



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Duque de Caxias

Licenciatura em Química

MARCELO GONZAGA
RODRIGUES

USO DE TEXTOS DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
PARA ENSINAR HISTÓRIA
DA CIÊNCIA EM SALA DE
AULA

DUQUE DE CAXIAS

2018

MARCELO GONZAGA RODRIGUES

USO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA ENSINAR
HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA

Monografia apresentada à
coordenação do curso de
Licenciatura em Química, como
cumprimento parcial das exigências
para a conclusão do curso.

Orientador: André Von-Held Soares
Co-orientador: Flávio Pereira Senra

IFRJ – CAMPUS DUQUE DE CAXIAS
1º SEMESTRE/ 2018

CIP - Catalogação na Publicação

R696u Rodrigues, Marcelo Gonzaga
Uso de textos de divulgação científica para ensinar história da ciência em sala de aula / Marcelo Gonzaga Rodrigues. -- Duque de Caxias, 2018.
71 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: André Von-Held Soares.

Coorientação: Flávio Pereira Senra.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) --Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Licenciatura em química, 2018.

1. História da ciência. 2. Divulgação científica. 3. Interdisciplinaridade. 4. Material didático. I. Título.

IFRJ – CAMPUS DUQUE DE CAXIAS

MARCELO GONZAGA RODRIGUES

USO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA ENSINAR
HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA

Monografia apresentada à coordenação do curso de
Licenciatura em Química, como cumprimento parcial das
exigências para a conclusão do curso.

Aprovada em 27 de novembro de 2018.

Conceito: 9,0 (NOVE).

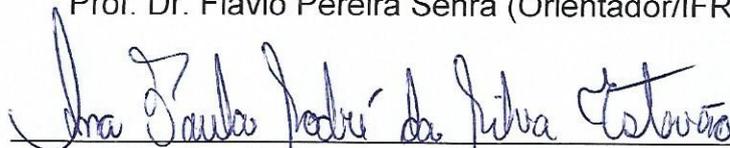
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. André Von-Held Soares (Orientador/IFRJ)



Prof. Dr. Flavio Pereira Senra (Orientador/IFRJ)



Prof. Dr. Ana Paula Sodré da Silva Estevão (IFRJ)



Prof. Me. Kaíza Martins Porto de Hollanda Cavalcanti (IFRJ)



Prof. Dr. Marcus Vinícius Brotto de Almeida (IFRJ)

Eu dedico aos meus familiares especialmente meu irmão e aos amigos Aisha Cabicieri, Alice Monteiro, Barbára Espi, Beatriz Cristhyna, Bernardo Leal, Bruna Atanes, Carlos Anselmo, Igor Leite, Lucas Jabour, Lucas Cavalcante, Matheus Almeida, Mayara Henriques, que se mantiveram leais até os dias atuais.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus orientadores André Von-Held e Flavio Senra por abraçarem a proposta de trabalho, corroborando com ideias e motivação com as quais sentia-os mais empolgados do que eu. A trajetória acadêmica, realmente, é mais confortável quando se encontra professores com espírito de orientação e compreendem a real função de orientar o aluno em formação. Como fui aluno do docente André Von-Held, tive oportunidade de conhecer sua visão de mundo e discutir tanto a Química quanto questões filosóficas tangentes a metafísica. Nessas aulas pude conhecer outros caminhos que permitiram-me enxergar o quanto a minha escolha de curso foi a correta. Nas suas aulas pude trilhar na História das Ciências o que me impulsionou a fazer um trabalho que discutisse a temática em sala de aula.

Agradeço, também, ao Jupiter Martins, cuja motivação com a área de educação passou para mim e que me manteve na minha trajetória na Licenciatura em Química. Dois anos de pesquisa em EJA foram essenciais para eu compreender a importância da militância na área da educação. Agradeço a professora Vanessa Nogueira que tornou-se mais que uma professora de MEQ e PEQ, e sim uma amiga pessoal com quem pude conversar sobre tudo, sobre o curso, sobre a vida, sobre amor; embora a formação pedagógica e científica sejam importantes para um bom profissional, discutir outros assuntos que estão no nosso cotidiano influenciam numa trajetória mais prazerosa que por sua vez reflete na continuidade do curso.

Agradeço especialmente ao grupo imbatível Daniele Gomes, Elisa Barbosa, Gabriela Almeida, Henrique César, Ianize, Jackson Moraes, Joaquim Vinicius, Letícia Aires, Lucas Dias, Mariana Martins, Rayanne Cugler, Talita Gonzaga, Thayse Grunewald, Vanderlei Lima, pessoas que me fizeram muito feliz. Pudemos compartilhar muitos momentos engraçados e discutir diversas questões sociais ao longo do curso, muitas das brincadeiras me fizeram chorar de tanto rir, as aulas não teriam sido as mesmas sem eles. A faculdade teria sido monótona sem poder

vivenciar momentos como o calorímetro prestes a explodir, o Henrique surtando no laboratório, aulas pedagógicas que marcaram pelas discussões polêmicas.

Agradeço ao IFRJ *campus* Duque de Caxias cujo coletivo de professores possui uma visão diferenciada de tratar o licenciando. Tive muitas oportunidades de conversar formal e informalmente com docentes que foram, sobretudo, simpáticos e motivadores. Agradeço aos amigos que fiz na instituição que me mantiveram feliz dentro de um espaço e me ensinaram princípios e valores e trocaram experiências satisfatórias.

EPÍGRAFE

“Mas não temerei dizer que penso ter tido muita felicidade de me haver encontrado, desde a juventude, em certos caminhos, que me conduziram a considerações e máximas, de que formei um método, pelo qual me parece que eu tenha meio de aumentar gradualmente meu conhecimento, e de alçá-lo, pouco a pouco, ao mais alto ponto, a que a mediocridade de meu espírito e a curta duração de minha vida lhe permitam atingir. Pois já colhi dele tais frutos que, embora no juízo que faço de mim próprio eu procure pender mais para o lado da desconfiança do que para o da presunção, e que, mirando com um olhar de filósofo as diversas ações e empreendimentos de todos os homens, não haja quase nenhum que não me pareça vão e inútil, não deixo de obter extrema satisfação do progresso que penso já ter feito na busca da verdade e de conceber tais esperanças para o futuro que, se entre as ocupações dos homens puramente homens, há alguma que seja solidamente boa e importante, ouse crer que é aquela que escolhi.” (René Descartes)

RESUMO

Os textos de divulgação científica são materiais didáticos que ensinam a ciência por meio da linguagem literária. O presente trabalho visa utilizar tais textos e estudar sua aplicação em sala de aula, além de verificar o potencial pedagógico desse material. Por estar inserido em um contexto de Ensino de Química, o caminho desse trabalho será a História das Ciências. Esse trabalho de conclusão de curso usará da interdisciplinaridade com o intuito de propor alternativas metodológicas que visem ao enriquecimento do conteúdo de Química. A metodologia utilizada foi uma leitura de artigos publicados na área de Educação e História das Ciências, seguida de uma descrição metodológica do material aplicado, e análise do mesmo. A aplicação dos textos permitiu enxergar os pontos favoráveis a aplicação e as fragilidades que o docente deve preocupar-se antes de usar os textos em sala. O trabalho foi aplicado em um projeto comunitário cujo perfil de aluno são jovens adultos que concluíram ou estão concluindo o Ensino Médio na rede pública e almejam ingressar na faculdade. Constatou-se que alguns fatores como o tempo de aula e o excesso de informações contidas no texto podem dificultar a dinâmica de aula. Solucionou-se tais problemas com definição de objetivo e seleção de informações contidas no texto para dinamizar o tempo. A pesquisa almeja contribuir com a leitura dentro de sala de aula como forma de inserir o aluno nos textos científicos, sendo essa inclusão um meio de divulgar a ciência, e conseqüentemente trabalhá-la de forma diferenciada.

Palavras-chave: História das Ciências, divulgação científica, interdisciplinaridade

ABSTRACT

The texts of scientific dissemination are didactic materials that teach science through literary language. The present work aims to use such texts and to study their application in the classroom, besides verifying the pedagogical potential of this material. Being inserted in a context of Teaching Chemistry, the path of this work will be the History of Science. This work uses interdisciplinarity with the purpose of proposing methodological alternatives that aim at enriching the content of Chemistry. The methodology used was a reading of articles published in the area of Education and History of Science, followed by a methodological description of the material applied, and analysis of the same. The application of the texts allowed to see the points favorable to application and the weaknesses that the teacher should care about before using the texts in the classroom. The work was applied in a community project whose student profile are young adults who have completed or are finishing high school in the public network and are seeking to enter college. Some factors such as the class time and the excess of information contained in the text could hinder the classroom dynamics. These problems were solved by defining the objective and selecting information contained in the text to dynamize the time. The research aims to contribute to the reading within the classroom as a way of inserting the student in scientific texts, this inclusion being a means of disseminating science, and consequently working it in a differentiated way.

Keywords: History of Science, scientific dissemination, interdisciplinarity

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. OBJETIVO GERAL	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. JUSTIFICATIVA	14
4. PRESSUPOSTO	15
5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
5.1. A CIÊNCIA QUÍMICA PRECISA DE UMA BOA LEITURA?.....	16
5.2. UM POUCO DE História das Ciências PARA ENSINAR QUÍMICA.....	21
5.3. TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, POR QUE USÁ-LOS EM SALA DE AULA?.....	25
6. DESENHO METODOLÓGICO	28
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	49

1. INTRODUÇÃO

Entendendo a Química como uma ciência que atraiu pesquisadores do mundo inteiro e foi construída por vários cientistas no decorrer da sua história, o presente trabalho visa fazer uma pesquisa sobre a leitura de textos científicos como uma ferramenta potencializadora da compreensão da linguagem Química situada em um determinado momento da história. Aplicando uma metodologia interdisciplinar entre o conteúdo específico de Química e a história da construção desse conteúdo.

Os textos de divulgação científica se inserem em um gênero cujo intuito é ensinar um conhecimento científico por meio de uma linguagem mais popularizada, caracterizada pelos elementos jornalísticos e os assuntos do cotidiano (SOUZA e ROCHA, 2017, p. 326). Isto é, seu intuito é divulgar a ciência por meio de uma leitura que provoque o interesse do público leigo. A metodologia explorada foi a leitura de textos de divulgação científica como uma ferramenta capaz de impulsionar o diálogo necessário entre a Química e o seu desenvolvimento histórico. Aplicaram-se, portanto, quatro textos retirados do livro *tio Tungstênio* e adaptados para o tempo de aula.

Para embasar a pesquisa, utilizou-se referencial teórico para responder questões sobre o ensino de História das Ciências na disciplina de Química. Tal embasamento é importante para sustentar uma ideia que é a necessidade de ensiná-la dentro de sala de aula. A literatura referente ao Ensino de Química comumente critica as aulas de Química como aulas esterilizadas, ou seja, que não provocam estímulos aos alunos a gostarem da disciplina. O caminho escolhido nessa pesquisa para gerar estímulos aos alunos a gostarem das teorias químicas, foi abordar a construção histórica daquele conhecimento produzido.

O trabalho investigou o *potencial pedagógico* dos textos de divulgação científica em sala de aula (LEFRANÇOIS, 2008, p. 55). A partir desses textos é possível ensinar Química? O trabalho analisa a experiência de aplicação em sala de aula, apontando os desafios encontrados e sugestões de soluções para uma aplicação mais adequada. O enfoque dos

textos é a História das Ciências, mostrando como foi o desenvolvimento de uma determinada ideia. Como o texto de Mendeleiev (**anexo H**) que abordou historicamente a produção da tabela periódica e como ela foi elaborada pelo cientista e qual foi sua ideia para construí-la.

