose				

7.1.1 O que as amostras apresentam em comum?

7.1.2 Qual o número de ânions presente na amostra 6.

7.1.3 Qual o número de cátions presente na amostra 5.

7.1.4 Qual o número de átomos de hidrogênio presente na amostra 3.

7.1.5 Considere duas amostras, de mesma massa, de água e álcool. Elas apresentarão o mesmo número de moléculas? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

7.1.6 A sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) é a substância utilizada em nosso cotidiano para adoçar os alimentos. Considerando que para adoçar uma xícara de café seja necessária a adição de 1 colher de sopa (15 g) de sacarose, quantas moléculas foram utilizadas?

### ➤ Refletindo sobre o que foi aprendido

#### Atividade 8: O que aprendi?

Não basta compreender, é preciso saber comunicar aos outros. A compreensão de determinado conceito deve ir além da resolução de exercícios ou a aplicação em situações problema. Uma das formas de se avaliar o que realmente se aprendeu é a construção de esquemas e textos que abordam os conteúdos trabalhados. Portanto, este é o momento de avaliarmos todo o processo de construção e aplicação da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol.

8.1 Os mapas mentais são diagramas que permitem a estruturação de ideias de forma lógica e organizada. A representação dos conceitos é feita de forma visual potencializando o processo de aprendizagem. Sua construção permite que a compreensão acerca de um conjunto de ideias possa ser expressa de forma clara, objetiva e interligada.

8.1.1 Considerando os conceitos construídos ao longo das atividades propostas, elabore um mapa mental que contemple o conteúdo de quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol. Para isso, vocês podem utilizar de aplicativos *online* tais como o *Coggle*, o *Mindmeister*, o *Miro* ou algum outro de sua preferência. Caso queira, ele também poderá ser construído à mão.

8.2 A veracidade das informações que circulam ao nosso redor é de extrema importância, pois determinam muitas das nossas escolhas, que, de certa forma, podem ser benéficas ou maléficas à nossa vida. Iniciamos este conjunto de atividades com o rótulo e as questões a seguir: Considerando apenas esse rótulo, o que podemos dizer sobre a veracidade das suas informações? Como podemos avaliar se a informação está correta?



Com base nos conceitos construídos ao longo desta sequência de ensino, redija, em grupo, um texto dissertativo-argumentativo, com base na norma-padrão da língua portuguesa, respondendo às questões iniciais. É importante salientar que nesse texto, o uso de dados e conceitos científicos devem estar presentes, assim como, a quantidade de moléculas de vitamina C existente no frasco do produto. Considere que a densidade do produto é 1 g/mL.

## 12.6 Sequência de ensino – versão professor

Universidade Federal de Minas Gerais

Faculdade de Educação

Promestre – Educação e Docência

# QUANTIFICANDO “COISAS”

Raquel Malta

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	150
2. A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	152
3. A SEQUÊNCIA DE ENSINO E A BNCC DO ENSINO MÉDIO .....	159
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	165
5. REFERÊNCIAS .....	167
6. A SEQUÊNCIA DE ENSINO.....	168

## 1. INTRODUÇÃO

Caro professor,

Este material corresponde a um conjunto de atividades, que aqui denominaremos como sequência de ensino, que foi elaborado para o desenvolvimento em sala de aula presencial ou remota, do tema quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol. Esse conteúdo foi escolhido por se tratar de um assunto que apresenta um elevado grau de dificuldade tanto por parte dos estudantes quanto pelos professores.

A elaboração do material baseou-se nos princípios do ensino por investigação e na alfabetização científica, por acreditar que, uma participação ativa do estudante no processo de construção do conhecimento permite o desenvolvimento de novas habilidades e uma compreensão mais abrangente dos fenômenos ao seu redor. Atrelado a isso, sabemos que cada dia mais eles estão inseridos em um meio onde as tecnologias integram suas rotinas, por isso o desenvolvimento de atividades mediadas pelas tecnologias da informação e comunicação (TICs) se tornaram imprescindíveis.

A sequência de ensino aqui proposta, foi elaborada e desenvolvida para ser aplicada pela própria autora, na escola em que leciona, na rede privada de Contagem, a seus estudantes da 2ª série do Ensino Médio. O cenário vivido no momento da elaboração das atividades era o ensino remoto. O mundo vivenciava a pandemia do Coronavírus em que a sociedade vivia em isolamento social. Diante disso, houve a necessidade em se adaptar as atividades para essa nova realidade. A utilização de aplicativos digitais que permitiam a interação entre os estudantes e entre o professor e os estudantes esteve presente em diversos momentos.

A criação das atividades que compõem a sequência de ensino baseou-se nas fases de ensino, segundo Aguiar Junior (2005), e teve como eixos norteadores as dificuldades de aprendizagem em relação ao tema quantidade de matéria e sua unidade de medida apresentadas por Rogado (2004) e Rocha-Filho (1988), e os trabalhos de Carvalho (2013), Sasseron (2013) e Sasseron (2015) e Moran (2000) em relação ao ensino por investigação, a alfabetização científica e as TICs, respectivamente. As atividades propostas são bem diversificadas e abordam desde pesquisas em grupos, uso de simulador, atividades experimentais, entre outras. É

importante ressaltar que, o desenvolvimento da sequência de ensino foi fundamentado nos pressupostos citados anteriormente, portanto a problematização está presente em todas as atividades, buscando responder à questão proposta inicialmente.

O quadro 1 apresenta uma síntese das atividades que envolvem o tema quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol, propostas na sequência de ensino “A quantificação das coisas”.

Quadro 1: Descrição das atividades que compõem a sequência de ensino.

<b>Fase de ensino</b>	<b>Atividade</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Previsão do número de aulas* que serão utilizadas</b>
Problematização inicial	Atividade 1: Será que é verdade?	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Introduzir e contextualizar a temática proposta.</li> <li>● Discutir as concepções prévias em relação à quantidade de matéria</li> </ul>	01
Desenvolvimento da narrativa	Atividade 2: Quanto tem aqui?	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Resgatar os conceitos de grandeza e unidade de medida.</li> <li>● Investigar unidades de medidas não padronizadas.</li> <li>● Discutir o significado do termo quantidade.</li> </ul>	03
	Atividade 3: Criando uma unidade de medida	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Criar um padrão para a quantificação de “coisas” e aplicar em situações-problema.</li> </ul>	02
	Atividade 4: Aplicando a unidade de medida	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conceituar mol e massa molar.</li> <li>● Determinar a Constante de Avogadro.</li> </ul>	02
	Atividade 5: Viajando do macroscópico para o microscópico	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Investigar a relação entre quantidade de matéria, massa e número de entidades.</li> </ul>	02

	Atividade 6: Usando um simulador	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Avaliar como as variáveis de um gás se relacionam.</li> <li>● Conceituar volume molar.</li> </ul>	03
Aplicando os conhecimentos	Atividade 7: É hora de (re)contar...	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Relacionar a quantidade de matéria com massa, volume e número de unidades.</li> </ul>	02
Reflexão sobre o que foi aprendido	Atividade 8: O que aprendi?	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sistematizar os conceitos trabalhados na forma de esquema e texto.</li> </ul>	01

\* Aula de 50 minutos.

Fonte: Elaborado pela autora.

As adequações nos processos de ensino e aprendizagem precisam ir além das ações praticadas pelos estudantes e professores. Não basta ter um ensino em que o protagonismo do estudante seja praticado. O planejamento das atividades deve permitir o desenvolvimento de competências e habilidades, como proposto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a partir de um currículo concebido através de áreas do conhecimento e não disciplinar. Diante desses fatos, a sequência de ensino proposta atende à essas novas demandas da educação. Cada atividade foi construída com o objetivo de desenvolver determinadas competências gerais da Educação Básica, assim como, competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Uma síntese com as principais ideias dos referenciais teóricos utilizados na elaboração das atividades será apresentada adiante. Nesse material serão apresentados os eixos norteadores do ensino por investigação e da alfabetização científica. Complementado essas ideias, será apresentado como as TICs podem ser utilizadas para a mediação do processo de ensino e aprendizagem.

## **2. A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Ensino por investigação**

À medida que o tempo passa os seres humanos se transformam, o planeta se modifica e os estudantes também. O ensino transmissivo, que era comum em décadas atrás, já não se encaixa no perfil dos estudantes atuais. A mudança na forma de ensinar precisa acontecer. O foco do processo de ensino e aprendizagem não pode



mais estar centrado na ação do professor de modo que o aluno seja um mero espectador e receptor de informação. Diante desses fatos, surge o ensino por investigação que propõe que o estudante participe ativamente desse processo de construção de forma a se tornar o protagonista dessa ação escolar.

Levando-se em consideração o ensino por investigação, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018, p. 320) diz que

O processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado as situações didáticas planejadas ao longo de toda educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem.

Pesquisas mostram que quando os estudantes participam de processos de ensino baseados em investigações científicas aprendem mais e desenvolvem melhor os conceitos associados (Azevedo, 2004). Esse processo investigativo permite um estreitamento dos saberes escolares e dos saberes científicos aproximando dos estudantes as práticas realizadas pelos cientistas.

Azevedo (2004, p.20) relata que “o objetivo é levar os alunos a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos.”

Segundo a mesma autora, uma atividade para ser considerada investigativa deve ter sua ação centrada no estudante e não deve se limitar a observação ou manipulação de dados. É necessário que a atividade possibilite as ações de refletir, discutir, explicar e relatar os resultados de modo que se aproxime das características de uma investigação científica.

Essa investigação deve fazer sentido, ter um significado para despertar o interesse e o engajamento dos estudantes. Diversas são as formas de se propor um ensino por investigação. Dentre as práticas possíveis podemos citar as demonstrações investigativas, o laboratório aberto, as questões abertas e os problemas abertos. Quaisquer que sejam as atividades investigativas propostas, partirão do pressuposto da resolução de um problema. A problematização inicial é *sine qua non* para o ensino baseado na investigação. A solução do problema proposto inclui o seu reconhecimento e as ações que serão necessárias para sua resolução e permitirá o desenvolvimento de diversas habilidades como o raciocínio e a argumentação.

Os papéis desempenhados tanto pelo professor quanto pelo estudante são modificados no ensino baseado na investigação. O professor deixa de ser um transmissor e o estudante o receptor. Novas habilidades serão desenvolvidas em cada um deles. Para o professor não basta dominar o conteúdo, é necessário desenvolver a capacidade de formular perguntas que sejam desafiadoras e proporcionem questionamentos de tal forma que o estudante sinta que suas ideias são respeitadas e parte integrante do processo de construção do conhecimento.

Segundo Carvalho (2013), não é possível iniciar uma aula ou até mesmo um novo conteúdo sem antes investigar o que os estudantes já sabem ou como compreendem determinado assunto. É com base nos conhecimentos cotidianos e na proposição de novas situações que os estudantes terão condições de construir novos conhecimentos. Complementando as ideias defendidas por Carvalho (2013), Capecchi (2013) relata que a problematização é uma forma de superar as ideias fundadas no senso comum. É uma maneira de utilizar o cotidiano para criar os questionamentos e as ferramentas para se construir as respostas, aproximando o estudante das práticas científicas, ao mesmo tempo que proporciona um processo de construção ao invés de algo que já vem pronto e acabado.

As atividades investigativas devem ser capazes de, a partir de questões desafiadoras, criar situações de aprendizagem que estimulem o interesse e a curiosidade científica dos estudantes, possibilitando-os a definição de problemas, o levantamento, a análise e a apresentação de resultados; a comunicação de conclusões e a proposição de intervenções (BNCC, 2018).

Diante desses fatos, a investigação em sala de aula, deve permitir não só que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais para explicar o fenômeno, mas que possibilitem a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias e a construção de modelos (SASSERON, 2015).

## **7.2 Alfabetização científica**

O planejamento de ensino é uma prática comum e necessária a todos os professores. Nesse processo, muitas vezes, o que mais se preocupa é com o que será ensinado, enquanto o como e o porquê quase nunca estão em primeiro plano. O

conteúdo pelo conteúdo é mais latente que os objetivos que se almeja alcançar, as habilidades que se deseja desenvolver ou aprimorar e as estratégias que permitirão todo esse processo. Apesar do discurso frequente que as práticas docentes adotadas visam a aproximação daquelas realizadas pela comunidade científica, permitem a compreensão dos fenômenos ao seu redor e a aplicação a novas situações, o que se observa é muito diferente. Pouco se aproveita das experiências anteriores dos estudantes e menos ainda são estimulados a aplicar em novas situações.

A área de Ciências da Natureza, assim como as demais, deve se comprometer com a formação dos jovens para o enfrentamento da contemporaneidade, com uma educação integral e com formação cidadã. Deve dar condições de exercitar o pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo e tomar decisões éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema (BNCC, 2018). É cada vez mais propiciar aos estudantes a aproximação das práticas escolares das práticas científicas.

Segundo Sasseron (2013), uma aula de Ciências cujo planejamento e execução seja capaz de permitir que os estudantes compreendam os conhecimentos científicos e os processos tecnológicos ao seu redor, capacitando-os a tomarem decisões ligadas as consequências que isto pode gerar para sua vida, para a sociedade e para o ambiente é um ensino cujo objetivo é a alfabetização científica. É o processo que permite discutir temas relacionados as Ciências, como estão presentes e de que forma influenciam a vida de cada um e da sociedade, além de refletir as consequências que podem ser geradas ao ambiente.

Dessa forma, o ensino de Ciências deve ir além de um conjunto de conteúdos a serem transmitidos. Deve ser planejado e executado de forma que o estudante seja envolvido no processo e nas práticas do fazer ciência da comunidade científica, ou seja, o ensino deve priorizar os processos investigativos, as interações discursivas e a comunicação de ideias.

Apesar das discussões acerca de qual nome se deve adotar, a alfabetização científica nas aulas de ciências tem como objetivo a capacitação dos indivíduos para que, temas e situações envolvendo as ciências sejam analisados e avaliados a partir de conhecimentos científicos e culminem com a tomada de decisão e posicionamento. Assim como a própria ciência, a alfabetização científica não acaba após certo tempo, ela é um processo contínuo e deve estar sempre em construção envolvendo novas

situações, novos conhecimentos, novas decisões e novos posicionamentos (SASSERON, 2015).

Segundo Sasseron (2013), a alfabetização científica tem como objetivo o desenvolvimento de certas habilidades que foram agrupadas em blocos, e estes nomeados de *Eixos estruturantes da Alfabetização Científica*. Esses eixos serão capazes de fornecer as bases necessárias para a elaboração do planejamento e das aulas que permitirão o desenvolvimento da alfabetização científica. São eles: (a) a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos; (b) a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e (c) o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Não necessariamente os três eixos estarão presentes em todas as aulas, mas é importante que eles sejam considerados ao longo do desenvolvimento de um determinado tema.

Um dos pressupostos da alfabetização científica é o de oferecer aos estudantes condições para a tomada de decisões diante de problemas reais relacionando-os com os conhecimentos científicos. O desenvolvimento de um posicionamento crítico diante de determinada situação ou tema proposto está relacionado ao processo de construção e comunicação de ideias, ou seja, a argumentação. Assim como a investigação, a argumentação é uma das ações que permite o estudante se aproximar da construção de um significado por meio das práticas da comunidade científica. É o fazer ciência. É a forma de divulgar, por meios orais e/ou gráficos, os conhecimentos gerados a partir de um processo investigativo. Para Sasseron (2015), a investigação e a argumentação são elementos da cultura científica, não se tratando apenas de uma metodologia ou uma abordagem educativa.

Considerando a importância dos processos investigativos e argumentativos no âmbito da cultura científica, a BNCC (BRASIL, 2018, p. 537) defende que a área de Ciências da Natureza deve

Criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens **específicas**.

Diante disso, é possível, com um planejamento claro, organizado e bem estruturado, propiciar a aproximação da cultura escolar da cultura científica

permitindo, assim, a partir de práticas investigativas e argumentativas, a alfabetização científica dos estudantes.

### **7.3 Tecnologias da informação e comunicação (TICs)**

Ela chegou de mansinho, de forma tímida e discreta e, aos poucos, foi ganhando espaço e familiaridade. Vivemos muito tempo sem sua presença e hoje não nos imaginamos sem ela. Facilitou as formas de comunicação. Permitiu a aproximação mantendo a distância. Simplificou o que parecia impossível. A responsável por essa mudança na vida das pessoas é a tecnologia. Cada vez mais presente na vida cotidiana das pessoas, as “novas tecnologias” mudaram a forma de ser e agir da sociedade atual em diversas áreas, inclusive a acadêmica. Estamos vivenciando a era das tecnologias da informação e da comunicação, as chamadas TICs.

Os processos de ensino e aprendizagem precisam se adequar a essas novas tecnologias. Novas formas de ensinar e aprender precisam ser incorporadas ao cotidiano das salas de aula. Nessa nova concepção, tanto professores quanto estudantes precisam se adaptarem as novas ferramentas. Elas não vão substituir o que temos praticado até o momento, e sim contribuir para adequação dos novos modos de ensinar e aprender de uma geração imersa a esse universo tecnológico.

As novas tecnologias não são a solução para o problema da educação, mas permitem ampliar as possibilidades de interação e engajamento em sala de aula. Segundo Moran (2000, p.12), “[...] se ensinar dependesse só de tecnologias, já teríamos achado as melhores soluções há muito tempo. Elas são importantes, mas não resolvem as questões de fundo”.

Atualmente, a questão mais importante a ser discutida no âmbito escolar não é o uso ou não das TICs, mas como elas podem ser usadas para potencializar os processos de ensino e aprendizagem. Não é, por exemplo, substituir o livro didático por sua versão digital, ou transformar o ambiente da sala de aula em um ensino à distância. É diversificar as práticas pedagógicas, utilizando as TICs como estratégias de interação e engajamento.

As formas de ensinar e aprender podem ser modificadas. Devemos praticar um ensino compartilhado, orientado, coordenado pelo professor, mas com participação

ativa dos estudantes, seja de forma individual ou coletiva, e com auxílio da tecnologia. É usufruir da flexibilidade espaço-temporal, pessoal e de grupo, com menos conteúdos fixos e processos mais abertos de pesquisa e de comunicação (MORAN, 2000).

O ensino baseado na transmissão de conhecimento não se adequa ao perfil de estudantes que estão totalmente imersos em uma era digital, em que a informação está disponível na tela do celular. O foco voltado para o professor não atende as novas demandas educacionais. Cada vez mais precisamos de ações pedagógicas que irão deslocar o centro da atenção do professor para o estudante. Os papéis mudam. O professor será o mediador e o estudante o protagonista do movimento de construção de significados. Nesse processo, as TICs permitirão novos recursos de mediação, criando possibilidades de interação entre os sujeitos pertencentes a essa ação.

Considerando os novos papéis assumidos pelo professor e pelo estudante e o processo de ensino-aprendizagem mediado pelas TICs, Masetto (2000, p. 143) destaca que

Num processo de aprendizagem o uso de tecnologias evidentemente também se alterará. Não se trata mais de privilegiar a técnica de aulas expositivas e recursos audiovisuais, mais convencionais ou mais modernos, que é usada para a transmissão de informações, conhecimentos, experiências ou técnicas. Não se trata de simplesmente substituir o quadro-negro e o giz por algumas transparências, por vezes tecnicamente mal elaboradas ou até maravilhosamente construídas num *power point*, ou começar a usar um *datashow*.

Os recursos a serem utilizados tem que estar de acordo com os objetivos que se deseja alcançar. Como uma sala de aula é um ambiente que apresenta um público diversificado de pessoas, com desenvolvimento de competências e habilidades em diferentes níveis, as ferramentas escolhidas devem ser as mais variadas possíveis e que se adequem aos objetivos propostos. A coerência entre as técnicas escolhidas e os novos papéis assumidos pelos professores e estudantes precisam existir de modo que permitam os processos de mediação, interação e engajamento.

Segundo Paula (2015), quando o foco pedagógico se encontra nas ações dos estudantes, uma análise das mediações possíveis de serem aplicadas se torna necessária. As TICs proporcionam novos recursos mediacionais, criando possibilidades e limitações para os sujeitos que as utilizam. Duas recomendações se tornam necessárias ao se utilizar as TICs como recurso mediacional. A primeira é a identificação das potencialidades e limitações de cada recurso específico que será utilizado pelos estudantes. A clareza dessas informações só é possível mediante

comparação de diferentes recursos. A segunda recomendação é a combinação de diferentes estratégias que façam uso ou não das TICs. Essa variedade de atividades pedagógicas permite diferentes mediações e amplia a possibilidade de engajamento dos estudantes que apresentam interesses e estilos de aprendizagem variados.

Sabendo que as TICs possibilitam processos de interação, permitindo que o estudante se torne o foco do desenvolvimento da construção de saberes, fica evidente o seu uso em atividades investigativas. Elas podem ser utilizadas desde a proposição das problematizações até a comunicação dos resultados, sendo que em cada momento do processo educativo se escolha ferramentas adequadas àquela situação.

### **3. A SEQUÊNCIA DE ENSINO E A BNCC DO ENSINO MÉDIO**

O mundo de hoje é muito diferente daquele de 10 ou 20 anos atrás. Estamos imersos em um universo cada vez mais tecnológico e dinâmico. A velocidade com que as informações são transmitidas é cada vez maior. As descobertas científicas permitiram avanços em diversas áreas do conhecimento alterando nossas ações, sejam elas cotidianas ou não. A forma como interagimos uns com os outros e como realizamos escolhas não são mais as mesmas. Apesar dessa evolução, a educação ainda ocorre, em sua maioria, da mesma maneira. O ensino baseado na transmissão de informações e dividido em diferentes disciplinas, que não se comunicam, ainda está muito presente. Essa educação pautada na fragmentação do conhecimento e sem considerar os desejos atuais e futuros dos jovens tem se tornado um funil no processo de formação dos estudantes.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo, que foi criado para definir as aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da sua trajetória escolar na Educação Básica. Ela é a referência nacional para a formulação dos currículos de todas as instituições escolares do país e trabalha na perspectiva do desenvolvimento de competências e habilidades (BNCC, 2018).