Os textos de divulgação científica foram aplicados em projeto de pré-vestibular comunitário cujo público majoritariamente vem da educação pública. Com base nisso, um dos intuitos da aplicação era contribuir no processo de leitura dos alunos que estavam se preparando para enfrentar o desafio do vestibular. Entendendo a importância da leitura, a pesquisa almeja contribuir como um estímulo a futuras pesquisas no campo da leitura e Ensino de Química.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Propor uma metodologia que estimule a leitura de textos de divulgação científica cuja proposta seja estabelecer uma relação dialógica entre a teoria científica e sua construção histórica e preferencialmente que inclua as perspectivas filosóficas que impulsionaram tais estudos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Fazer uma revisão bibliográfica de textos que discuta a importância do processo de leitura e escrita para ensinar História das Ciências na educação básica. Aplicar os textos de divulgação científica na abordagem da relação interdisciplinar entre Química e História, pela leitura de textos em sala de aula. Relatar a experiência do uso de uma abordagem interdisciplinar para o aprendizado dos temas: tabela periódica, eletrólise, estrutura da matéria e conservação da massa a partir do uso de metodologia envolvendo a leitura de textos de divulgação científica. Explicitar os pontos positivos da aplicação e as eventuais fragilidades da metodologia utilizada.

3. JUSTIFICATIVA

O presente trabalho visa corroborar com materiais pedagógicos voltados para o ensino de ciências através da leitura, visto que um dos grandes desafios no Brasil é justamente a dificuldade que uma parcela de alunos encontra para interpretar textos. Uma realidade comum no ensino de Química é o aluno não gostar das teorias porque não consegue entender as definições descritas em livros ou em materiais disponibilizados no mundo virtual. Este trabalho busca apresentar, através da leitura de quatro textos que mergulham na História das Ciências, uma abordagem interdisciplinar dos temas pertinentes ao campo da Química. O intuito é avaliar o potencial que a leitura de textos em sala tem para sanar os desafios da leitura científica dos alunos.

4. PRESSUPOSTO

Metodologias interdisciplinares podem estabelecer uma conexão entre o conteúdo de Química e a História das Ciências. Sendo assim, podem ampliar o entendimento do aluno sobre a Química. Se tais metodologias forem aplicadas na forma de uma leitura dinâmica em sala de aula, esta seria capaz de ajudar a solucionar duas dificuldades comuns dentro de sala de aula, a saber, a resistência à leitura e, conseqüentemente, a dificuldade de ler e interpretar texto. Assim, a partir de uma metodologia interdisciplinar seria possível desconstruir a perspectiva negativa que o aluno tem sobre a disciplina de Química.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1. A CIÊNCIA QUÍMICA PRECISA DE UMA BOA LEITURA?

A ciência tem uma raiz histórica pautada no positivismo científico que os estudiosos da ciência entendem como uma abordagem neutra do conhecimento, além de enxergar essa como um caminho capaz de corrigir as mazelas da sociedade (DELIZOICOV, 2009, p. 19). A partir da leitura da análise dos livros didáticos feita por Navarro (2015, p. 55), no campo da Química, comumente as definições das teorias científicas sobre a natureza da matéria não são ensinadas dentro de seu contexto histórico. O mais recorrentemente encontrado é a definição teórica propriamente dita ou quando o autor tem uma preocupação com seu contexto, situa o conhecimento produzido por um determinado cientista em uma determinada época sem mergulhar, ou seja, demonstrar de uma forma mais didática a construção desse conceito.

O conhecimento químico é comumente lido com base no entendimento de que as definições teóricas são autoexplicativas, sendo assim a leitura de um texto contido no livro por si só seria suficientemente capaz de gerar conhecimento para o aluno. A realidade presente em sala de aula diz que esse entendimento está ficando ultrapassado e necessita ser desconstruído, considerando que a tecnologia e as informações contidas em plataformas de pesquisa, redes sociais e plataformas de vídeos está cada vez mais acessível e utilizada.

Para situar o leitor em relação a ideia que fundamenta o diferencial, sob o meu olhar, nesse trabalho é preciso explicitar um pouco sobre conceitos de linguagem. Uma das concepções de linguagem que utilizo para embasar esse trabalho é a do círculo bakhtiniano,

“trata a linguagem não como um sistema abstrato, mas como um diálogo cumulativo, uma criação coletiva. Segundo Bakhtin, não existe uma realidade de linguagem fora do diálogo entre o eu e o outro, entre os muitos eus e os muitos outros, e este dialogismo constitui o eixo central da sua teoria. Segundo Bakhtin, o homem é histórico-social; ele historiciza a linguagem. A compreensão verbal é processada pelo homem a partir de sua ligação com a vida. Um enunciado se produz num contexto que é social, sempre dialógico, sempre uma relação entre pessoas. A experiência discursiva

individual vai se formar na interação com os enunciados individuais alheios. Neste sentido um enunciado está repleto de matizes dialógicos, e nosso pensamento será fruto de uma interação com pensamentos alheios; a palavra outrem que se torna palavra própria. Não se pode, portanto, ignorar a relação dialógica do enunciado. Em caso contrário, estaríamos ignorando a relação entre a linguagem e a vida questão fundamental nas obras de Bakhtin..." (NUNES E KRAMER, 2011, p. 26)

A importância de fazer essa ponte linguística em sua história está no fato de aproximar o aluno do porquê aprender um determinado conhecimento em Química. O trabalho da História das Ciências é um caminho de estímulo ao aluno compreender a linguagem científica. Em conversas informais com alunos fica notório a dificuldade deles entenderem que ciência é uma forma de linguagem, saber uma determinada fórmula é compreender como um determinado fenômeno se comporta de forma mensurável matematicamente. Uma das fórmulas que ensinamos no ensino médio regular é a lei dos gases ideais ($P.V = n.R.T$), alguns dos alunos tem aversão a essa fórmula, porque não enxergam o que ela significa em termos químicos. A fórmula matemática nos ajuda a concluir que se estimularmos as moléculas por meio de uma temperatura, conseguimos produzir trabalho, e isso tem aplicação direta nas máquinas a vapor. Contudo esse entendimento requer sensibilidade com a linguagem exata, linguagem essa que possui uma história. Fazendo uma *transmutação* com o conceito de linguagem bakhtiniano explicitado por:

"Se partirmos do conceito bakhtiniano de que fazer ciência humana é trabalhar texto, assumir a questão da multiplicidade, do inacabamento e do contexto como parte do texto é fundamental. O objeto das ciências humanas é também um sujeito que fala. Neste sentido, Bakhtin (1982) propõe uma outra forma de conhecimento científico, que não se sustenta na exatidão, na precisão, na imediaticidade, mas na importância de trazer o discurso da vida para dentro da ciência, da arte e da própria vida." (NUNES E KRAMER, 2011, p. 28).

Nesse sentido podemos entender a Química como uma ciência historicamente construída, sendo assim possui uma linguagem própria, ou seja, ela possui termos considerados específicos para descrever os fenômenos naturais que podem ser abordados tanto sob uma perspectiva macroscópica da matéria e quanto sob uma microscópica. Dessa forma,

deveríamos ensinar Química por meio de uma linguagem que carrega um vocabulário cujo sentido está nos estudos científicos da área em um determinado momento da história, pois assim inseriríamos os alunos no sentido daquele conhecimento. É entender que sentido possui tempo e grupo de sujeitos. Exemplificando a ideia, costumamos ensinar o conceito de substância simples e composta para o aluno do Ensino Médio Regular. O conceito de substância tem uma construção histórica na ciência. Os cientistas que estudaram Química anteriormente ao conceito de elemento químico definido pela configuração eletrônica, utilizavam a expressão “substância simples” para identificar qualquer substância que não passava por transformações químicas ou não se decompunha em mais de uma substância visível em um processo físico como aquecimento. Por outro lado, as que passavam por transformação química ou se decompunham em mais de uma substância mediante um processo físico eram designadas por “substância composta” (LACERDA; CAMPOS; MARCELINO JUNIOR, 2012, p. 75). Sendo assim, essa conceituação faz muito mais sentido em um determinado contexto histórico, devido a evolução da Química quando entendeu-se a configuração eletrônica, os elementos passaram a ser identificados ao invés de serem generalizados, a própria classificação em substância simples e composta já não é mais tão usual quanto já foi um dia.

Nesse sentido, para uma abordagem mais pautada no ensino de ciências, cabe citar o que Nigro (2007, p.30) diz sobre a relação entre linguagem e ciências:

“Assim, na nossa opinião podemos dizer que a linguagem, nos dias de hoje, coloca-se como um importante astro em cena dentro do espetáculo da educação em ciências. Nesse ato no qual a linguagem tem papel de destaque, três panos de fundo formam o cenário principal. Um destes panos de fundo é caracterizado por uma mudança de visão do ensino-aprendizagem de ciências: de uma perspectiva transmissiva para uma mais sócio-construtiva. Outro é caracterizado pela penetração da ideia de que as ciências constituem-se um universo cultural próprio e educar em ciências pode ser entendido como possibilitar acesso a essa cultura específica. Finalmente, o terceiro pano de fundo se constitui na propagação da ideia coerente com uma concepção funcionalista de

linguagem: de que a linguagem das ciências é parte constitutiva da cultura científica.” (NIGRO, 2007, p.30)

A partir dessa reflexão, enfatiza-se que a ciência possui um universo de palavras, de conceitos e teorias que o autor define como universo cultural, e esse universo manifesta-se, também, pela linguagem, pelas discussões em sala de aula, pelas interações entre os alunos, pelas mídias, redes sociais. Toda essa cultura científica se comunica por meio de um linguagem considerada científica.

Nesse sentido o ato de ler não é somente uma decodificação de um texto, e sim uma possibilidade de tornar-se um sujeito capaz de interpretar e compreender uma linguagem:

“A leitura constitui também uma prática social, pela qual o sujeito, ao praticar o ato de ler, mergulha no processo de produção de sentidos, e esta tornar-se-á algo inscrito na dimensão simbólica das atividades humanas. Sendo assim, falar em atividades humanas, aqui, é tratar de uma linguagem, do recurso pelo qual o homem adentra o universo da cultura, configurando-se com um ser culto, racional e pensante.” (KRUG, 2015, p.3).

A partir dessa ideia, podemos pensar que formar um aluno capaz de fazer a leitura da ciência química é importante para torná-lo hábil para compreender e interpretar a linguagem científica. No livro *Nunca Pura* de Steven Shapin (2013, p. 18), ele discute um fenômeno social de tratar a ciência de modo sacralizado, ou seja, a ciência está sendo entendida como uma espécie de religião, na qual os sacerdotes/profetis são os cientistas. A ciência está determinando princípios e valores sociais, determinando como as pessoas devem viver ou se alimentarem, as pessoas leem artigos científicos divulgados nas redes sociais, na internet e tratam-nos como se fossem verdadeiros mandamentos. Diante essa realidade social é importante formar alunos leitores de Química hábeis em discernir o que é um trabalho científico e como dialogá-lo com sua vida, e o que é um mito científico. Apenas a título de ilustração, nota-se como atualmente se tornou moda as pessoas mudarem seus hábitos alimentares após uma leitura a respeito de determinado alimento que possivelmente causa câncer ou faz mal a saúde, sendo que diretamente na imprensa técnica,

encontram-se muitas informações vagas, pouquíssimo esclarecimento de como funciona o mecanismo bioquímico e o real motivo de fazer mal a saúde, todavia nessa fonte aparecem termos científicos como nomes de substâncias, termos relacionados a pesquisa e, evidentemente, o nome de um pesquisador, daí as pessoas dão a esses textos credibilidade científica.

A autora Krug (2015, p. 3) nos traz um entendimento de leitura como um processo além de decodificação do texto, quando ela ressalta uma prática social, significa dizer que o sujeito lê, e apropria-se do conhecimento encontrado no texto. Uma vez que o sujeito apropriou-se do conhecimento, ele utilizará desse conhecimento para relacionar-se com as pessoas, um exemplo disso é observar como os discursos científicos estão sendo cada vez mais utilizados em discussões, tornando-se argumentos de autoridade.

Para que o aluno possa aprofundar-se no conhecimento químico e tornar-se mais do que um sujeito leitor e consumidor do conhecimento, e efetivamente tornar-se um sujeito produtor do conhecimento é necessário promover trabalhos de leitura em sala de aula:

“É impreterível que se promova um trabalho produtivo da leitura, a fim de contribuir para a formação do sujeito leitor, de forma que possa identificar-se no texto, ou nas suas leituras plurais, não somente como um consumidor de livros, e sim, um produtor destes à medida que preenche as lacunas existentes na obra lida, mergulhando na ambiguidade dos textos e encontrando significados mais profundos nas entrelinhas dos textos. Percebe-se, dessa forma, quão importante é a habilidade de leitura, que ultrapassa os limites da decodificação, efetivando-se como ação, que prepara leitores capazes de participarem da sociedade na qual estão inseridos e, acima de tudo, exercendo o direito e o dever de transformá-la. Para que isso ocorra, necessariamente, recorre-se à disponibilidade do professor, para agir como mediador do processo, atentando para o caráter social do ato de ler. Com efeito, no momento da leitura, trocam-se valores, crenças, gostos, que não pertencem somente ao leitor, nem tão-somente ao autor do texto, mas, sobretudo, a um conjunto sociocultural.” (KRUG, 2015, p.4)

Com essa citação podemos finalizar e responder o questionamento inicial da seção: sim, para o aluno tornar-se hábil na leitura científica no campo da Química, é necessário fazer uma boa leitura, uma que aprofunde-se no conhecimento científico, uma que não esteja limitada a

discursos prontos e óbvios. Então, com intuito de fomentar a leitura de conhecimentos científicos pertencentes à Química, o trabalho visa levar textos de divulgação científica para serem trabalhados em sala de aula estimular a leitura dos alunos.

5.2. UM POUCO DE História das Ciências PARA ENSINAR QUÍMICA

Os livros didáticos devem ser utilizados como guia para o professor e devem ser descritos como uma espécie de manual que qualquer leigo no tema possa ler e entender o assunto mencionado (SOETARD, 2010, p. 32). Os livros didático-científicos utilizados para ensinar Química apresentam as conclusões da ciência sem mergulhar na sua construção (MARTINS, 2006, p. 21). O autor Soetard traz uma biografia de Johann Pestalozzi que foi um pedagogo que dedicou-se ao ensino de crianças e adolescentes em orfanatos e à formação dos professores. Uma das propostas de Pestalozzi foi a construção do, atualmente conhecido, livro didático. Esse livro seria um material impresso que guiaria as aulas do docente e seria utilizado pelo aluno como uma fonte de conhecimento em que ele pudesse buscar as informações estudadas em sala de aula. Já Martins escreve um artigo, que aborda a História das Ciências no ensino, disponibilizado na *internet*. Para esse autor, os livros didáticos não trabalham o conhecimento científico da Química sob um viés de construção histórica, tampouco aprofundam a História das Ciências. Os livros didáticos apresentam os conhecimentos de forma descritiva como um dicionário, muito apegados a definição. Descrever um determinado fenômeno é muito importante para que o aluno tenha acesso a uma visão mais primitiva sobre o assunto, não dá para esperar, por exemplo, que o aluno que nunca viu Química saiba minimamente o que é um elétron, é necessário defini-lo primeiro. Porém, a crítica do autor é justamente a limitação do livro didático as definições científicas já concluídas pela ciência. É difícil encontrar um livro que aprofunde e mostre o desenvolvimento daquele conhecimento. No caso do elétron, é difícil encontrar um livro que situe o aluno em momentos históricos que tornou-se importante debater o que seria um elétron e porque ele é real. Para

Martins (2006, p. 22), não fazer a construção histórico-social da ciência em sala de aula estimula uma visão distorcida da ciência. Alimenta os alunos a criarem a falsa ideia de que a ciência é uma verdade universal absoluta, e não um conhecimento produzido por seres humanos que está o tempo todo vulnerável a novas argumentações científicas que refutem as teorias existentes.

Com intuito de suprir a lacuna existente nos livros didáticos, os docentes que visam ao ensino de ciências como uma porta de entrada para incentivar os alunos a conhecerem a ciência como um método investigativo que possui raízes históricas e sociais, pode-se utilizar textos históricos em sala de aula.

“Uma das possibilidades muito utilizada, nos dias atuais, são os textos históricos com fins pedagógicos. Os textos históricos são materiais didáticos construídos tomando como base um estudo de um determinado episódio histórico. Eles apresentam, também, vários aspectos da Natureza da Ciência, os quais, atualmente, vêm se mostrando como de suma importância para uma elaboração mais estruturada do que é ciência.” (SILVA, 2012, p.7).

Com base nessa argumentação, o presente trabalho visa corroborar com uma abordagem que enfatiza a História das Ciências, adaptando capítulos encontrados no livro *Tio Tungstênio*, de Oliver Sacks, para serem trabalhados em sala de aula.

“Além disso, os textos históricos também podem propiciar a leitura de textos científicos, servir de momento reflexivo para os estudantes a partir do momento que muito dos modelos criados por eles podem ser postos em paralelo com modelos pensados por cientistas em épocas passadas, favorecer o debate, a arguição e a argumentação escrita e oral.” (SILVA, 2012, p.8).

Propor textos científicos para serem lidos em sala de aula é uma forma de fazer o aluno praticar a leitura. Silva (2012, p. 3) expõe a leitura da história de um *fazer científico*, entendendo essa expressão como uma metodologia científica que passou por uma visão de mundo do cientista influenciada pelo contexto histórico-social no qual está inserido.

Simplificando em um exemplo: comumente os docentes da área de ciências biológicas e exatas ensinam que para elaborar uma teoria

científica, é necessário um método rigoroso para provar por meio de argumentações empíricas que aquela teoria é verdadeira. Quando se lê um livro didático de Biologia, Física ou Química, geralmente o livro apresenta essa afirmação como verdadeira, reforçando assim o que foi exposto. E sim, a afirmação não é falsa, ela tem embasamento científico. O que o autor (SILVA, 2012, p. 5) apresenta como reflexão é a inserção do contexto histórico na aula de ciência e situar o cientista como um indivíduo que não constrói a ciência por iluminação divina, mas por um método científico pautado em uma visão de mundo.

Continuando a ilustração do pensamento citado, um docente pode explicar em uma aula a constituição da matéria e o desenvolvimento histórico do modelo atômico. Essa aula é, digamos, um clássico do Ensino de Química, eu mesmo já a lecionei algumas vezes. Nela, o docente ensina como o modelo atômico evoluiu historicamente, começando por Leucipo/Demócrito, depois Dalton, J. J. Thomson, Rutherford, e finalmente Bohr. Para adequar o tempo, as informações dadas em sala de aula são as conclusões desses cientistas. Os livros didáticos mostram essa construção histórica do modelo atômico. Para Silva (2012, p. 5), o cientista precisa ser situado na história, como por exemplo Dalton que teve sua formação em matemática, disciplina que ele lecionou por alguns anos (VIANA, 2007, p. 7), mesmo assim contribuiu de modo bastante significativo na Química. Essa informação é interessante para mostrar que o conhecimento pode ser dialogado nas diversas áreas. Em sua época havia uma grande dúvida em relação ao fenômeno da chuva. A ideia dominante era da água formar uma combinação com os gases da atmosfera, como uma espécie de simbiose química, e, posteriormente, precipitar em forma de chuva. Dalton não acreditava nisso e estava inclinado a entender que havia na realidade uma mistura gasosa cujas substâncias eram independentes, elas não estavam combinadas e sim um fluído aquoso em forma de vapor difuso nos gases da atmosfera (VIANA, 2007, p. 8). Esse contexto é a chave do entendimento científico. Uma aula que expõe apenas a conclusão de uma partícula indivisível como uma bola de bilhar não é suficiente para

o aluno entender o que de fato é a ciência. Na realidade, mostrar apenas a conclusão é uma brecha para os alunos criarem ideias errôneas sobre o cientista e como ele *faz* ciência.

A essência do pensamento da História das Ciências é questionar, antes de apresentar uma teoria formulada por um cientista, quem foi o autor desse pensamento? O que tornou seu pensamento diferente em sua época? Por que ele ficou conhecido? O que ele provocou de mudança na comunidade científica? Quando tais perguntas são satisfeitas em sala de aula, o docente encontrou um caminho mais adequado para ensinar a ciência como ela deve ser ensinada. Embora para ensinar Química sejam necessárias as formalidades do método científico e entender minimamente os fenômenos da natureza para então explicitá-los, caminhar nos trilhos da ciência e seu contexto histórico torna-se uma alternativa agradável para ensinar Química em sala de aula.

Estudar a História das Ciências permite enxergar que o cientista, antes de ser uma mente brilhante, é um ser humano dotado de caráter, ou seja, ele possui qualidades e defeitos, está vulnerável ao erro (BASSALO, 1992, p. 58). O artigo *A importância do estudo da História das Ciências*, de Bassalo (1992, p. 62), é bastante claro quanto ao caráter humano do cientista, sendo esse um sujeito situado em um momento da história, e o mesmo está em uma posição social prestigiada pelo seu trabalho científico. Nesse artigo o autor traz alguns casos de cientistas famosos que polemizaram o mundo científico pelas suas ideias e chocaram com suas falas e posturas um tanto diferentes dos seus trabalhos acadêmicos. Nesse sentido, fazer a leitura histórica do cientista junto ao seu trabalho acadêmico é fundamental para construir um conhecimento científico mais adequado e motivador para o aluno, em vista que aproxima o aluno do cientista, pois assim ele o entende como um ser humano e não um sujeito iluminado.

5.3. TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, POR QUE USÁ-LOS EM SALA DE AULA?

Entendendo que os livros didáticos não são materiais completos e que não contêm todas as ferramentas pedagógicas para ensinar os conteúdos de Química, pode-se enxergar nos textos de divulgação científica uma ferramenta bastante útil para ensinar a História das Ciências.

“Entre as vantagens advindas da utilização desta variedade de textos no contexto escolar destacam-se: o acesso à informação, a possibilidade de contextualização de conteúdos e a ampliação da discussão sobre questões atuais dentro da sala de aula. Vale ressaltar ainda, o desenvolvimento de habilidades de leitura, o domínio de conceitos, de formas de argumentação e a familiarização de certos termos científicos, tais como clonagem, radicais livres, camada de ozônio, ultravioleta, efeito estufa entre outros. Desta forma, o texto de divulgação científica se torna um material interessante, rico e sintonizado com o cotidiano quando passa a constituir a “ponte” entre os conteúdos curriculares e o mundo do aluno, fazendo conexão entre o que se aprende na escola e o que está fora dela.” (ROCHA, 2012, p. 50).