O Ensino Médio é a etapa de finalização da educação básica. É o momento de aprofundar os conhecimentos adquiridos ao longo do Ensino Fundamental, permitindo a inserção no Ensino Superior e no mundo do trabalho. No entanto, cada vez mais se observa o desinteresse dos jovens para o ensino praticado de forma fragmentada e que não os prepara para os novos desafios que serão impostos a ele. Diante desses

fatos, a BNCC relata que, em 2017, foi aprovada a Lei 13.415, que estabeleceu as regras de funcionamento do Novo Ensino médio, alterando o modelo único de currículo para um modelo diversificado e flexível, conforme descrito no Art. 36 da LDB a seguir (BRASIL, 2018, p. 468):

O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

- I – linguagens e suas tecnologias;
- II – matemática e suas tecnologias;
- III – ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV – ciências humanas e sociais aplicadas;
- V – formação técnica e profissional (LDB, Art. 36; ênfases adicionadas).

Essa nova organização do Ensino Médio, onde prevê a oferta de diferentes itinerários formativos, permite desde o aprofundamento acadêmico à formação profissional, favorecendo o protagonismo do estudante e os seus diversos interesses. Além disso, anuncia uma organização dos conteúdos por áreas do conhecimento ao invés do modo disciplinar praticado até então. (BNCC, 2018)

Assim como na Educação Infantil e no Ensino Fundamental, a BNCC do Ensino Médio baseia-se no desenvolvimento de competências e habilidades que irão orientar as aprendizagens essenciais e as dos itinerários formativos. É a etapa da consolidação, aprofundamento e ampliação das aprendizagens adquiridas nas etapas anteriores. Dessa forma, a partir de agora, os conteúdos devem ser trabalhados dentro de um contexto que faça sentido para os estudantes, que possam ser utilizados na compreensão de situações cotidianas e na resolução de problemas que o cercam.

A área de Ciências da Natureza e suas tecnologias têm como um dos seus pressupostos a compreensão dos fenômenos naturais e processos tecnológicos, a que os estudantes estão inseridos, permitindo, assim, a apropriação do fazer científico. Dessa forma, a BNCC diz que a área deve permitir que os estudantes investiguem, analisem e discutam situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além da compreensão e interpretação de leis, teorias e modelos aplicados a resolução de diferentes problemas. Diante disso, o ensino baseado nos pressupostos da BNCC deve ser contextualizado, investigativo e permitir a apropriação, por parte dos estudantes, das linguagens específicas da área utilizando



diferentes mídias e tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) (BNCC, 2018).

Considerando as regras do Novo Ensino Médio e as ideias defendidas pela BNCC, elaborou-se uma sequência de ensino sobre o tema quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol, que contemplasse o desenvolvimento de competências e habilidades pertencentes à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Como exposto anteriormente, era necessário a criação de um material que permitisse a resolução de problemas da vida cotidiana, ao mesmo tempo que desenvolvesse os processos investigativos, a aquisição de uma linguagem científica e permitisse a utilização das TDIC.

Na BNCC, considerando toda a Educação Básica, são listadas dez competências gerais, que se interrelacionam e se unem na construção de conhecimentos, no desenvolvimento de habilidades e na formação de atitudes e valores. Para a etapa do Ensino Médio, com relação a área de Ciências da Natureza são listadas três competências específicas com suas respectivas habilidades. Dentre essas competências gerais, específicas e habilidades, aquelas que serão contempladas nas atividades propostas são as descritas no quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Competências gerais, específicas e habilidades da BNCC contempladas na sequência de ensino.

<b>COMPETÊNCIA GERAL DA EDUCAÇÃO BÁSICA</b>	
<b>Número da competência na BNCC</b>	<b>Descrição da competência</b>
<b>2</b>	Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. <b>(Construção de conhecimento)</b>
<b>4</b>	Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e

	sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo. <b>(Desenvolvimento de habilidades)</b>	
5	Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. <b>(Competência comunicativa)</b>	
7	Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. <b>(Formação de atitudes e valores)</b>	
<b>COMPETÊNCIA ESPECÍFICA DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA</b>		<b>HABILIDADE</b>
<u>Competência específica 1</u>		
Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.		<b>(EM13CNT101)</b> Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

	<p><b>(EM13CNT104)</b> Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p>
<p><u>Competência específica 3</u></p> <p>Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p><b>(EM13CNT302)</b> Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.</p>

Fonte: Adaptado da BNCC (2018).

A habilidade EM13CNT104 aborda, entre outras coisas, a avaliação dos benefícios e riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição de diferentes materiais e produtos, assim como, a proposição de soluções de uso individual ou coletivo. Já a habilidade EM13CNT101 fala sobre a avaliação e representação de processos que envolvam, entre outras coisas, a quantidade de matéria em situações cotidianas e a sua utilização de forma sustentável e consciente. Considerando essas informações, podemos dizer que, para que seja possível a previsão do uso racional dos recursos naturais, é preciso que os estudantes sejam capazes de identificar e quantificar as substâncias participantes desses processos. O eixo norteador do

desenvolvimento dessas habilidades será a compreensão da necessidade da quantificação das partículas constituintes dos sistemas reacionais a partir de uma unidade de medida que seja adequada às características das espécies envolvidas.

Como mencionado anteriormente, é necessário que os estudantes se apropriem da linguagem científica. Essa apropriação vai além da compreensão das informações veiculadas em diferentes meios. É necessário comunicar aos outros esses saberes. O desenvolvimento da habilidade EM13CNT302, articulada às competências e habilidades anteriores, permite que os estudantes comuniquem os conhecimentos adquiridos de diferentes formas e para diferentes pessoas, além de poder, com argumentos científicos confiáveis, investigar situações-problema presentes em seu cotidiano de forma coerente, ética e responsável.

O quadro 3 apresenta em quais momentos da sequência de ensino as competências e habilidades citadas serão desenvolvidas.

Quadro 3: Competências geral e específica desenvolvida em cada atividade da sequência de ensino.

	Atividade*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Competência geral</b>								
2.Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.	x	x	x	x	x	x	x	x
4.Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.	x	x	x		x	x	x	x
5.Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.		x			x	x		x
7.Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com	x							x

posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.								
<b>Competência específica 1</b>								
(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.			x	x	x	x	x	
(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	x			x	x			x
<b>Competência específica 3</b>								
(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.		x	x		x	x		x

\*A numeração refere-se à sequência das atividades descritas no quadro 1.  
Fonte: Elaborado pela autora.

É importante ressaltar que todas as atividades propostas na sequência de ensino são pautadas na discussão de questões problematizadoras, que foram geradas a partir de uma questão principal. Portanto, várias competências e habilidades acabam sendo desenvolvidas, simultaneamente, durante essa caminhada e, por isso, muitas vezes, a percepção de qual habilidade está trabalhada em cada momento pode não ser tão clara.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de química, assim como de outras disciplinas, muitas vezes é pautado em um processo de mecanização e memorização de conceitos. A construção dos saberes, com a participação ativa dos estudantes, constantemente é ignorada. A proposição de um ensino em que os processos ocorram de forma mútua e colaborativa ainda é muito discreto. Apesar de estarmos inseridos em um meio no qual a tecnologia

está presente e faz parte de ações rotineiras, muitas vezes não é considerado no momento do planejamento e execução do ensino. Diante dessa realidade, a proposta de um conjunto de atividades que leve em consideração a existência do estudante e suas formas de pensar, comunicar e interagir são essenciais para o sucesso na aquisição de novos conhecimentos.

Segundo Sasseron (2015), o ensino das ciências deve ir além de um corpo de conhecimentos organizado e legitimado pela sociedade. Ele deve permitir que seus saberes transbordem as esferas de seus contextos de produção, oportunizando a construção de um entendimento sobre o mundo, os fenômenos naturais e os seus impactos em nossas vidas. É perceber que o mundo está em constante transformação e, por isso, a busca da construção de seus entendimentos deve ser permanente.

Criar situações que estimulem o processo investigativo e a aproximação dos saberes escolares com os saberes científicos, mediados pelas tecnologias da informação e comunicação, é uma das abordagens que devem ser utilizadas para que a aquisição de novos conhecimentos tenha valor, faça sentido e estimule os processos de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, a alfabetização científica permite, além da análise e avaliação de situações problema, a tomada de decisão e o posicionamento (SASSERON, 2015). Associado a um ensino em que o estudante é parte integrante do processo de construção dos saberes, a análise de informações a que são expostos e o desenvolvimento do senso crítico, enquanto ser integrante de uma sociedade, devem ser estimulados, de forma a contribuir com a formação integral do cidadão.

A análise e a avaliação de uma questão problematizadora decorrem a partir da exposição de diferentes pontos de vista, ou seja, a argumentação. Presente em diferentes momentos, promove as interações discursivas que ampliarão o pensamento e, conseqüentemente, o desenvolvimento intelectual. Portanto, considerando essas ideias, o desenvolvimento de um conjunto de atividades, que tem como eixo estruturante a resolução e a comunicação das ideias acerca de um determinado tema, origina um trabalho argumentativo expresso a partir de uma linguagem científica (SASSERON, 2015).

Nesse sentido, a sequência de ensino proposta foi planejada e desenvolvida de forma a propiciar momentos de investigação e argumentação com foco na alfabetização científica, permitindo, assim, a comunicação de ideias e a tomada de

decisão diante de uma situação problema. Além disso, a utilização das TICs permitiu que esses processos ocorressem de forma dinâmica e a partir de ferramentas que fazem parte do cotidiano desses estudantes, aproximando as situações vivenciadas nas salas de aula com aquelas que fazem parte da sua realidade.

Com a clareza dos objetivos que pretendem ser alcançados, o sucesso da sequência de ensino proposta dependerá do engajamento dos estudantes em cada etapa vivenciada. Os desdobramentos dos processos investigativos só serão efetivos se o protagonismo estudantil realmente acontecer. Para isso, o discurso, por parte do professor, para instigá-los a se envolverem nas situações propostas é de extrema relevância. Contudo, não basta o discurso, as interações entre os estudantes e entre o professor e os estudantes são cruciais para que os processos de construção dos conhecimentos realmente aconteçam e possam transformar tarefas em aprendizado.

## 5. REFERÊNCIAS

AGUIAR JUNIOR, O. **O planejamento do ensino**. Projeto Escolas – Referência. Módulo 2. SEEMG 2005. Disponível em: <<http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/concursos/psspmmc0217seducpdmodulo2planejamensino.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2019.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. *et al.* Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. 1ª edição. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 29 set. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 29 set. 2020.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: \_\_\_\_\_ (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

CAPECCHI, M. C. V. M. **Problematização no ensino de ciências**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

MASSETO, M. T. **Mediação pedagógica e o uso da tecnologia**. In: MORAN, J.; MASSETO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. 10ª edição. São Paulo: Papiros, 2000.

MORAN, J. **Mudar a forma de ensinar e de aprender: Transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial-virtual**. Revista Interações, São Paulo, 2000. vol. V, p.57-72. Disponível em: <[http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias\\_eduacacao/uber.pdf](http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/uber.pdf)>. Acesso em: 08 out. 2020.

MORAN, J. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas**. In: MORAN, J.; MASSETO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. 10ª edição. São Paulo: Papiros, 2000.

PAULA, H. F. **As tecnologias de informação e comunicação, o ensino e a aprendizagem de ciências naturais**. In: MATEUS, A. L. (Org.). Ensino de química mediado pelas TICs. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2015. P. 167-195.

ROCHA-FILHO, R. C. **Sobre o mol e seus afins: Uma proposta alternativa**. Química Nova, v.11, n. 4, p. 419-429, 1988. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol11No4\\_419\\_v11\\_n4\\_%2812%29.pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol11No4_419_v11_n4_%2812%29.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2019.

ROGADO, James. **A grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol: algumas considerações sobre dificuldades de ensino e aprendizagem**. Ciência e educação, v.10, n. 1, p. 63-73, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/05.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2020.

SASSERON, L. H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

## 6. A SEQUÊNCIA DE ENSINO

### ➤ **Problematização inicial**

*Ao professor:*

*Um dos objetivos da problematização inicial é despertar o interesse dos estudantes pelo tema que será estudado, além de permitir o levantamento das ideias prévias e o*



*engajamento nas atividades propostas. Esta atividade deve ser iniciada com a apresentação do contexto que norteará a questão problematizadora, enfatizando como essas ideias estão presentes em nosso cotidiano. Logo após, deve-se apresentar aos estudantes o rótulo que embasará a sequência de ensino e discutir as questões levantadas nos itens 1.1 e 1.2.*

### **Atividade 1: Será que é verdade?**

Em nosso dia a dia somos bombardeados por uma série de informações que nem sempre sabemos se são corretas. A propaganda enganosa ocorre e nem sempre temos consciência da sua existência. Um exemplo disso é a venda de produtos com informações falsas ou incorretas. Para proteger e defender o consumidor desse tipo de situação, em 11 de setembro de 1990, foi criada a Lei n ° 8.078, dos direitos do Consumidor. O artigo 37, primeiro parágrafo, dessa lei define que a publicidade enganosa é

qualquer modalidade de informação ou comunicação de caráter publicitário, inteira ou parcialmente falsa, ou, por qualquer outro modo, mesmo por omissão, capaz de induzir em erro o consumidor a respeito da natureza, características, qualidade, quantidade, propriedades, origem, preço e quaisquer outros dados sobre produtos e serviços.

Você já vivenciou uma situação dessa? Saberá avaliar se as informações veiculadas no rótulo de um determinado produto são verdadeiras ou até mesmo se estão corretas?

Suponha que você pretenda adquirir um cosmético que apresente uma determinada quantidade de certo componente. Ao chegar no estabelecimento comercial, você observa a existência de um produto que apresenta o seguinte rótulo:



1.1 Considerando apenas esse rótulo, o que podemos dizer sobre a veracidade das suas informações? 1.2 Como podemos avaliar se a informação está correta?

### ➤ Desenvolvimento da narrativa

*Ao professor:*

*O objetivo da atividade 2 é resgatar os conceitos de grandeza e unidade de medida. A atividade deve ser iniciada com os questionamentos propostos no texto introdutório. Estimule o processo investigativo ao relacionar a questão problematizadora inicial com as grandezas e unidades de medida que os estudantes conhecem. Após essa discussão inicial, será o momento de utilizar a ferramenta digital Mentimeter para coletar as ideias, na forma de uma nuvem de palavras (word cloud), que os estudantes possuem em relação às grandezas e unidades de medida (item 2.1). Disponibilize o site e o código de abertura da apresentação permitindo, assim, a interação dos estudantes com as questões propostas nos itens 2.1.1 e 2.1.2. É importante ressaltar que a 2ª questão só deverá ser apresentada após a participação de todos os estudantes na 1ª questão. Para que se obtenha um resultado mais fidedigno em relação aos conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema proposto, sugere-se que os resultados das questões não sejam apresentados enquanto eles realizam a atividade. Dessa forma, a resposta de um estudante não influencia na resposta dos demais. A finalização da atividade deve acontecer com a apresentação das nuvens*

*de palavras obtidas e discussão dos resultados encontrados, enfatizando os conceitos de grandeza e unidade de medida.*

## **Atividade 2: Quanto tem aqui?**

Você sabe como realizar a contagem de moléculas? Quais grandezas e unidades de medidas são utilizadas? Que tal conversarmos sobre as grandezas e as unidades de medidas?

2.1 Utilizando o aplicativo Mentimeter ([www.menti.com](http://www.menti.com)), responda às seguintes questões:

2.1.1 Quais os tipos de medidas você mais utiliza no seu dia a dia?

2.1.2 Quais as unidades de medida mais comuns?

*Ao professor:*

*A atividade a seguir tem como objetivo a discussão da adequação da unidade de medida às características dos produtos em que está sendo utilizada e sua relação com padrões pré-estabelecidos. Ela deve ser iniciada com a apresentação das imagens, que subsidiará os questionamentos presentes nos itens 2.2.1 e 2.2.2. A discussão que ocorrerá deve ser conduzida de tal forma que os estudantes compreendam que a utilização, em certos produtos, de uma ou outra grandeza está relacionada às suas densidades (item 2.2.1) e que a determinação da massa de um produto é um processo comparativo com um padrão pré-estabelecido (item 2.2.2).*

2.2 Em nosso cotidiano as grandezas e unidades de medidas estão presentes nas embalagens e rótulos de diversos produtos. Analise as imagens.



Fonte: Disponível em: <<https://cornershopapp.com/pt-br/products/179r3-pedigree-racao-para-caes-adulto-carne-frango-e-cereais-atacado>>; <<https://www.araujo.com.br/sorvete-kibon-sorveteria-tentacao-13-litro/p>>; <<https://www.ultrafarma.com.br/algodao-apollo-bola-com-100g>>. Acesso em 09 abr. 2021.

2.2.1 Por que o algodão é vendido em massa e o sorvete em volume?

2.2.2 Considerando o conceito de grandeza e unidade de medida, o que significa dizer que o pacote de ração para cachorro pesa 18 kg?

*Ao professor:*

*A atividade a seguir tem como objetivo o estudo de unidades de medidas não padronizadas (item 2.3). Para isso, a turma deverá ser dividida em grupos para que possam pesquisar sobre as unidades de medida listadas na atividade (item 2.3.1). A socialização da pesquisa será realizada na ferramenta digital Padlet. Após a divisão dos grupos, deve-se disponibilizar aos estudantes o site e o código de acesso à ferramenta para que possam construir colaborativamente a tabela com as informações solicitadas na atividade. Após a realização da pesquisa, cada grupo deve apresentar aos demais colegas os resultados encontrados. Para finalizar essa atividade, deve-se discutir a necessidade em se ter uma padronização dessas informações. Esse é o momento de apresentar aos estudantes o Sistema Internacional de Medidas (SI) com suas respectivas grandezas bases e unidades de medidas (item 2.4). Como conclusão dessa atividade, o professor deve discutir, juntamente com os estudantes, como as diferentes unidades de medida podem influenciar as interpretações de situações cotidianas (item 2.4.1).*

2.3 A necessidade de medir é inerente ao ser humano. Desde as mais antigas civilizações até hoje o homem foi criando e aperfeiçoando os modos de medir. Muitas dessas unidades de medida não foram criadas a partir de critérios científicos, mas, mesmo assim, se valia para o que era pretendido. Por outro lado, existem unidades de medidas que são muito utilizadas em alguns países, ou até mesmo regiões, mas desconhecidas para muitos. Jarda, polegada, libra, onça, arroba, milha, entre outros, são exemplos desses tipos de unidades. Que tal pesquisarmos um pouco mais sobre outras unidades de medida?

2.3.1 Em grupo, realize uma pesquisa que contemple os aspectos origem, símbolo, significado, grandeza correspondente, sua equivalência com outra grandeza e uma curiosidade para as unidades de medidas listadas a seguir. As informações obtidas devem ser socializadas no mural do aplicativo *Padlet* “Grandezas e unidades de

*medida não convencionais*”, disponível em <[https://padlet.com/raquelmaltap/xyns857ee\\_foug8b4](https://padlet.com/raquelmaltap/xyns857ee_foug8b4)> para posterior apresentação para a professora e demais colegas da turma.

- Grupo 1: jarda e polegada
- Grupo 2: libra e onça
- Grupo 3: milha e hectare
- Grupo 4: arroba e grosa
- Grupo 5: nó e fahrenheit

2.4 O Sistema Internacional de unidades (SI) é responsável pela padronização das diversas unidades de medida das inúmeras grandezas físicas conhecidas. De acordo com ele, existem sete grandezas de base com suas respectivas unidades de medida. A tabela 1 apresenta algumas dessas informações.

Tabela 1: Grandezas bases e suas unidades de medida segundo o SI

Grandeza de base		Unidade de base	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
Comprimento	$l, h, r, x$	Metro	m
Massa	$m$	Quilograma	kg
Tempo, duração	$t$	Segundo	s
Corrente elétrica	$i$	Ampere	A
Temperatura termodinâmica	$T$	Kelvin	K
Intensidade luminosa	$I_v$	Candela	cd

Fonte: Sistema Internacional de Unidades: SI, INMETRO/CICMA/SEPIN (2012). Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si\\_versao\\_final.pdf](http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2021.

2.4.1 Em grupo, discuta, reflita e registre por que as unidades de medidas pesquisadas no item anterior não são consideradas padronizadas?

*Ao professor:*

*A atividade a seguir tem como objetivo a discussão do significado do termo quantidade, assim como, a adequação da grandeza às características do material em que se quer quantificar. Para realização dessa atividade, será utilizada a ferramenta digital Mentimeter para a coleta das respostas dos estudantes. A coleta das respostas*

referente ao item 2.5.1 deve ser feita pela resposta aberta (open ended) e a do item 2.5.2 pela múltipla escolha (multiple choice). Após a apresentação das imagens, os estudantes devem responder sem que veja a respostas dos demais colegas. Os resultados serão apresentados e, partir deles, deve-se discutir o que se entende por quantidade. Questionamentos do tipo: quantidade refere-se a que grandeza? Massa, volume ou numerosidade?, podem ser realizados de modo a estimular a discussão. A próxima etapa da atividade será a apresentação da questão presente no item 2.5.3, que subsidiará o debate referente ao questionamento do item 2.5.4. A proposição do procedimento para a contagem dos grãos de arroz deve ser realizada com base na argumentação dos itens anteriores. Para finalizar essa atividade discuta qual procedimento, dentre os propostos, poderia ser o mais adequado.

2.5 Como estudado anteriormente, a quantificação das “coisas” pode ser realizada utilizando diferentes unidades de medida. Utilizando o aplicativo Mentimeter ([www.menti.com](http://www.menti.com)), responda às seguintes questões:

2.5.1 Qual a quantidade existente em cada um?



Fonte: Disponível em: <a href="https://br.freepik.com/fotos/alimento">Alimento foto criado por lifeforstock - br.freepik.com</a>; <a href="https://br.freepik.com/fotos/alimento">Alimento foto criado por azerbaijan\_stockers - br.freepik.com</a>; <a href="https://br.freepik.com/fotos/madeira">Madeira foto criado por azerbaijan\_stockers - br.freepik.com</a>. Acesso em: 04 abr. 2021.