Esse material permite uma abordagem científica mais substancial para o aluno, visto que ele trabalha com conhecimentos científicos presentes no cotidiano e trabalha com uma linguagem mais próxima do leitor. A problemática do livro didático é que o mesmo é um material informativo, com o objetivo de conter as informações necessárias e básicas para construir um determinado conhecimento. No texto de divulgação científica, além de ter uma preocupação de conter informações, existe um cuidado com a linguagem que é utilizada. Segundo Ferreira (2012, p. 4), esses textos fogem de uma linguagem tácita específica para o público entendedor da ciência e volta-se para o público leigo.

Apoiando-se em Terrazan (2003, p. 1), esse gênero textual possui uma vantagem em relação aos materiais didáticos, os textos de divulgação científica são procurados pelo público leitor que almeja informar-se sobre assuntos científicos. São textos que abordam a ciência, mas não se aprofundam nas formalidades científicas, buscam uma linguagem mais flexível para o leitor compreender as ideias presentes no texto. As formalidades podem ser entendidas como os detalhes

específicos, o rigor nas definições e a simbologia matemática encontradas na ciência química. Outra vantagem mencionada:

“costumam apresentar os conhecimentos científicos a partir do tratamento de suas aplicações, ou através de explicações sobre a construção, o funcionamento e os usos de aparatos tecnológicos, ou ainda do estudo de fenômenos presentes no cotidiano das pessoas”. (TERRAZAN, 2003, p. 2).

Os livros didáticos, em sua maioria, abordam os resultados finais da ciência e geralmente são apresentados como verdades irrefutáveis (TERRAZAN, 2003, p. 2). Isso significa dizer que o livro não diz que tal conhecimento é uma verdade absoluta, mas permite essa leitura pelo aluno. Uma vez que o texto presente no livro não trabalha a construção desse conhecimento científico, tampouco faz uma crítica sobre o entendimento do mesmo, o aluno pouco experiente com a ciência criará uma ideia de que tal conhecimento é uma verdade irrefutável. Exemplificando, os livros didáticos de Química ao entrar no modelo atômico, apresentam uma abordagem quântica da matéria, muitas vezes não descrevem os experimentos que levaram a essa abordagem, não delineiam a mudança de abordagem mostrando a diferença do entendimento clássico da matéria e o entendimento quântico, tocam muito superficialmente os conceitos quânticos, portanto a leitura dessa abordagem será uma leitura baseada em um mito de que aquele material contém uma verdade absoluta da Química. Em contrapartida:

“No entanto, em TDCs (textos de divulgação científica) encontramos discussões sobre os processos de produção dos conhecimentos científicos, o que pode auxiliar o leitor a formar imagens/idéias mais adequadas do que seja o “fazer científico”, diminuindo o grau de mistificação ou de exaltação ou ainda de recusa que costuma permear a imagem pública da Ciência. Os TDCs algumas vezes costumam enfatizar as novas idéias relacionadas a “conhecimentos de ponta”, bem como certas limitações, evidenciando as possibilidades de ruptura com conhecimentos já estabelecidos.” (TERRAZAN, 2003, p. 2).

O autor também faz uma análise do discurso contrário a utilização de textos de divulgação científica em sala de aula:

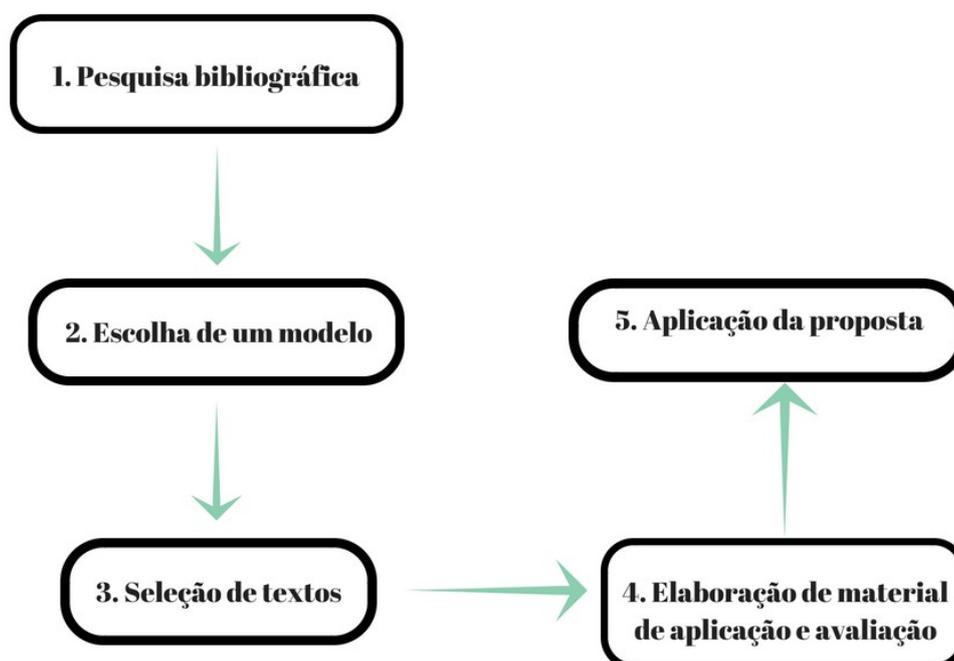
“Por outro lado há questionamentos sobre o uso didático de TDCs. É importante ressaltar que em geral estes textos usam uma linguagem direta, abordam o assunto de forma simples e não possuem uma preocupação explícita de ensinar conceitos científicos. Por este motivo, algumas vezes, apresentam informações distorcidas ou de forma pouco rigorosa, o que pode contribuir para que os leitores construam/reforcem concepções erradas/equivocadas sobre os conhecimentos científicos abordados no texto. Isto não invalida a utilização didática dos TDCs, pois mesmo em LDs (livros didáticos) encontramos efetivamente erros conceituais e nem por este motivo deixamos de utilizá-los. O importante é que, se o professor resolver utilizar TDCs em suas aulas, ele deve se responsabilizar em relacionar as informações existentes no texto com os conhecimentos prévios dos alunos, de maneira, que estes tenham maiores chances de atribuir significados adequados a estas informações.” (TERRAZAN, 2003, p. 3).

O texto de divulgação científica por si só não é capaz de construir sozinho uma base sólida no aluno. Desse modo, o docente, ao trabalhar o texto em sala de aula, precisa estar munido de uma base científica bastante sólida para não deixar que entendimentos errôneos ou fragilizados sobressaiam em sala de aula.

6. DESENHO METODOLÓGICO

A presente pesquisa foi feita em cinco etapas propostas e esquematizadas na figura 1. Sendo a primeira, uma pesquisa bibliográfica sobre a relação entre divulgação científica, interdisciplinaridade e ensino de química. Nessa etapa, fez-se a leitura de artigos e materiais que visavam esclarecer essas temáticas, e selecionaram-se argumentos presentes neles para embasar o referencial teórico da pesquisa. A segunda etapa consistiu na escolha de um modelo de aplicação e a interdisciplinaridade a ser usada. O modelo foi fazer uma leitura textual em conjunto com os alunos para que pudessem exercitar a prática da leitura e acostumarem-se com a linguagem textual. A interdisciplinaridade presente no texto é a História das Ciências junto com os conceitos químicos. A terceira etapa consistiu na seleção dos textos a serem trabalhados em sala de aula, eles são: Robert Boyle e a concepção da matéria (**Anexo B**), Antoine Lavoiser e o flogisto (**Anexo D**), Humpry Davy: eletrólise (**Anexo F**), A tabela de Mendeleiev (**Anexo H**). Os textos foram retirados do livro *Tio Tungstênio* (SACKS, 2002), e adaptados para que pudessem ser trabalhados em dois tempos de aula, aproximadamente uma hora e meia.

Figura 1 - Esquema da metodologia



Para a aplicação (quarta etapa), elaborou-se a metodologia descrita nos planos de aula encontrados em anexo. Tais planos são: Robert Boyle e a concepção da matéria (**Anexo A**), Antoine Lavoiser e o flogisto (**Anexo C**), Humpry Davy: eletrólise (**Anexo E**), A tabela de Mendeleiev (**Anexo G**). Os textos os quais foram trabalhados, também, estão em anexo. Os textos são: Robert Boyle e a concepção da matéria (**Anexo B**), Antoine Lavoiser e o flogisto (**Anexo D**), Humpry Davy: eletrólise (**Anexo F**), A tabela de Mendeleiev (**Anexo H**). Na quinta etapa, aplicou-se a proposta: escolha das turmas em que as propostas foram executadas, perfil dos alunos, especificidades (tempo de aula, recursos aplicados, dinâmica da aplicação).

Importante ressaltar que a metodologia foi pensada para a realidade dos alunos do pré-vestibular comunitário. Sobre o CEASM e o seu perfil de alunado, trata-se de um espaço localizado na entrada do complexo da maré. O objetivo dele é ingressar alunos da maré dentro das universidades públicas, tendo em vista que os mesmos não têm condições de pagar um curso preparatório, ou uma universidade privada. O espaço segue a perspectiva freiriana de educação popular e atende aos alunos

oriundos do ensino público. Por ser de educação popular, os alunos estão dentro do perfil da EJA, alunos jovens adultos que trabalham/estudam de manhã/tarde e vão para o curso à noite. Nesse local é comum encontrar alunos que encontram muitas dificuldades em Química devido à formação não muito adequada do sistema público de ensino; aqui incluem-se vários fatores como: a escola não tinha professor de Química, o professor de Química não era formado em Química, mas dava aula disciplina, o professor não entendia seu compromisso com o Estado, falta de incentivo familiar ao estudo, não entendimento do seu lugar na escola, entre outros. Da mesma maneira, encontram-se no espaço educacional alunos mais avançados nessa área da ciência. Nesse sentido, o público-alvo são os alunos oriundos das escolas do Estado e do Município, de faixa etária entre 17 anos a 65 anos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro texto (**Anexo B**) foi aplicado no Centro de Ações Solidárias (CEASM) no Complexo da Maré. No início da aula, um texto (**anexo B**) foi distribuído para cada aluno, em vista de que naquele momento o espaço tinha condição de fazer a impressão do texto para cada um. Em seguida, o docente perguntou aos alunos como eles preferiam fazer a leitura do texto, se preferiam fazer uma leitura corrida e comentários após a leitura, ou, se preferiam fazer a leitura de um parágrafo e comentários sobre o mesmo. Essa dinâmica foi discutida tendo em vista que o docente acredita que a metodologia proposta por ele mesmo no plano de aula não é um roteiro experimental rigoroso que ele precisa seguir sem analisar o contexto em que está inserido, é uma sugestão de abordagem metodológica em sala de aula com a flexibilidade de aplicação e ajustes.