2.5.2 Qual frasco apresenta a maior quantidade?



Fonte: Disponível em: <a href="https://br.freepik.com/vetores/fundo">Fundo vetor criado por luis\_molinero - br.freepik.com</a>; <a href="https://br.freepik.com/fotos/agua">Água foto criado por wirestock - br.freepik.com</a>. Acesso em: 04 abr. 2021.

### 2.5.3 Quantos grãos de arroz existem no pacote?



Fonte: Disponível em: <<https://www.vivanda.com.pe/arroz-superior-bells-bolsa-5kg/p>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

2.5.4 Considerando que os grãos de arroz são idênticos, em grupo, elabore e apresente um procedimento que permita a quantificação, em unidades, dos grãos de arroz existentes no pacote.

*Ao professor:*

*Nesta atividade os estudantes vivenciarão, de forma investigativa, a criação de uma unidade de medida. Para sua realização, a turma deverá ser dividida em grupos permitindo, assim, uma liberdade no processo criativo e a obtenção de diferentes resultados que podem ser comparados posteriormente. Para iniciar a atividade é importante resgatar os resultados das questões anteriores sob a perspectiva da existência de padrões que permitem a comparação entre as espécies. É importante ressaltar que os padrões criados pelos grupos provavelmente serão diferentes e isso permite um rico debate entre os resultados apresentados. Na 1ª parte, deixe claro que a determinação da peça do jogo que representará o padrão, assim como sua quantidade, é a critério do grupo podendo, portanto, serem diferentes entre eles. A realização da 2ª parte depende do desenvolvimento da etapa anterior, por isso cada grupo deverá preencher a lacuna com as suas informações. Para o desenvolvimento das demais questões da 2ª parte, é importante que os estudantes compreendam que a determinação da massa das demais peças será realizada através de um processo de comparação com o padrão criado inicialmente. Estimule-os a investigarem formas de chegar a essa conclusão. Na 3ª parte será trabalhado a proporção entre massa e número de peças. Reforce a ideia de que, apenas utilizando o padrão estabelecido e a proporção entre massa e número de peças, é possível responder aos questionamentos propostos.*

### **Atividade 3: Criando uma unidade de medida**

A quantificação de “coisas” pode ser dada em massa, em volume ou em numerosidade (unidades). Além disso, a necessidade de uma padronização dessas informações torna-se importante para que as medições realizadas em nossa sociedade sejam universalmente reconhecidas, constantes no espaço-tempo, fáceis de serem utilizadas e apresentem uma exatidão elevada. Que tal criarmos a nossa unidade de medida, utilizando apenas produtos disponíveis em casa, e que permita a quantificação em massa e unidades?



**Peças de jogo de montar infantil**

Fonte: Imagem produzida pela autora.

Para realizar essa atividade, utilizaremos uma balança de uso doméstico e as peças de um jogo de montar infantil que apresentam tamanhos, formas e cores diferentes.

#### **1ª parte: Definições básicas**

- Nome da unidade de medida: \_\_\_\_\_ (nome criado pelo grupo)
- Símbolo da unidade de medida: \_\_\_\_\_ (símbolo criado pelo grupo)
- Padrão escolhido: \_\_\_\_\_ (padrão criado pelo grupo)
- Quantificação do padrão escolhido: \_\_\_\_\_ (quantificação determinado pelo grupo)

#### **2ª parte: Processo de criação**

1. Qual a massa de 1 \_\_\_\_\_ (nome criado pelo grupo)?
2. Sem utilizar a balança, qual a massa de 500 \_\_\_\_\_ (nome criado pelo grupo)?
3. Quantas peças amarelas são necessárias para que se tenha a mesma massa de 1 \_\_\_\_\_ (nome criado pelo grupo)? E para as peças verdes?
4. Considere uma massa de 200 g de peças amarelas. Sem contar, estime quantas peças amarelas existem.



### 3ª parte: Utilizando a unidade de medida

1. Utilizando a unidade de medida criada por vocês e uma balança de uso doméstico, estime, sem contar, quantas peças amarelas, verdes e vermelhas existem em uma massa de 200 g de cada uma delas.

2. Durante uma brincadeira, uma criança criou objetos a partir da junção de algumas peças. A imagem a seguir ilustra os objetos obtidos.



Fonte: Imagens produzidas pela autora.

Suponha que essa criança tenha criado 24 objetos 1, 8 objetos 2 e 10 objetos 3 e que guardou todos juntos em um único saco. Sem utilizar a balança, qual a massa total de todos os objetos presentes no saco?

*Ao professor:*

*A proposta da atividade 4 é a definição do conceito de quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol, bem como a apresentação da Constante de Avogadro. Para realização dessa atividade é importante resgatar a questão problematizadora inicial, associada às ideias de quantificação, grandezas e unidades de medidas estudadas anteriormente. Apresente a questão do item 4.1 de modo que os estudantes percebam que as hipóteses levantadas para a contagem dos grãos de arroz, assim como, as unidades de medidas utilizadas para a quantificação de unidades conhecidas até o momento não são eficazes para responder à questão. Estimule-os a dizer por que essa contagem ainda não é possível. Esse debate permitirá a definição da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol. Depois de apresentar essa definição, retome a tabela de grandezas de base e unidades de medida do SI com a inclusão das novas informações. Para aguçar a curiosidade dos alunos, questione-os com relação a quanto vale 1 mol. Para enriquecer a discussão pode-se apresentar outras unidades de medida usadas para*

*a determinação da numerosidade como a dúzia e a grossa e, só depois, apresentar a Constante de Avogadro. Ressalte que, como os átomos, moléculas, íons, entre outros, são entidades extremamente pequenas, para que seja possível uma reunião satisfatória de entidades era preciso um número muito grande. Para finalizar a atividade, apresente a relação entre o mol e a Constante de Avogadro para diferentes situações.*

#### **Atividade 4: Aplicando a unidade de medida**

A determinação da quantidade de “coisas” pode ser realizada utilizando diferentes unidades de medida. Como estudado nas atividades anteriores, a quantificação pode ser realizada em massa, em volume ou em numerosidade. Para cada tipo de “coisa” existe uma unidade que é mais adequada às suas características.

4.1 Utilizando as hipóteses levantadas na atividade anterior, quantas moléculas de vitamina C, em unidades, existem no frasco do Vita-C Mais?

As substâncias são formadas por uma coleção extremamente numerosa de entidades elementares, como os átomos, as moléculas ou as fórmulas. Esta reunião de entidades é chamada de numerosidade. Dessa forma, toda amostra macroscópica de uma determinada substância apresenta três propriedades intrínsecas: massa, volume e numerosidade. Qual seria a unidade de medida mais adequada para a determinação do número de moléculas de vitamina C? Seria a dúzia? Ou a grossa?

Em 1969, ocorreu a definição do mol, que foi a unidade de medida criada para a determinação da quantidade de matéria em numerosidade de entidades elementares:

***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.***

Em 1971, na 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), o mol foi incluído no sistema internacional de Unidades (SI) para a grandeza quantidade de matéria. A tabela 2 apresenta, segundo o SI, todas as grandezas de bases e suas unidades de medida.

Tabela 2: Grandezas bases e suas unidades de medida segundo o SI

Grandeza de base		Unidade de base	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
Comprimento	$l, h, r, x$	Metro	m
Massa	$m$	Quilograma	kg
Tempo, duração	$t$	Segundo	s
Corrente elétrica	$i$	Ampere	A
Temperatura termodinâmica	$T$	Kelvin	K
Intensidade luminosa	$I_v$	Candela	cd
<b>Quantidade de matéria</b>	<b><math>n</math></b>	<b>Mol</b>	<b>mol</b>

Fonte: Sistema Internacional de Unidades: SI, INMETRO/CICMA/SEPIN (2012). Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si\\_versao\\_final.pdf](http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2021.

A quantidade de matéria é a grandeza macroscópica utilizada para contar unidades elementares (átomos, moléculas, íons, entre outros), e o mol sua unidade de medida.

O mol é a “dúzia dos químicos”. É a única unidade de medida referente à numerosidade utilizada pela comunidade científica, pois expressa uma magnitude extremamente elevada. Mas, quanto vale o mol?

Experimentalmente, verificou-se que o número de entidades elementares por unidade de matéria é  $6,02214 \times 10^{23}$ . Esse número é chamado de Constante de Avogadro.

<p><b>1 dúzia de ovos → 12 ovos</b>  <b>1 grossa de ovos → 144 ovos</b>  <b>1 mol de ovos → <math>6,02214 \times 10^{23}</math> ovos</b></p>
--

Nos cálculos realizados com a Constante de Avogadro é comum à sua aproximação para o número  $6 \times 10^{23}$ , portanto esse será o valor adotado a partir de agora.

Como estudado nas atividades anteriores, existe uma relação proporcional entre massa e numerosidade, dessa forma, podemos dizer que:

$$\begin{aligned}
 &1 \text{ mol de ovos} \rightarrow 6 \times 10^{23} \text{ ovos} \\
 &1 \text{ mol de átomos} \rightarrow 6 \times 10^{23} \text{ átomos} \\
 &2 \text{ mol de átomos} \rightarrow 2 \cdot 6 \times 10^{23} \text{ átomos} \rightarrow 12 \times 10^{23} \text{ átomos} \\
 &1 \text{ mol de moléculas} \rightarrow 6 \times 10^{23} \text{ moléculas} \\
 &0,5 \text{ mol de moléculas} \rightarrow 0,5 \cdot 6 \times 10^{23} \text{ moléculas} \rightarrow 3 \times 10^{23} \text{ moléculas} \\
 &1 \text{ mol de cátions} \rightarrow 6 \times 10^{23} \text{ cátions} \\
 &6 \text{ mol de cátions} \rightarrow 6 \cdot 6 \times 10^{23} \text{ cátions} \rightarrow 36 \times 10^{23} \text{ cátions}
 \end{aligned}$$

*Ao professor:*

*O objetivo desta atividade é discutir que as substâncias químicas são formadas por átomos, que suas quantidades são proporcionais à amostra de substância além de aplicar a Constante de Avogadro em situações macroscópicas e microscópicas. Antes de iniciar a atividade, questione os estudantes com relação à constituição da vitamina C. Pergunte se sabem dizer quais espécies químicas formam essa substância. Esse questionamento inicial além de resgatar a problematização que permeia por toda a sequência de ensino, permite aguçar a curiosidade dos estudantes. Compare a constituição das substâncias, por exemplo, em átomos e moléculas, com “coisas” macroscópicas como, por exemplo, a polpa e as sementes da laranja e do limão. Essa relação entre a visão macroscópica e microscópica auxilia no entendimento das questões propostas. Cabe ressaltar que, nesse primeiro momento, deve-se evitar a utilização de exemplos com compostos iônicos, pois a utilização do termo molécula em comparação com o termo fórmulas está mais presente no cotidiano dos estudantes. Para realização dessa atividade, a turma deverá ser dividida em 5 grupos de modo que cada um receberá três questões. Após a discussão das questões e elaboração do material que será apresentado aos demais colegas, os estudantes serão convidados a socializarem os resultados encontrados. A discussão que será gerada em torno das questões propostas, assim como o item 5.2, permitirá a definição do conceito de massa molar, que deverá ser apresentado como uma forma de conclusão da atividade. Nesse momento é importante utilizar de outros exemplos de cálculo de massa molar tais como,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , entre outros que o professor considerar relevante.*

### **Atividade 5: Viajando do macroscópico para o microscópico**

Acabamos de estudar que a quantificação de “coisas”, realizada pela comunidade científica, é feita através do mol e da Constante de Avogadro e baseia-se nas entidades elementares de que são formadas. Qual a constituição da vitamina C? Para que possamos compreender a constituição da vitamina C e, assim, responder à questão inicial, que tal investigarmos um pouco mais?