Os alunos optaram por ler um parágrafo e comentá-lo. Para incentivar e exercitar a leitura, o docente insistiu que um aluno se voluntariasse para ler. Pela timidez dos alunos e o receio de “ler mal” ficar claro para os outros, os alunos demoraram a se candidatar. Nesse momento é muito importante deixar claro para o aluno a importância da leitura como um exercício da linguagem e como um exercício para vencer barreiras da timidez. Os alunos se candidataram e, no decorrer de sua leitura, as suas dificuldades de ler ficaram muito perceptíveis. Nesse momento não foram feitas muitas correções, a fim de dar espaço à sensibilidade do que é oportuno corrigir, e o que não é oportuno corrigir. Por serem alunos com muitas dificuldades em várias disciplinas, corrigir cada palavra do aluno em um momento como esse pode desencadear um sentimento de desestímulo sobre a dinâmica da aula, uma vez que é possível que o aluno se sinta inferior ao docente e envergonhado diante dos colegas por ter lido “mal”. Os nomes dos cientistas simplesmente não foram lidos. Ao fazer o comentário sobre o parágrafo, procurou-se, portanto, pronunciar o nome do cientista sem precisar apontar qualquer erro. Exemplo: “nesse parágrafo, ele está falando de Robert Boyle...”,

dessa forma a sua pronúncia já indicará uma forma de falar o nome, e o aluno será capaz de se autoavaliar pela comparação da fala. Durante a leitura, quando um aluno pulava uma palavra que ele considerou difícil ler, seguiu-se a leitura normalmente, pois considera-se que o compromisso com a aula está mais no campo do exercício para o aprendizado do que da interferência. O nosso compromisso é com o conhecimento científico presente no texto. Quando um aluno se deparava com um termo difícil e tentava pronunciá-lo sem conseguir, nesse caso uma intervenção é importante para auxiliá-lo na pronúncia do termo. Na intervenção, bastou pronunciar o termo e deixar o aluno seguir a leitura normalmente. Muitas vezes esses alunos quase não tiveram oportunidades prévias de ler ou não foram incentivados a tal em se tratando de Química, podendo ser aquele momento a primeira vez.

A respeito do conhecimento científico abordado no texto, no primeiro parágrafo comentou-se que a ciência possui uma história sobre a qual o conhecimento científico é construído, onde os autores da ciência foram registrando suas ideias. Comentou-se, também, que o cientista é um indivíduo que estuda a ciência, sendo ele um indivíduo comum que estuda os fenômenos da natureza. Pelo fato da ciência ser um empreendimento humano, todos somos capazes de produzir ciência. No segundo parágrafo, abordou-se o trabalho científico, explicitando que o mesmo é produto de uma observação fenomenológica, em aula termos mais comuns foram utilizados, e a explicitação que o cientista dá a essa observação categoriza-se como um trabalho científico. A ciência em sua história desenvolveu-se a partir da produção do trabalho científico que é realizado por um cientista, após o registro desse trabalho em livros, revistas, outros cientistas estudaram esses materiais e desenvolveram novos trabalhos que evoluíram aquele conhecimento.

O terceiro parágrafo comenta sobre os experimentos de Robert Boyle, explicitando alguns deles, pois nem todos seriam convenientes para a aula. Explicou-se a clivagem mineral com exemplos de quebrar uma placa de mármore, pedra, indagou-se aos alunos o que aconteceria com

as características visíveis do material, expôs-se em seguida um desenho no quadro. Fez-se uma ampliação nesse desenho para visualizar como seria a estrutura microscópica, a partir dessa ampliação; para o aluno entender como uma estrutura cristalina é organizada microscopicamente, fez-se uma analogia com um cristal de sal grosso sendo quebrado até formar um pó; para ilustrar a organização dos corpos que estão organizados no plano para formar o material macroscópico. Mostrou-se os planos de clivagem de forma básica. Abordou-se também a reação entre ácido sulfúrico e um prego, explicitando-a teoricamente, para contextualizar questionou-se aos alunos o que se encontra no sistema digestório, eles responderam que encontra-se ácido, falou-se, então, que esse ácido reage com os alimentos e produz gases da mesma forma que ocorre na reação. Em seguida, questionou-se aos alunos o que acontece quando se enche uma garrafa de água e a mesma é colocada no congelador; eles responderam que a garrafa quebra, então falou-se que esse experimento foi registrado por Boyle, sendo o primeiro a registrar esse fenômeno de expansão de volume da água quando congelada. O experimento do vinagre foi explicado a metodologia do experimento para ele fazer em casa usando bicarbonato de sódio ao invés de coral pulverizado.

Fez-se a leitura do quarto parágrafo, e um aluno perguntou o que seria a “ciência aberta” presente no texto. Respondeu-se ao aluno que a ciência química era uma ciência restrita a um grupo de pessoas que os alquimistas acreditavam serem dignas do saber científico, a ciência não era para todos (GREENBERG, 2009, p. 35). A discussão de democratização do conhecimento é muito recente em relação a História das Ciências, e Robert Boyle foi um dos cientistas que acreditava que a ciência deveria ser feita por qualquer um que tivesse interesse em entender os fenômenos naturais (SACKS, 2002, p. 69). Outro aluno perguntou o que significaria “hermético da alquimia”. Para responder a essa pergunta recorreu-se a como os antigos cientistas escreviam seu conhecimento para os outros: Eles escreviam por meio de imagens que significavam algo, e apenas

algumas pessoas sabiam ler essas imagens (GREENBERG, 2009, p. 40). Nesse ponto, fez-se um desenho no quadro para ilustrar como eles representavam o conhecimento científico e como eles faziam a leitura. Desenhou-se um homem com uma enxada debaixo do sol, isso é o que uma pessoa leria a partir da imagem. Já os alquimistas usavam de uma outra leitura, usando o sol para representar o ouro, e a atividade de manipular a terra significaria que o ouro poderia ser encontrado nela. Havia uma linguagem simbólica de representação do conhecimento científico restrito a um grupo de pessoas (GREENBERG, 2009, p. 43).

O quinto parágrafo foi lido reforçando a ideia de que a Química investiga a natureza da matéria. O sexto parágrafo retomou a ideia dos quatro elementos explicados na primeira aula, e explicou-se o significado do enxofre, mercúrio e sal filosóficos. Usou-se um triângulo para explicar a ligação entre esses termos, explicando que o sal filosófico é uma representação alquímica para o corpo material, a matéria palpável, o mercúrio filosófico era uma associação ao espírito, e o enxofre à alma. Os alquimistas acreditavam que toda substância tinha um princípio triangular em que existia tanto a matéria física perceptível aos sentidos (sal filosófico) e quanto um princípio de criação divina (mercúrio e enxofre filosóficos). A matéria viva, além de ser física, era animada pelo espírito, e tinha consciência a partir da alma (GREENBERG, 2009, p. 52).

O sétimo parágrafo introduziu o conceito de matéria para Robert Boyle. No término da leitura, pediu-se para os alunos desenharem em um papel o que eles imaginaram a partir da leitura. O intuito do desenho era analisar posteriormente o entendimento do aluno com a leitura científica, respondendo à questão: a partir de um texto científico escrito com a linguagem do cientista, o aluno consegue entender o que o autor desse texto quis dizer? Foram dados alguns minutos para os alunos desenharem, e eles encontraram uma dificuldade muito grande de abstrair o que estava escrito na transcrição presente no texto. Por estar escrito em uma linguagem mais antiga, século XVII, as palavras que traduzem uma ideia simples, os alunos encontraram dificuldade de entender o seu significado.

O sentido dessa mensagem está situada em um contexto histórico, ela tem um lugar na história. Quando o cientista refere-se a “corpos primitivos”, ele quis dizer que havia um corpo original capaz de formar a matéria macroscópica. Analogamente, ao se observar um giz, ele tem uma forma. Ao pulverizá-lo percebe-se que formará um pó. Esse pó poderia ser entendido como um corpo primitivo que junto, com outros corpos primitivos, constrói o corpo visível. Os cientistas anteriores à teoria atomista acreditavam que havia corpúsculos indivisíveis capazes de formar qualquer material visível. Diferentemente da teoria atomística, a teoria corpuscular usava da substância simples para designar a ideia de que essa era a essência de qualquer objeto material. Nesse momento da história não havia uma preocupação em definir exatamente como era esse corpúsculo elementar da matéria, a observação de um corpúsculo já era o suficiente para sustentar a teoria da divisibilidade da matéria em partículas menores. O próprio Boyle não é muito claro com o que ele imaginou, apenas descreveu sinteticamente a teoria (SACKS, 2002, p. 70). Os alunos desenharam de modo geral a ideia sintetizada no quadro para ilustrar o que foi exposto no quadro. Alguns misturaram a teoria atomística aprendida no ensino médio regular com a teoria corpuscular da matéria, outros utilizaram analogias com objetos sendo um deles um coração para ilustrar a teoria. Terminando o momento de desenho, foi explicado sinteticamente a teoria corpuscular da matéria.

No oitavo parágrafo, após a leitura, sugeriu-se aos alunos procurarem no youtube um vídeo do experimento da máquina pneumática de Boyle. Em seguida, explicou-se o experimento de Boyle que mostrou a existência do vácuo. Através de ilustrações no quadro para o aluno entender o que estava escrito no texto. Entendida a existência do vácuo, Boyle comprovou que o ar também é uma substância que faz parte da teoria corpuscular. Antes dele, acreditava-se que era um meio etéreo capaz de penetrar todo e qualquer material, não havia espaço vazio, pois tudo estava preenchido com ar (SACKS, 2002, p. 71). Explicou-se o experimento da vela em um recipiente fechado. Para construir o

conhecimento presente nele, usou-se das problematizações como: o que aconteceria com a vela quando o sistema fosse fechado? E se uma mosca fosse colocada lá dentro? A partir dessas questões construiu-se com o aluno, uma explicação científica para o fenômeno observado. Como esse experimento já era de conhecimento dos alunos, o momento fluiu rápido, e bastou dizer que o gás oxigênio é responsável por alimentar o fogo, e que sem ele o fogo apaga e a mosca morre de asfixia.

Os outros parágrafos foram leitura corrida, pois o conhecimento presente neles já tinha sido abordado em aula, apenas foi reforçado que pequenos experimentos podem ser magníficos para o estudo da ciência. A aula durou aproximadamente uma hora e quarenta minutos e contou com aproximadamente trinta alunos. A pergunta: "você gostou do texto e aprendeu algo com ele?" foi passada para eles responderem. Foram coletadas oito respostas.

Nas respostas dos alunos, todas convergiram que a aula foi interessante e gostaram do texto, pois viram nele um material bastante informativo. Duas das respostas foram transcritas para essa monografia. As análises dos textos produzidos pelos alunos, nesse caso específico, não podem ser lidas ao pé da letra, pois eles estão amadurecendo a escrita e ainda não fazem um filtro das palavras. Sendo assim, muitas vezes não consideram que um texto possui um potencial interpretativo, não deixam claro os objetivos de sua escrita, argumentam de forma confusa, e expõem aquilo que lhes chamou mais atenção. Portanto a leitura das respostas será dada por um apontamento do que foi escrito junto com o que foi dado.

"Sim, gostei bastante do texto, e aprendi muito, pois conhecimento nunca é demais, aprendi que a química é diferente das outras ciências por conta que ela justamente investiga as outras matérias. A química ainda não está construída, e que qualquer corpo era uma criação divina." (aluno A)

Considereei esse texto interessante porque o aluno A ressaltou que entendeu a diferença da Química em relação a outras áreas da ciência, a Química como uma ciência que aborda a natureza da matéria, o que foi

explicado em sala. O entendimento da natureza de uma ciência é bastante importante para delinear um interesse científico. Essa compreensão é importante para o aluno escolher sua área de interesse. O mesmo texto ressaltou também que a Química não foi finalizada, ela não chegou em um ponto final. Na alquimia, havia um entendimento divino na criação da matéria, então eles entendiam que além do corpo físico materializado em um objeto real, havia inerente a ele um princípio divino de criação.

“Sim, é interessante. Aprendi que vai muito além do que algo inovador ou fantástico, a partir de algo simples podemos descobrir fenômenos muito mais impressionantes. Uma nova perspectiva de vista onde o sol e uma pessoa cavando a terra pode ser muito mais que um significado do que é mostrado e representado”
(Aluno B)

Interessante essas observações feita pelo aluno, pois um dos objetivos da leitura do texto era justamente mostrar que a ciência começa com o mais simples e Robert Boyle foi um desses cientistas que buscou a beleza científica nas pequenas observações.

Para o texto de Lavoisier (**anexo D**) foi feito uma dinâmica diferente. O docente leu cada parágrafo e fez comentários no intervalo de um parágrafo para o outro. Contudo, manteve-se a proposta de um texto para cada aluno. No primeiro parágrafo comentou-se o que eram os boticários nos tempos da alquimia. Comentou-se que eles registravam os seus estudos em livros. Já o segundo parágrafo, explicou-se que os alquimistas registravam as substâncias que eles estudavam de acordo com as características delas, de onde elas eram extraídas como no caso do ácido acético que era descrito nos livros alquímicos como espírito do vinagre.

No terceiro parágrafo, explicou-se o flogisto. A teoria dizia que o fogo consumia a massa da substância, por isso não se acreditava na conservação da massa. Já no quarto parágrafo explicou-se que havia mais um conceito místico na teoria do flogisto do que de fato experimental. A teoria foi deduzida a partir de experimentos simplistas de observação da combustão de materiais. O carvão, por exemplo, ao queimar vira cinzas

com uma massa menor do que o carvão. O que aconteceu com a massa? Foi consumida na queima pelo fogo, o fogo não era apenas um elemento da natureza, para ele existir havia a necessidade de consumir massa, havia um sentido espiritual no fogo.

No quinto parágrafo, abordou-se a investigação de Lavoisier sobre o flogisto. Nessa, ele buscava confirmar a veracidade da teoria por meio de experimentos rigorosamente controlados em laboratório e foi esse trabalho que o tornou famoso. Já no sexto, comentou-se o experimento que acabou com as dúvidas a respeito da teoria do flogisto. Quantificar rigorosamente as massas das substâncias antes, durante e depois das reações permitiu verificar que a massa não se altera quando o sistema é fechado e faz-se a queima de um metal, a massa se conserva. Em sistema aberto ocorre a oxidação do metal. O esclarecimento da conservação da massa contribuiu para a desmistificação da teoria do flogisto e tornou Lavoisier um dos cientistas químicos mais importantes na história da química. Leu-se os dois parágrafos seguintes, e por conta do tempo pediu-se para os alunos lerem em casa. Finalizou-se com uma abordagem tradicional de lei da conservação da massa e leis ponderais.

A aplicação do segundo texto foi bastante diferente da primeira. Embora ambas aplicações estejam ausentes avaliações mais rigorosas, a experiência de aplicação será enfatizada nesses resultados. A segunda aplicação teve uma reação diferente em relação a primeira. Enquanto na primeira aplicação houve uma participação mais clara dos alunos e uma troca de ideias, na segunda a aplicação ficou centralizada na oralidade do docente. Os alunos pareciam estar ouvindo uma história sem fazer muitos questionamentos.

A expectativa com essa aplicação foi alta. Esperava-se que houvesse um interesse maior pela leitura do texto. As perguntas que decorreram foram mais relacionadas aos experimentos de Lavoisier e como ele conseguiu calcular com rigor as massas. Explicou-se a eles por meio de desenhos no quadro como se faz um sistema fechado a vácuo para que eles entendessem superficialmente. Nesse sentido, seria interessante

levar imagens de sistemas antigos, isso facilitaria a visualização. Pela constatação em sala, uma próxima aplicação seria interessante levar imagens e exemplos de reações em vídeos. Apenas a teoria ficou cansativa para o aluno. Deve-se ressaltar que a aula durou em torno de uma hora e quarenta. No primeiro tempo trabalhou-se o texto e quando se percebeu o cansaço da leitura, mudou-se para a aula tradicional.

Como o texto de Robert Boyle trabalhava com experimentos mais fáceis e cotidianos deu para aprofundar no quadro e fazer questionamentos sobre o mesmo. Com esse texto deu apenas para explicitar com maior clareza a teoria do flogisto pelo fato de eles terem tido experiência de queimar uma vela. Deu para abordar um pouco sobre a história de Lavoisier. A aula fluiu normalmente, a quebra da expectativa de aplicação foi o não envolvimento do aluno com aquela empolgação. O semblante deles mostrava cansaço. Pela conversa que tive ao longo das aulas e com outros professores de sexta, esse desânimo é recorrente, então fica difícil fazer uma avaliação mais acurada se a metodologia é de fato eficiente ou se há outras problemáticas que influenciem essa situação.

Antes da aplicação do texto *a tabela de Mendeleiev* (**anexo H**) foi feita uma breve introdução histórica da tabela periódica apresentando o cientista Mendeleiev e a sua ideia na construção da tabela periódica. Enfatizou-se que o estudo histórico de um conteúdo e de seu autor é importante para entendermos como a ciência se constrói ao longo da história. Apontou-se, também, que conhecer a história dos cientistas nos permite focar em discussões sem se perder em argumentos sobre a vida do autor que não são pertinentes ao debate.

Em seguida, fez-se a leitura do texto. Nessa leitura, cada aluno leu um parágrafo. Após ler o primeiro parágrafo, ajudou-se o aluno a visualizar que o autor está descrevendo a tabela periódica que ele encontrou no museu. No segundo parágrafo, explicou-se que os metais podem ser manipulados para adquirir as formas apresentadas no parágrafo, um momento usado para ensinar sobre caracterização dos

metais de modo geral. Já no terceiro parágrafo, o autor caracteriza os metaloides que possuem características diferentes dos metais, sendo esses apresentados em forma de cristais e não em bastões, por exemplo, porque não são capazes serem manuseados como os metais.

Fez-se a leitura do quarto parágrafo, apontando que a nafta é um derivado do petróleo. Comentou-se que nesse parágrafo o autor descreveu os elementos e seu comportamento na nafta. No sexto parágrafo, o autor insere a ideia de valência que foi explicada no quadro desenhando uma pequena tabela com oito famílias e os elétrons, explicando brevemente a valência no fenômeno das ligações químicas. No sétimo parágrafo, o autor exemplifica a teoria de valência, portanto foi explicado sucintamente a ideia da ligação química, mostrando que há uma razão para os átomos formarem determinadas ligações.

No oitavo parágrafo, o autor explicita como foi o processo de criação da tabela elaborada por Mendeleiev. A proposta por Mendeleiev era de que a ordenação se dava de modo crescente com o peso atômico, sendo essa feita em períodos, por meio dos quais ele verificou que as propriedades dos elementos eram semelhantes. Os elementos foram escritos em cartas que Mendeleiev dispôs na mesa e tentou organizá-las para formar uma tabela, com esses passos ele observou a semelhança nas propriedades físicas e químicas dos elementos. No nono parágrafo, o autor faz uma analogia com a escala musical para dar um tom poético a descoberta. No décimo terceiro parágrafo, comentou-se como os elementos eram organizados antes da tabela periódica. Nesse momento, enfatizou-se a inovação da ideia de Mendeleiev em relação à época em que vivia. Fez-se uma leitura corrida do texto sem fazer comentários, pois considerou-se que os parágrafos eram autoexplicativos.

Após a leitura do texto, fez-se uma série de perguntas aos alunos para que eles pudessem compartilhar suas opiniões em relação ao texto. A primeira pergunta foi se eles gostaram do texto. Eles responderam que gostaram, mas acharam a linguagem difícil, por ser um texto de linguagem mais acadêmica acarreta uma certa dificuldade na leitura. Em

seguida perguntou-se o que eles acharam da aula. Responderam que gostaram por ter trabalhado a ideia da tabela periódica. Esse ponto foi interessante, pois o objetivo foi conseguido. A meta do texto era justamente esclarecer como foi o processo de construção da tabela periódica e como surgiu a ideia.

Após as experiências de aplicação, ficou claro que uma metodologia mais adequada para trabalhar os textos em sala de aula é fazer uma abordagem inicial, apresentando as ideias principais do texto. Conforme faz-se a leitura, os parágrafos tornam-se autoexplicativos, ou seja, o próprio texto esclarece as ideias. Aponta-se apenas o que for mais interessante e importante ao momento. Assim, em comparação com as duas primeiras aplicações, percebe-se que o texto de divulgação científica se encaixa melhor para essa turma como um complemento, após a apresentação do conteúdo, do que com uma ferramenta para introduzir o conhecimento, pois essa dinâmica é complicada, exigindo mais do docente para esclarecer o conhecimento. Quando se faz uma abordagem simples inicialmente, o texto fica encarregado de explicar o conteúdo. Na primeira e segunda aplicação, na dinâmica o docente se responsabiliza pelo conteúdo e a explicação do texto. Por outro lado, a dinâmica de distribuir a responsabilidade do conteúdo com o texto dinamiza o tempo de aula e há uma fluidez maior na leitura em sala de aula.

A quarta aplicação foi realizada com a leitura do texto Humphry Davy: um químico poeta (**anexo F**) pelo docente em sala de aula. Fez-se a leitura do primeiro parágrafo sem fazer comentário, já no segundo apontou-se que na época de Davy já havia estudos dos fenômenos da eletricidade e esse foi um dos interesses de Davy. Após a leitura do terceiro parágrafo fez-se a pilha de Volta em sala de aula. Essa pilha feita em aula é um experimento mais simples do que a pilha original. Utilizaram-se moedas de aço e moedas de cobre. Recortes retangulares de jornal embebidos em vinagre funcionaram como a ponte de salina entre os eletrodos (as moedas) e verificou-se a voltagem usando um voltímetro para provar que a pilha funciona. Para a realização do experimento pediu-

se para um aluno voluntariar-se e seguir o procedimento experimental ditado pelo docente. Após a visualização do experimento, desenhou-se no quadro a pilha para explicar o funcionamento teórico.

Na leitura do quarto parágrafo, comentou-se que o experimento da formação de água a partir de dois gases era conhecido, contudo Davy estava para descobrir que era possível produzir o gás hidrogênio e oxigênio a partir da molécula de água. Com a leitura do quinto parágrafo, comentou-se por curiosidade o funcionamento de uma lâmpada incandescente que gerou questionamentos dos alunos. Na leitura do sexto parágrafo, explicou-se que conseguiu isolar os metais a partir da eletrólise de bases e sais.

Em seguida, fez-se o experimento de eletrólise. Usando uma bateria conectada por fios a dois eletrodos de grafite mergulhados em água dentro de um tubo. O experimento funcionou adequadamente. Para a realização do experimento pediu-se a ajuda de dois alunos para auxiliar. Conforme o experimento era realizado, pediu-se para um grupo de no máximo três alunos se aproximarem do experimento para visualizarem as bolhas no grafite. Como houve falta de materiais para todos, teve-se que fazer um experimento único e ilustrativo. Os alunos visualizavam as bolhas e davam oportunidade para os outros verem. Terminado o texto, devido ao tempo foi terminada a aula.