5.1 Nas feiras livres os produtos são vendidos de diferentes formas. Alguns são vendidos na unidade (peça), na dúzia ou considerando sua massa. Esses produtos diferem não apenas na forma de serem vendidos, mas em sua composição. Muitos deles são constituídos de casca, polpa e sementes. Outros apresentam a polpa dividida em gomos e ainda tem aqueles que não tem semente. Independente da maneira que são constituídos é possível determinar sua quantidade em relação à diferentes entidades.



Fonte: Adaptado de: <a href='https://www.freepik.com/vectors/background'>Background vector created by pikisuperstar -

Assim como em nosso cotidiano, no mundo microscópico essa análise também pode ser realizada. Em grupo, vocês discutirão as questões propostas e elaborarão uma forma de explicar à professora e aos demais colegas de turma as respostas obtidas. A apresentação deverá conter:

- As perguntas discutidas
- Desenho ou imagem ou ilustração que represente as respostas alcançadas

Questões que serão respondidas por cada grupo:

Grupo	Questões
1	a) Quantos gomos e sementes existem em 2 dúzias de laranjas? Considere que todas as laranjas são idênticas. b) Quantas rodas existem em 1 mol de carros?

	c) Quantos átomos de oxigênio existem em $1,2 \times 10^{25}$ moléculas de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ )?
2	a) Qual a massa e quantas sementes existem em 5 dúzias de limão. Considere que um limão tenha uma massa de 50 g e todos são idênticos. b) Quantos mols de mãos existem em $30 \times 10^{23}$ dedos? c) Quantas moléculas existem em 5 mol de amônia ( $\text{NH}_3$ )?
3	a) Quem tem maior massa, 1 dezena de banana ou 1 dezena de uva? Por que isso acontece? Considere que todas as bananas e uvas são idênticas. b) Qual a massa correspondente à $6 \times 10^{24}$ canetas? Considere que uma caneta tenha uma massa de 1,2 g e todas são idênticas. c) Considere a existência de $1,2 \times 10^{23}$ átomos de carbono, $3,6 \times 10^{23}$ átomos de hidrogênio e $6 \times 10^{22}$ átomos de oxigênio. Quantos mols de etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) podem ser formadas?
4	a) Uma pessoa comprou 5 kg de laranja e 5 kg de limão. Considerando que todas as laranjas e limões são idênticos e que a massa de uma laranja é de 200 g e a de um limão é 50 g, a pessoa comprou, em unidades, mais laranjas ou mais limões? b) Quantas rodas dianteiras existem 5 mol de triciclo? c) Em um recipiente existe uma certa quantidade de água pura. Considerando a existência de $6 \times 10^{23}$ átomos de oxigênio, quantos mols de água existem?
5	a) Uma pessoa possui 300 gomos de laranja e 1 kg de uva. Considerando que todas as laranjas e uvas são idênticas e que a massa de uma uva é de 5 g, a pessoa comprou, em unidades, mais laranjas ou mais uvas? b) Considere a existência de $12 \times 10^{21}$ rodas. Quantos mols de bicicleta existem? c) Em dois recipientes idênticos e distintos, possuem uma certa quantidade de ácido sulfúrico e ácido fosfórico. Considerando que os recipientes apresentam o mesmo número de átomos de hidrogênio, qual deles tem o maior número de moléculas?

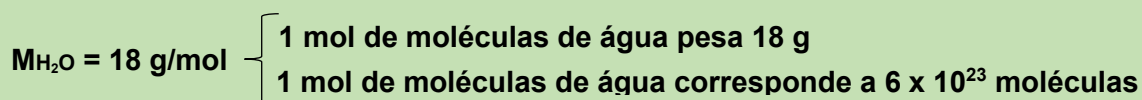
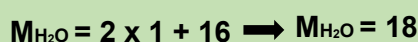
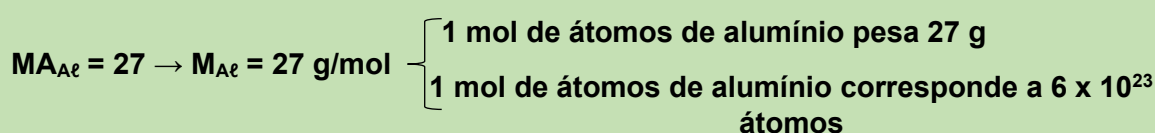
Fonte: Elaborado pela autora.

5.2 Qual a relação entre a quantidade de matéria e o número de entidades? E entre a quantidade de matéria e a massa?

Para uma determinada amostra de substância, sua massa é diretamente proporcional à sua quantidade de matéria. A constante de proporcionalidade entre essas duas grandezas é chamada de massa molar (M).

**Massa molar (M) é a massa, em gramas, que contém  $6 \times 10^{23}$  entidades (1 mol)**

Como determinar a massa molar? Essa grandeza está associada às massas atômicas (MA) disponíveis na tabela periódica. Para um determinado elemento químico, a massa atômica corresponde à massa molar. Para uma substância, a massa molar será o somatório das massas atômicas.



*Ao professor:*

*A proposta desta atividade é o uso de um simulador para avaliar como as variáveis de um gás estão relacionadas. Inicie realizando a leitura do texto introdutório da atividade e levantando as concepções prévias acerca dos questionamentos apresentados. Após essa discussão inicial, disponibilize o endereço do site, o Phet, que contém o simulador. Utilizando a imagem presente na atividade, oriente os estudantes quanto aos comandos e leituras que serão realizadas durante a simulação (item 6.1). Depois de apresentar as funcionalidades do simulador, a turma deverá ser dividida em grupos para que possam executar a atividade seguindo o roteiro fornecido. Na próxima etapa da atividade, os estudantes serão convidados a socializar seus resultados permitindo,*

*assim, a discussão de quais são as variáveis de um gás e como elas se relacionam (item 6.2). Finalize a discussão apresentando a equação de Clayperon.*

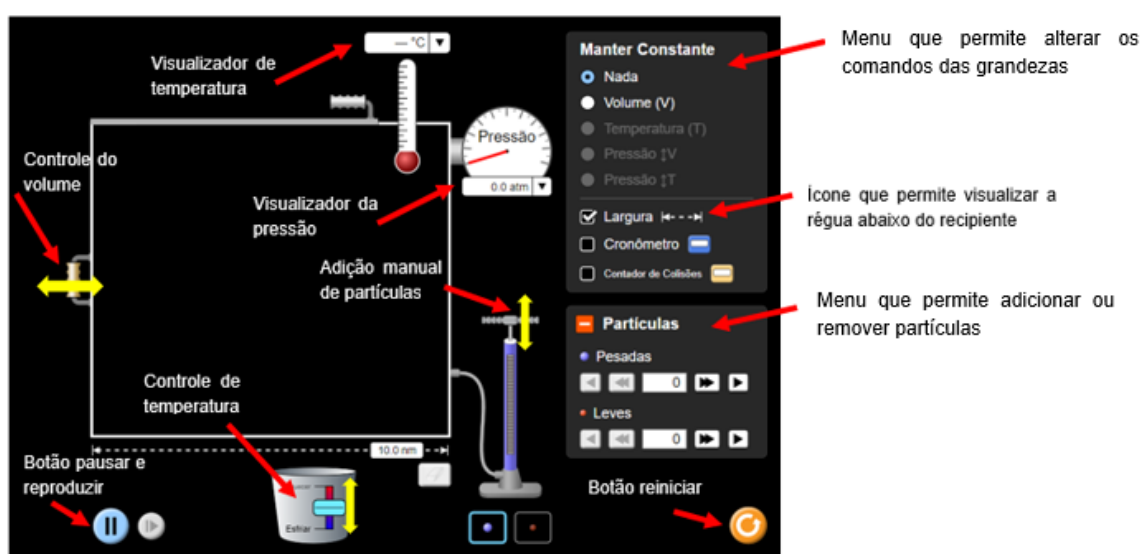
### **Atividade 6: Usando um simulador**

A variedade de substâncias presentes em nosso cotidiano é enorme. Nas condições ambientes, elas podem existir nos estados sólido, líquido ou gasoso. Como estudado anteriormente, independente do seu estado físico, uma amostra macroscópica de determinada substância apresenta três grandezas a ela associada: a massa, o volume e o número de entidades. Determinar essas grandezas de substâncias que estejam no estado sólido ou líquido não é uma tarefa difícil, mas não podemos dizer o mesmo quando ela se encontra no estado gasoso. O que dificulta essa determinação? Quais fatores podem influenciar nessa determinação?

6.1 Com a ajuda de um simulador, vamos investigar os fatores que influenciam essa determinação.

3. Acessar o site que apresenta a simulação “Gases: Introdução” ([https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html)).
4. Clicar no ícone “Leis”.

A figura a seguir apresenta os principais comandos do simulador.



Fonte: Adaptado de <[https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html)>. Acesso em: 09 abr. 2021.



➤ **1ª simulação:**

8. Configure o simulador seguindo os seguintes passos:

- No menu “Partículas”, adicione 50 partículas pesadas clicando na seta dupla (caso queira, pode adicionar as partículas acionando a bomba manual que se encontra ao lado do recipiente)
- No menu “Manter Constante”, marque a opção “Temperatura (T)”, para mantê-la constante em 300 K (27 °C).
- Marque a opção “Largura” para visualizar a régua abaixo do recipiente.
- No controlador do volume, deixe o recipiente com a largura de 5 nm.

**OBSERVAÇÃO:** A informação dada pelo simulador é a largura do recipiente e não o seu volume. Para encontrar o volume, deve-se realizar a seguinte operação matemática:  $V = (\text{largura})^3$

9. No visualizador da pressão, observe e anote, na tabela 1, o valor médio encontrado.

10. Usando o controle do volume, varie a largura do recipiente de 2 em 2 nm até atingir 15 nm, anotando os valores médios de pressão para cada caso.

Tabela 1: Valores de volume e pressão, para 50 partículas, à temperatura de 300 K (27 °C)

Largura do recipiente (nm)	Volume do recipiente (nm <sup>3</sup> )	Pressão (atm)

11. Repita os procedimentos anteriores, alterando o número de partículas para 100. Anote os resultados na tabela 2.

Tabela 2: Valores de volume e pressão, para 100 partículas à temperatura de 300 K  
(27 °C)

Largura do recipiente (nm)	Volume do recipiente (nm <sup>3</sup> )	Pressão (atm)

12. Construa o gráfico de pressão x volume, representando no mesmo gráfico, os dados obtidos para 50 e 100 partículas.
13. Analisando os dados obtidos a partir da simulação, o que se pode concluir?
14. Comparando-se os resultados das tabelas 1 e 2, o que se pode concluir?

➤ **2ª simulação:**

9. Clique no botão reiniciar
10. Configure o simulador seguindo os seguintes passos:
  - No menu “Manter Constante”, marque a opção “Nada”.
  - Marque a opção “Largura” para visualizar a régua abaixo do recipiente.
  - No controlador do volume, deixe o recipiente com a largura de 5 nm.
  - No menu “Manter Constante”, marque a opção “Volume (V)”, para mantê-lo constante.
  - No menu “Partículas”, adicione 50 partículas pesadas clicando na seta dupla (caso queira, pode adicionar as partículas acionando a bomba manual que se encontra ao lado do recipiente)
11. No visualizador da pressão, observe e anote, na tabela 3, o valor médio encontrado para a temperatura de 300 K.
12. Usando o controle de temperatura, varie a temperatura de 100 em 100 K até atingir 600 K, anotando os valores médios de pressão para cada caso.

Tabela 3: Valores de temperatura e pressão, para 50 partículas, à volume constante.

Temperatura (K)	Pressão (atm)

13. Repita os procedimentos anteriores, alterando o número de partículas para 100. Anote os resultados na tabela 4.

Tabela 4: Valores de temperatura e pressão, para 100 partículas, à volume constante.

Temperatura (K)	Pressão (atm)

14. Construa o gráfico de pressão x temperatura, representando no mesmo gráfico, os dados obtidos para 50 e 100 partículas.
15. Analisando os dados obtidos a partir da simulação, o que se pode concluir?
16. Comparando-se os resultados das tabelas 3 e 4, o que se pode concluir?

➤ **3ª simulação:**

9. Clique no botão reiniciar.
10. Configure o simulador seguindo os seguintes passos:
- No menu “Manter Constante”, marque a opção “Nada”.
  - Marque a opção “Largura” para visualizar a régua abaixo do recipiente.
  - No controlador do volume, deixe o recipiente com a largura de 5 nm.

- No menu “Partículas”, adicione 50 partículas pesadas clicando na seta dupla (caso queira, pode adicionar as partículas acionando a bomba manual que se encontra ao lado do recipiente)
- No menu “Manter Constante”, marque a opção “Pressão  $\uparrow T$ ”, para mantê-la constante no valor indicado no visualizador de pressão.

11. No visualizador da temperatura, observe e anote, na tabela 5, o valor médio encontrado.

12. Usando o controle do volume, varie a largura do recipiente de 2 em 2 nm até atingir 15 nm, anotando os valores de temperatura para cada caso.

**OBSERVAÇÃO:** A informação dada pelo simulador é a largura do recipiente e não o seu volume. Para encontrar o volume, deve-se realizar a seguinte operação matemática:  $V = (\text{largura})^3$

Tabela 5: Valores de volume e temperatura, para 50 partículas, à pressão constante.

Largura do recipiente (nm)	Volume do recipiente (nm <sup>3</sup> )	Temperatura (K)

13. Repita os procedimentos anteriores, alterando o número de partículas para 100. Anote os resultados na tabela 6.

Tabela 6: Valores de temperatura e pressão, para 100 partículas, à pressão constante.

Largura do recipiente (nm)	Volume do recipiente (nm <sup>3</sup> )	Temperatura (K)


14. Construa o gráfico de volume x temperatura, representando no mesmo gráfico, os dados obtidos para 50 e 100 partículas.
15. Analisando os dados obtidos a partir da simulação, o que se pode concluir?
16. Comparando-se os resultados das tabelas 5 e 6, o que se pode concluir?

6.2 Considerando os resultados obtidos, quais são as variáveis de um gás? Como elas se relacionam?

Como foi possível observar, a pressão, o volume, a temperatura e o número de entidades de um gás estão relacionados de modo que se um deles for alterado, todos também irão variar. Dessa forma, a equação matemática que relaciona essas variáveis dos gases é conhecida como Equação de Clayperon e pode ser expressa da seguinte forma:

$$PV = nRT$$

**R** – Constante universal dos gases ideais ( $R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$ )

*Ao professor:*

*A atividade proposta tem como objetivo a aplicação da equação de Clayperon na determinação do volume de diferentes gases submetidos às mesmas condições de temperatura e pressão. A partir das informações apresentadas no item 6.3, na imagem e na equação de Clayperon, os estudantes devem resolver a questão proposta no item 6.3.1. A socialização dos resultados deve ocorrer de tal forma que estimule a discussão que permitirá responder o item 6.3.2. Ressalte que o fato de substâncias no estado gasoso apresentarem um grande espaçamento entre suas partículas faz com que, espécies químicas diferentes submetidas às mesmas condições, ocupem o mesmo volume (Hipótese de Avogrado). Para finalizar a atividade, mostre que, de acordo com a equação de Clayperon, o volume ocupado por um gás é proporcional à quantidade de matéria. Essa análise permite a apresentação da definição do volume*

*molar dos gases. Resgate os resultados obtidos do item 6.3.1 para mostrar que o volume molar nas CNTP é de 22,4 L.*

6.3 A imagem a seguir, representa 3 balões de aniversário idênticos e submetidos às mesmas condições de temperatura e pressão: 273 K e 1 atm



Fonte: Adaptado de: <a href='https://www.freepik.com/photos/background'>Background photo created by freepik - [www.freepik.com](https://www.freepik.com)</a>. Acesso em: 09 abr. 2021.

6.3.1 Considerando a equação de Clayperon e os dados apresentados na imagem, qual o volume, em litros, ocupado por cada um dos gases?

6.3.2 Considerando os resultados obtidos, como gases diferentes poderiam ocupar o mesmo volume?

A história da ciência relata os esforços que vários cientistas tiveram para explicar como gases se combinavam em uma reação química. Gay-Lussac e Amedeo Avogadro foram os cientistas, cujas ideias contribuíram para o avanço dessa parte da ciência. A Lei volumétrica de Gay-Lussac e a Hipótese de Avogadro permitiram a construção da relação entre o volume de um gás e o seu número de entidades, que levaria à definição de uma nova grandeza.

De acordo com a Lei de Gay-Lussac e a Hipótese de Avogadro, para uma determinada amostra de substância gasosa, seu volume é diretamente proporcional à sua quantidade de matéria. A constante de proporcionalidade entre essas duas grandezas é chamada de volume molar ( $V_m$ ).

**Volume molar ( $V_m$ ) é o volume ocupado por  $6 \times 10^{23}$  entidades (1 mol) de qualquer gás, a uma certa temperatura e pressão.**

À 273 K (0 °C) e 1 atm (aproximadamente 100 kPa), ou seja, nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), o volume molar de um gás será igual a 22,4 L/mol.

### ➤ Aplicando os novos conhecimentos

*Ao professor:*

*A proposta desta atividade é aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da sequência de ensino. Inicie construindo, colaborativamente, as relações entre mol, massa, volume, número de entidades e suas constantes de proporcionalidade, de forma a se obter um esquema semelhante ao que se encontra neste material. Utilizando esse esquema e as informações presentes na atividade os estudantes resolverão as questões propostas (item 7.1). A turma poderá ser dividida em grupos para promover uma discussão acerca dos conceitos estudados. Para realização dessa atividade o professor deve providenciar um kit de amostras para cada grupo. As substâncias que compõem as amostras são comerciais e de fácil acesso. A confecção dos kits pode ser realizada utilizando saquinhos plásticos vendidos em lojas de embalagens. Nesse kit deve conter as seguintes amostras e as respectivas informações para cada uma delas:*

- *Cobre metálico: 0,01 mol*
- *Água: 18 mL*
- *Álcool etílico: 57,5 mL*
- *Alumínio metálico:  $6 \times 10^{21}$  átomos*
- *Óxido de cálcio: 28 g*
- *Cloreto de sódio: 1 mol*
- *Sacarose:  $3 \times 10^{23}$  moléculas*

*A seguir apresenta-se um modelo das amostras que devem ser utilizadas na atividade:*

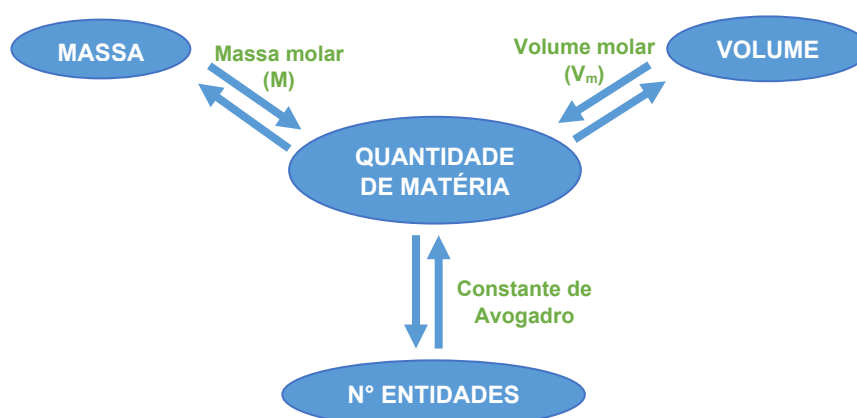


Fonte: Imagens produzidas pela autora.

Estimule os estudantes a manipularem as amostras e comparar, entre elas, os resultados obtidos. Convide os estudantes para socializarem suas respostas, de modo a promover um debate acerca das questões propostas (itens 7.1.1 a 7.1.6).

### **Atividade 7: É hora de (re)contar**

Nas atividades anteriores, você estudou as propriedades intrínsecas da matéria massa, volume e número de entidades. Além disso, discutiu-se as suas relações a partir das constantes de proporcionalidade massa molar ( $M$ ), volume molar ( $V_m$ ) e Constante de Avogadro, conforme ilustra a figura a seguir.



Fonte: Elaborado pela autora.



Nesta atividade, vamos aplicar essas relações a amostras de diferentes substâncias.

7.1 Utilizando a tabela periódica e as amostras apresentadas, complete a tabela 1.

Dados:

- Densidade da água = 1 g/cm<sup>3</sup>
- Densidade do álcool etílico = 0,8 g/cm<sup>3</sup>

Tabela 1 – Relações de massa de alguns materiais

Nº	Amostra	Massa molar (g/mol)	Massa da amostra (g)	Quantidade de matéria (mol)	Número de entidades (átomos, moléculas ou íons)
1	Cobre metálico				
2	Água				
3	Álcool etílico				
4	Alumínio metálico				
5	Óxido de cálcio				
6	Cloreto de sódio				
7	Sacarose				

7.1.1 O que as amostras apresentam em comum?

7.1.2 Qual o número de ânions presente na amostra 6.

7.1.3 Qual o número de cátions presente na amostra 5.

7.1.4 Qual o número de átomos de hidrogênio presente na amostra 3.

7.1.5 Considere duas amostras, de mesma massa, de água e álcool. Elas apresentarão o mesmo número de moléculas? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

7.1.6 A sacarose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) é a substância utilizada em nosso cotidiano para adoçar os alimentos. Considerando que para adoçar uma xícara de café seja necessária a adição de 1 colher de sopa (15 g) de sacarose, quantas moléculas foram utilizadas?