A partir da experiência com a aplicação dos textos em sala de aula pode-se perceber que é muito importante levar em consideração o tempo e o conteúdo do texto para ser trabalhado em sala de aula. Como o primeiro texto pôde ser aplicado em dois tempos de aula, bastantes assuntos que estavam presentes nele foram trabalhados. Contudo, para um único tempo de aula, há a necessidade de ser sucinto com as informações. O objetivo de trabalhar a História das Ciências foi alcançado e o texto estimulou a curiosidade dos alunos. O segundo texto foi mais cansativo porque ele trabalha a filosofia do flogisto e a conservação das massas. O texto exige um trabalho mais adequado com os experimentos realizados por Lavoisier. Em outras palavras, sugere-se trabalhar o texto

com experimentos, mesmo que em vídeo, em sala de aula. O conteúdo toca em filosofia da ciência, ficando difícil para o aluno e, sem os experimentos em aula, o texto não consegue cumprir o objetivo de esclarecer a importância do trabalho de Lavoisier para a Química. O artifício visual do experimento traz uma maneira de conectar a discussão filosófica com o empírico. Para quem tem uma visão mais aprofundada de ciência e tem um domínio da leitura científica consegue fazer a ponte, porém a realidade do aluno do ensino médio regular é diferente, a maioria dos alunos estão aprendendo essa leitura.

O terceiro texto despertou um interesse pela aplicação ter sido posterior a uma elucidação teórica. Com essa aplicação, foi possível verificar que é importante trabalhar os conceitos prévios com o aluno. No texto de Boyle, se essa elucidação tivesse sido feita antes ao texto, o mesmo teria sido mais dinâmico e melhor aproveitado num tempo menor. Quando o texto tem muito conteúdo que o aluno provavelmente não domina, é interessante fazer uma seleção dos conteúdos mais difíceis para serem trabalhados antes da leitura para que o aluno compreenda a teoria, e o texto se encarrega de explicar com mais profundidade o conhecimento. Importante, também, delimitar os objetivos do texto e os objetivos a serem trabalhados em sala de aula. Os textos de divulgação científica possuem muitas informações que são uma armadilha para docentes entusiastas. O entusiasmo de trabalhar o conteúdo do texto pode se sobressair e acabar abordando muitas coisas que estão fora do objetivo da aula e isso consome tempo. Constatou-se que é possível trabalhar experimentos durante a leitura do texto, basta ter sensibilidade do momento a aplicar o experimento.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da leitura dos textos foi possível trabalhar História das Ciências em sala de aula. Verificou-se que os textos de divulgação científica são úteis para serem usados como ferramenta pedagógica. Percebeu-se que é muito importante definir os objetivos do texto para serem trabalhados de modo focado em sala e não perder-se nas informações contidas no texto. Textos mais longos ou que contenham conteúdos que seja necessário um entendimento prévio, recomenda-se fazer uma abordagem sucinta e simples antes da leitura textual. Selecionar as informações que o texto contém pode ser outro caminho para dinamizar a aula. O texto de divulgação científica, pela experiência de aplicação, é uma excelente ferramenta para aplicar uma aula diferenciada em vista que os alunos não estão habituados com esse gênero textual em aulas de Química. A dinâmica de aula é diferente do comum, põe-se menos conteúdo no quadro, que acaba sendo utilizado mais para desenhar ou escrever somente o indispensável. O texto se encarrega do conteúdo a ser explicado e o mesmo explicita o conteúdo da aula. A leitura é um momento para incluir o aluno no processo de leitura e interpretação textual necessária para o mundo atual.

A experiência de aplicação com uso de textos de divulgação científica foi positiva e motivadora para continuar em projetos futuros e elaborar outras aulas com leitura de texto. Os alunos encontram bastante dificuldade em leitura e uma alternativa para motivá-los a ler é usar os textos em sala de aula. Esse momento em aula é um contato que o aluno passa a ter com textos cujo enfoque é abordar a ciência e suas temáticas. Isso é bom para desconstruir a ideia de que a Química é apenas fórmula matemática ou teorias abstratas sobre o átomo. Trabalhar com essa ferramenta pedagógica é interessante para o aluno devido ao exercício da leitura e interessante para o docente que tem mais uma possibilidade de usar outras metodologias em sala de aula, além de poder estudar para além do que está previsto no currículo ou foi aprendido durante o curso da graduação.

REFERÊNCIAS

BAKHTIN, M (1982) *estética de la creación verbal* *apud* NUNES, M. F. R.; KRAMER, S. **Linguagem e alfabetização**: dialogando com Paulo Freire e Mikhail Bakhtin. Revista Contemporânea de Educação N. 11 - janeiro/julho de 2011.

BASSALO, J. M. F. **A importância do estudo da História das Ciências**. Revista da SBHC, n. 8, p. 57-66, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. 3. ed. São Paulo, Cortez editora, 2009.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. **Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências**: uma revisão. ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.5, n.1, p.3-31, maio 2012 ISSN 1982-153.

GREENBERG, A. **Uma breve história da Química**: da alquimia às ciências moleculares modernas. São Paulo, Blucher, 2009.

KRUG, F. S. **A importância da leitura na formação do leitor**. Revista de educação do ideau. v. 10, n. 22, 2015, p.3.

LACERDA, C. C.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO JÚNIOR, C. A. C. **Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema**. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, v. 34, n. 2, p. 75-82, Mai. 2012.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem**. 5 ed., São Paulo, Cengage Learning, 2008.

MARTINS, R. A. Introdução. **A história das ciências e seus usos na educação**. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

NAVARRO, M.; FÉLIX, M.; MILARÉ, T. **A História da Química em livros didáticos do Ensino Médio**. Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente, Vol. 1, No. 1, 55-61 (2015). ISSN 2359-6643

NIGRO, R. G. **Textos e leitura na educação em Ciências**: contribuições para a alfabetização científica em seu sentido mais fundamental. 2007. 290 f. Tese - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007, p.30.

NUNES, M. F. R.; KRAMER, S. **Linguagem e alfabetização**: dialogando com Paulo Freire e Mikhail Bakhtin. Revista Contemporânea de Educação, N. 11, p. 19-40, janeiro/julho de 2011.

ROCHA, M. B. **O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências**. R. B. E. C. T., vol 5, núm. 2, mai-ago.2012. ISSN - 1982-873X

SACKS, O. **Tio Tungstênio**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002, ISBN 85-359-0270-8, 334 pp.

SHAPIN, S. **Nunca Pura**. Belo Horizonte: Fino Traço, 564 p., 2013.

SILVA, B. V. C. **Histórias e Filosofia da Ciência como subsídio para elaborar estratégias didáticas em sala de aula**: um relato de experiência em sala de aula. Revista Ciências&Ideias, ISSN: 2176-1477, VOLUME 3, N.2 - OUTUBRO /2011-MARÇO /2012, p.7.

SOETARD, M. **Johann Pestalozzi**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco. Editora Massangana. 2010. 112p.

SOUZA, P. H. R.; ROCHA, M. B. **Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia**. Ciênc. Educ., Bauru, v. 23, n. 2, p. 321-340, 2017.

TERRAZZAN, E. A.; GABANA, M. **Um estudo sobre o uso de atividade didática com texto de divulgação científica em aulas de física**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. Atas... Bauru, 2003.

VIANA, H. E. B. **A construção da Teoria Atômica de Dalton como Estudo de caso e algumas reflexões para o Ensino de Química**. Dissertação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Anexo(s)

ANEXO A - Plano de aula: Robert Boyle e a concepção da matéria

<p>II. Dados de Identificação: Escola: Professor (a): Disciplina: Série: Turma:</p>
<p>III. Tema: - Robert Boyle e a concepção da matéria. Carga horária: 1,5 hora</p>
<p>IV. Objetivos: Fazer uma leitura dinâmica com os alunos. Discutir o conceito de matéria defendido por Boyle.</p>
<p>V. Conteúdo programático:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Robert Boyle;✓ Alquimia;✓ Concepção da matéria;✓ Substância simples e composta;✓ Vácuo, aumento de volume da água ao solidificar, combustão de uma vela.
<p>VI. Metodologia: Os alunos formarão pequenos grupos livres para fazer uma leitura dinâmica do texto "Robert Boyle e a concepção da matéria" em que cada aluno lerá um parágrafo contido no texto entregue em sala. Terminada a leitura, será feita a apresentação da alquimia e de Robert Boyle, explicitando a ideia corpuscular da matéria.</p>
<p>VII. Recursos didáticos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Textos impressos para leitura;- Quadro;- Caneta-Piloto;- Projetor.
<p>VIII. Avaliação: Passar uma atividade pedindo que o aluno registre a ideia que ele construiu de substância composta e a visão da matéria microscópica.</p>
<p>XIX. Bibliografia: SACKS, O. Tio Tungstênio. Companhia das Letras: São Paulo, 2002, ISBN 85-359-0270-8, 334 pp.</p>

ANEXO B - Texto para leitura Robert Boyle e a concepção da matéria

TIO DAVE VIA TODA A CIÊNCIA como um empreendimento inteiramente humano, além de intelectual e tecnológico, e me pareceu natural que eu, por minha vez, também adotasse esse ponto de vista. Quando montei meu laboratório e comecei meus próprios experimentos químicos, queria aprender sobre a história da química de um modo mais geral, descobrir o que os químicos fizeram, como pensaram, o ambiente dos séculos passados. Nossa família e nossa genealogia fascinavam-me havia muito tempo — as histórias dos tios que tinham partido para a África do Sul e do homem que fora o pai de todos eles, do primeiro ancestral de minha mãe de quem tínhamos conhecimento, um rabino com uma queda para a alquimia, um certo Lazar Weiskopf, que vivera em Lübeck no século XVII. Isso pode ter sido um incentivo a um amor mais geral pela história e a uma tendência, talvez, a vê-la sob a ótica familiar. Assim, os cientistas, os primeiros químicos sobre quem eu li se tornaram, em certo sentido, meus ancestrais honorários, pessoas com quem, em fantasia, eu tinha uma espécie de parentesco. Eu precisava entender como aqueles primeiros químicos pensavam, imaginar-me no mundo deles.

Li que a química como verdadeira ciência emergiu com o trabalho de Robert Boyle, em meados do século XVII. Vinte anos mais velho que Newton, Boyle nasceu numa época em que a prática da alquimia ainda predominava, e ele ainda conservava uma série de crenças e práticas da alquimia lado a lado com as da ciência. Acreditava que era possível criar ouro e que conseguira criá-lo (Newton, também alquimista, aconselhou-o a manter silêncio sobre isso). Era um homem de imensa curiosidade (de “santa curiosidade”, nas palavras de Einstein), pois todos os prodígios da natureza, julgava Boyle, proclamavam a glória de Deus, e isso o levou a investigar uma gama imensa de fenômenos.

Ele examinou cristais e sua estrutura, e foi o primeiro a descobrir seus planos de clivagem. Estudou as cores e escreveu sobre o tema um livro que influenciou Newton. Inventou o primeiro indicador químico, um papel embebido em xarope de violetas que se tornava vermelho na presença de fluidos ácidos e verde em contato com fluidos alcalinos. Escreveu o primeiro livro em inglês sobre eletricidade. Inadvertidamente, preparou hidrogênio colocando pregos de ferro em ácido sulfúrico. Descobriu que, embora a maioria dos fluidos se contraísse quando congelados, a água expandia-se. Demonstrou que um gás (posteriormente identificado como dióxido de carbono) desprendia-se quando se despejava vinagre sobre coral

pulverizado, e que as moscas morriam quando mantidas nesse “ar artificial”. Ele investigou as propriedades do sangue e se interessou pela possibilidade da transfusão sanguínea. Fez experimentos sobre a percepção de odores e gostos. Foi o primeiro a descrever membranas semipermeáveis. Registrou o primeiro caso na história de acromatopsia adquirida, a perda total da visão das cores decorrente de uma infecção cerebral.

Todas essas investigações, e muitas outras, ele descreveu em uma linguagem de extrema simplicidade e clareza, totalmente diferente da linguagem obscura e enigmática dos alquimistas. Qualquer pessoa podia ler seus textos e repetir seus experimentos; ele propunha uma ciência aberta, em oposição ao sigilo fechado, hermético da alquimia.