## ➤ Refletindo sobre o que foi aprendido

*Ao professor:*

*A proposta desta atividade é verificar o que foi estudado ao longo da sequência proposta. A intenção é verificar se os estudantes conseguem relacionar os conceitos estudados por meio da construção de esquemas e textos. Inicie a atividade dialogando com os estudantes em relação às diferentes formas de se avaliar o processo de ensino e aprendizagem. Logo após, proponha que eles construam, individualmente, um mapa mental que aborde todos os conceitos estudados (item 8.1). Caso os estudantes não estejam familiarizados com a construção de mapas mentais, será necessária uma orientação inicial de como fazer. Estimule-os a organizarem as ideias de forma clara e objetiva. Sugere-se que a escolha da forma como será feita essa construção, se utilizando aplicativos online ou manuscrito, deve ficar a critério do estudante (item 8.1.1). Para finalizar essa atividade e, conseqüentemente, a sequência de ensino, solicite a produção, em grupo, de um texto que retome a problematização inicial e responda os questionamentos realizados (item 8.2).*

### **Atividade 8: O que aprendi?**

Não basta compreender, é preciso saber comunicar aos outros. A compreensão de determinado conceito deve ir além da resolução de exercícios ou a aplicação em situações problema. Uma das formas de se avaliar o que realmente se aprendeu é a construção de esquemas e textos que abordam os conteúdos trabalhados. Portanto, este é o momento de avaliarmos todo o processo de construção e aplicação da grandeza quantidade de matéria e sua unidade de medida, o mol.

8.1 Os mapas mentais são diagramas que permitem a estruturação de ideias de forma lógica e organizada. A representação dos conceitos é feita de forma visual potencializando o processo de aprendizagem. Sua construção permite que a compreensão acerca de um conjunto de ideias possa ser expressa de forma clara, objetiva e interligada.

8.1.1 Considerando os conceitos construídos ao longo das atividades propostas, elabore um mapa mental que contemple o conteúdo de quantidade de matéria e sua

unidade de medida, o mol. Para isso, vocês podem utilizar de aplicativos *online* tais como o *Coggle*, o *Mindmeister*, o *Miro* ou algum outro de sua preferência. Caso queira, ele também poderá ser construído à mão.

8.2 A veracidade das informações que circulam ao nosso redor é de extrema importância, pois determinam muitas das nossas escolhas, que, de certa forma, podem ser benéficas ou maléficas à nossa vida. Iniciamos este conjunto de atividades com o rótulo e as questões a seguir: Considerando apenas esse rótulo, o que podemos dizer sobre a veracidade das suas informações? Como podemos avaliar se a informação está correta?



Com base nos conceitos construídos ao longo desta sequência de ensino, redija, em grupo, um texto dissertativo-argumentativo, com base na norma-padrão da língua portuguesa, respondendo às questões iniciais. É importante salientar que nesse texto, o uso de dados e conceitos científicos devem estar presentes, assim como, a quantidade de moléculas de vitamina C existente no frasco do produto. Considere que a densidade do produto é 1 g/mL.

## 12.7 Mural colaborativo das unidades de medida não padronizadas

padlet
padlet.com/raquelmaltap/xyns857eefoug8b4

---

# Grandezas e unidades de medida não convencionais

## Turma B

Características de algumas unidades de medida não convencionais

RAQUEL MALTA 14/09/20, 20:34 HS

### JARDA

---

#### Símbolo

O símbolo da jarda é yd ( do inglês yard)

#### Grandeza equivalente

Distância

#### Significado

A jarda é a uma unidade de medida de comprimento, inglesa e norte-americana, equivalente a 91,44 cm ou três pés

#### Curiosidades

. O rei Henrique I da Inglaterra, no século XII, fixou a **jarda** como a distância entre seu nariz e o polegar de seu braço estendido.

#### Equivalência com outra grandeza

Uma jarda equivale a exatamente 0,9144 m

#### Origem

A jarda não possui uma origem muito clara, mas uma das versões diz que Rei Henrique I, da Inglaterra, determinou a jarda como a distância entre seu nariz e o polegar do seu braço estendido.

#### Grandeza equivalente

Distância

#### Curiosidades

Sua origem está ligada à medição utilizando o próprio polegar, consistindo na largura entre a base da unha e a ponta do dedo.

#### Significado

A polegada é a menor unidade de distância no sistema de medidas de alguns países (simbolizado por<sup>o</sup>): um pé contém 12 polegadas e uma jarda equivale a 36 polegadas.

#### Origem

A polegada foi criada pelo rei Eduardo I, da Inglaterra durante o século XVI, que determinou a polegada como a distância entre a base da unha e a ponta do dedo.

### POLEGADA

---

#### Símbolo

O símbolo internacional normalizado para polegada é in (que vem de inch, polegada em inglês)

### LIBRA

---

#### Curiosidades

Oficialmente, a libra é o nome de pelo menos três unidades de massa: a libra avoirdupois (pound avoirdupois), a libra troy (pound troy), a obsoleta libra imperial Existe também uma libra métrica (não oficial).

#### Símbolo

lbf (força-libra)  
lbm (massa-libra)

### Origem

A palavra latina libra representa uma unidade de massa romana semelhante a uma libra atual. A própria palavra "libra" vem do Latim libra, "balança": "objeto que serve para pesar".

### Equivalência com outra grandeza

1 libra = 453,59237 gramas  
1 libra = 0,45359237 kilogramas  
1 libra = 16 onças

### Significado:

É uma unidade de massa utilizada no sistema inglês de pesos e medidas, a qual é equivalente a 0,45359237 quilogramas.

## ONÇA

### Curiosidades

A onça é uma unidade de medida de massa, que pode ser dividido em dois tipos de sistema: o sistema avoirdupois (usado para pesar objetos em geral); o sistema troy (relativo a metais preciosos e gemas, assim como medicamentos)

### Símbolo

oz

### Equivalência com outra grandeza

1 onça = 28,349 gramas  
1 onça = 0,125 copos  
1 onça = 0,0625 libras

### Significado:

É uma antiga unidade de medida inglesa de peso utilizada em vários países, que pode variar entre 24 e 33 gramas.

### Origem:

Criada e utilizada frequentemente nos países anglo-saxões para indicar o conteúdo de alguns recipientes, como embalagens de líquidos ou mamadeiras.

## MILHA

### Curiosidade

Existe um outro tipo de milha, chamada de milha náutica, normalmente utilizada em navegação, e que corresponde a 1.852 metros.

### Grandezas correspondentes:

A milha equivale a 1609 metros.

### Significado:

Unidade de comprimento para medir distâncias terrestres que, usada em alguns países.

**Origem: A milha foi usada pela primeira vez para denotar distância foi na Roma Antiga, onde valia 1 000 passos (do latim, mille passus) dados pelo Centurião, ou 5 000 pés romanos. A milha romana variava entre 1 401 e 1 580 metros, aproximadamente.**

Símbolo: Para representar a milha é utilizado o símbolo mi.

## HECTARE

### Equivalência com outra grandeza:

um hectare equivale a 10000 metros quadrados.

### Significado:

unidade de medida para superfícies agrárias.

### Símbolo:

ha

### origem:

os hectares, também conhecida como medidas agrárias foram criadas com o intuito de medir áreas rurais, usado em todo o mundo

## ARROBA

### Curiosidade

Arroba: é uma medida muito adotada na agropecuária. Comum para cortes bovinos, em que o preço do bovino é dado por arrobas

### Grandeza correspondente

15 Kg

### Origem

O termo vem do árabe "ar-rub", que significa "a quarta parte".

### Símbolo

@

## GROSA

### Curiosidade

Os antigos comerciantes utilizavam um sistema de base 12. Nesse sistema pode-se dividir por 2, 3, 4 e 6 de maneira mais fácil que no sistema decimal. Ainda hoje alguns comerciantes usam a dúzia e a **grosa** como unidade de medida.

### Grandeza correspondente

12 dúzias (144 unidades)

### Símbolo

GRS

## NÓ

### Curiosidade:

Para facilitar o cálculo utilizava-se uma combinação adequada das distâncias entre os nós no cabo e dos tempos de medição que permitisse obter, sem cálculos, o valor direito da velocidade. Uma combinação comum consistia em utilizar uma ampulheta que demorava 28 segundos a esvaziar e um cabo com nós espaçados de 47 pés e 3 polegadas.

### Origem:

A medida do nó surgiu em Portugal no século XVI e era utilizada em um aparelho de madeira criado por Bartolomeu Crescencio chamado barquinha para estimar a velocidade do navio. Ele era jogado ao mar e media-se o número de nós que se desprendiam do carretel.

### Equivalência com outra grandeza: 1 milha náutica (1852 km/h)

Símbolo: não tem

### Grandeza correspondente

Nó é uma **unidade de medida** de velocidade equivalente a uma milha náutica por hora, ou seja 1,852 m/h.

1 Nó = 1852m/h (metros por hora)

1 Nó = 1,852Km/h

1 Nó = 0,514m/s

### Significado:

Nó é uma unidade de medida de velocidade equivalente a uma milha náutica por hora, ou seja 1,852 m/h.

Apesar de não ser uma unidade do Sistema internacional de Unidades (SI), é frequentemente utilizado, embora não seja encorajado, em relação direta com as unidades do sistema internacional.

## FAHRENHEIT

### Grandeza e equivalência

A grandeza estudada por Fahrenheit é a temperatura. Nesta escala, a temperatura de fusão do gelo é dado o valor arbitrário de 32°F e a temperatura de ebulição da água é atribuído o valor de 212°F. Entre estes dois valores há 180 intervalos, cada um deles equivalente a 1°F. Assim, 32°F equivalem a 0°C e 212°F equivalem a 100°C.

### Significado

De escala ou de unidade de medida de temperatura anglo-saxônica em que, sob pressão de uma atmosfera, o 32 corresponde ao ponto de fusão do gelo e 212 ao ponto de ebulição da água.

### Símbolo

F (n°F)

### Curiosidades:

Para obter um ponto de solidificação mais baixo, Fahrenheit misturou sal na água, e para este ponto atribuiu o valor zero. Como segunda referência, atribuiu um valor máximo para a temperatura do corpo humano. Para obter o valor exato da solidificação da água pura, adaptou essas duas medidas. As pesquisas de Fahrenheit com termômetros confirmaram que cada líquido possui um ponto de ebulição fixo e também que o ponto de ebulição varia com a pressão.

**Origem:**

Fahrenheit (Daniel Gabriel Fahrenheit) foi um físico alemão nascido em Danzig, na atual Polônia. Ao realizar as medidas correspondentes com a escala de Roemer, Fahrenheit passou a classificar a temperatura de ebulição da água de 60 graus Roemer (60°R) para 240 graus Fahrenheit (240°F), a temperatura de fusão do gelo passou de 7,5°R para 30°F, e a temperatura do corpo humano passou de 22,5°R para 90°F.

\*\*\*\*\*