Embora seus interesses fossem universais, a química parecia exercer sobre ele uma atração muito especial (mesmo quando jovem, ele chamava seu laboratório químico de “uma espécie de Eliseu”). Seu maior desejo era compreender a natureza da matéria, e seu livro mais célebre, O químico cético, foi escrito para refutar a doutrina mística dos Quatro Elementos e para unir o imenso conhecimento empírico de muitos séculos sobre alquimia e farmácia à nova e esclarecida racionalidade de sua época.

Para os antigos, havia quatro princípios ou elementos básicos: Terra, Ar, Fogo e Água. Acho que aos cinco anos essas também eram, em boa medida, minhas próprias categorias (embora os metais tenham se tornado para mim uma quinta categoria, especial), mas eu achava mais difícil imaginar os Três Princípios dos alquimistas, nos quais “Enxofre”, “Mercúrio” e “Sal” não significavam o enxofre, o mercúrio e o sal comuns, mas o Enxofre, o Mercúrio e o Sal “filosóficos”: o Mercúrio dava brilho e dureza a uma substância; o Enxofre, cor e combustibilidade, e o Sal, solidez e resistência ao fogo.

Boyle esperava substituir essas concepções antigas e místicas dos Elementos e Princípios por uma concepção racional e empírica; ele apresentou a primeira definição moderna de elemento:

O que agora chamo de elementos são [...] certos corpos primitivos e simples, ou perfeitamente sem mistura, que, não sendo feitos de outros corpos, ou uns dos outros, são os ingredientes dos quais todos os chamados corpos perfeitamente mistos são imediatamente compostos, e nos quais eles essencialmente se decompõem.

Porém, como ele não deu exemplos desses “elementos” ou de como se poderia demonstrar que eram “perfeitamente sem mistura”, sua definição pareceu demasiado abstrata para ter utilidade.

Embora O químico cético fosse ilegível para mim, fiquei fascinado com outro livro que Boyle escreveu em 1660, *New experiments*, em que ele expôs, em um estilo encantadoramente vívido e com grande riqueza de detalhes pessoais, mais de quarenta experimentos usando sua “Máquina Pneumática” (uma bomba de ar inventada por seu assistente, Robert Hooke), com a qual se podia retirar boa parte do ar de um recipiente fechado. Nesses experimentos, Boyle efetivamente demoliu a antiga crença de que o ar era um meio etéreo que penetrava em tudo, demonstrando que se tratava de uma substância material com propriedades físicas e químicas próprias, que podia ser comprimido, rarefeito e até mesmo pesado.

Retirando o ar de um recipiente fechado contendo uma vela ou um carvão em brasa, Boyle descobriu que a combustão cessava assim que o ar se rarefazia, embora o carvão tornasse a esbrasear se o ar fosse reintroduzido — e com isso demonstrou que o ar era necessário para a combustão. Mostrou também que várias criaturas — insetos, aves, camundongos — ficavam aflitas ou morriam quando a pressão do ar era reduzida, mas podiam reviver se o ar fosse reintroduzido no recipiente. Ele se admirou com a semelhança entre a combustão e a respiração.

Boyle investigou se era possível ouvir um sino no vácuo (não era), se um ímã podia exercer sua força no vácuo (podia), se os insetos podiam voar no vácuo (isto ele não conseguiu descobrir, pois os insetos “desfaleciam” com a redução da pressão do ar) e examinou os efeitos da pressão do ar reduzida sobre o fulgor dos vaga-lumes (o brilho diminuía).

Encantei-me com a leitura desses experimentos e tentei reproduzir alguns deles — nosso aspirador de pó foi um bom substituto para a bomba de ar de Boyle. Adorei o estilo divertido do livro todo, tão diferente dos diálogos filosóficos de O químico cético. (De fato, o próprio Boyle tinha consciência disso: “Não desprezo dar atenção mesmo a experimentos risíveis, e acredito que as brincadeiras de meninos às vezes podem merecer o estudo dos filósofos”.)

A personalidade de Boyle exercia sobre mim grande atração, assim como sua curiosidade onívora, seu apreço pela narrativa e seus ocasionais trocadilhos (por exemplo, quando escreveu que preferia trabalhar com coisas “lucíferas” e não

“lucríferas”). Podia imaginá-lo como uma pessoa, e uma pessoa de quem eu gostava, apesar do abismo de três séculos entre nós.

ANEXO C - Plano de aula Antoine Lavoisier e o flogisto

I. Plano de Aula:
II. Dados de Identificação: Escola: Professor (a): Disciplina: Série: Turma:
III. Tema: - Antoine Lavoisier e o flogisto. Carga horária: 1,5 hora
IV. Objetivos: Fazer uma leitura dinâmica com os alunos. Apresentar Antoine Lavoisier em seu contexto histórico. Explicitar a teoria do flogisto.
V. Conteúdo programático: <ul style="list-style-type: none">✓ O contexto Iluminista;✓ O contexto da Revolução Francesa;✓ Antoine Lavoisier;✓ Teoria do Flogisto.
VI. Metodologia: No início da aula pedir para o aluno transcrever no papel a imagem que ele tem de um cientista, caracterizando-o. Fazer uma leitura dinâmica do texto “Antoine Lavoisier e o flogisto” à qual um aluno lerá um parágrafo. Após a leitura do texto, fazer uma leitura histórica de Lavoisier e a teoria do flogisto no contexto iluminista, apontando a, também, a Revolução francesa.
VII. Recursos didáticos: <ul style="list-style-type: none">- Textos impressos para leitura;- Quadro;- Piloto;- Projetor.
VIII. Avaliação: Duas avaliações aplicadas em dois momentos. No primeiro pedir-se-á ao aluno transcrever no papel a imagem que ele tem de um cientista. No segundo momento pedir-se-á ao mesmo que transcreva o perfil de Antoine Lavoisier.
XIX. Bibliografia: SACKS, O. Tio Tungstênio. Companhia das Letras: São Paulo, 2002, ISBN 85-359-0270-8, 334 pp.

ANEXO D - Texto Antoine Lavoisier e o flogisto

Antoine Lavoisier, nascido quase um século depois de Boyle, se tornaria conhecido como o verdadeiro fundador, o pai da química moderna. Já existia, antes de sua época, um vasto conhecimento sobre química, um refinamento no assunto, em parte legado pelos alquimistas (pois foram eles que criaram a aparelhagem e as técnicas de destilação e cristalização, bem como uma série de procedimentos químicos), em parte pelos boticários, e, sobretudo, naturalmente, pelos metalúrgicos e mineiros do passado.

Embora uma infinidade de reações químicas houvesse sido estudada, não havia uma avaliação ou mensuração sistemática dessas reações. Desconhecia-se a composição da água, como também da maioria das outras substâncias. Os minerais e os sais eram classificados segundo sua forma cristalina ou outras propriedades físicas, e não por seus componentes. Não havia uma noção clara de elementos ou compostos.

Além disso, não existia uma estrutura teórica na qual inserir os fenômenos químicos; havia apenas a teoria um tanto mística do flogisto, que se supunha explicar todas as transformações químicas. O flogisto era o princípio do Fogo. Os metais eram combustíveis, supunha-se, porque continham algum flogisto, e quando se queimavam, o flogisto era liberado. Quando seus óxidos eram fundidos com carvão, inversamente, o carvão doava seu flogisto e reconstituía o metal. Assim, um metal era uma espécie de composição ou “composto” de seus óxidos e de flogisto. Todo processo químico — não só a fundição e a calcinação, mas as ações de ácidos e álcalis, bem como a formação de sais — podia ser atribuído à adição ou à remoção de flogisto.

O flogisto não tinha propriedades visíveis, era bem verdade: não podia ser envasado, demonstrado nem pesado; mas, afinal de contas, isso também não acontecia com a eletricidade (outra grande fonte de mistério e deslumbramento no século XVIII)? O flogisto tinha um encanto instintivo, poético, mítico — com ele o fogo era ao mesmo tempo um material e um espírito. Porém, apesar de todas as suas raízes metafísicas, a teoria do flogisto foi a primeira especificamente química (em contraste com a teoria mecânica, corpuscular, que Boyle elaborara na década

de 1660): procurou explicar propriedades e reações químicas com base na presença ou ausência, ou na transferência, de um princípio químico específico.

Foi nesse clima ao mesmo tempo metafísico e poético que Lavoisier — um homem prático, acentuadamente analítico e lógico, um filho do Iluminismo e admirador dos enciclopedistas — entrou na maioridade, na década de 1770. Aos 25 anos Lavoisier já realizara um trabalho geológico pioneiro, e mostrara grande habilidade química e polêmica (escrevera um ensaio premiado sobre o melhor modo de iluminar uma cidade à noite, além de um estudo sobre a colocação e a fixação de gesso), e fora eleito para a Academia. Mas foi na teoria do flogisto que seu intelecto e sua ambição se concentraram com intensidade. A ideia do flogisto pareceu-lhe metafísica, insubstancial, e o modo de atacá-la, ele percebeu imediatamente, seria realizando meticulosos experimentos quantitativos com a combustão. As substâncias de fato diminuía de peso quando queimadas, como se esperaria caso perdessem flogisto? A experiência comum fazia pensar que isso de fato acontecia, que as substâncias “se consumiam” no fogo — uma vela diminuía de tamanho conforme se queimava, substâncias orgânicas carbonizavam-se e mirravam, o enxofre e o carvão desapareciam completamente, mas isso não parecia ocorrer no caso da queima de metais.

Em 1772, Lavoisier leu sobre os estudos de Guyton de Morveau, que confirmara, em experimentos marcados por precisão e cuidado extraordinários, que os metais aumentavam de peso quando submetidos a ustulação [aquecimento com adução de ar]. Como conciliar isso com a suposição de que alguma coisa — o flogisto — se perdia na queima? Para Lavoisier, era absurda a explicação de Guyton, para quem o flogisto possuía “leveza” e boiava nos metais que o continham. Apesar disso, os resultados impecáveis obtidos por Guyton incitaram Lavoisier mais do que nunca. Aquele era um fenômeno que, como a maçã de Newton, requeria uma nova teoria do mundo.

Lavoisier escreveu que o trabalho que tinha diante de si parecia-lhe “destinado a causar uma revolução na física e na química. Eu me vi forçado a ver tudo o que fora feito antes de mim como meramente sugestivo [...] como elos separados de uma grande cadeia”. Restava que alguém, que ele, pensou Lavoisier,

unisse todos os elos dessa cadeia com “uma série imensa de experimentos [...] para conduzir a um todo contínuo” e formar uma teoria.

Enquanto confienciava esse pensamento grandioso aos seus apontamentos de laboratório, Lavoisier deu início a experimentos sistemáticos, repetindo boa parte do trabalho de seus predecessores, só que, dessa vez, usando uma aparelhagem vedada e pesando tudo meticulosamente antes e depois da reação, um procedimento que Boyle e até mesmo os químicos mais meticulosos da época de Lavoisier haviam negligenciado. Aquecendo chumbo e estanho em retortas fechadas até serem convertidos em cinzas, Lavoisier pôde mostrar que o peso total de seus reagentes não aumentava nem diminuía durante uma reação. Somente quando ele abriu as retortas e permitiu a entrada do ar o peso das cinzas aumentou — e exatamente na mesma quantidade em que os próprios metais haviam aumentado quando foram calcinados. Esse aumento, supôs Lavoisier, devia ser causado pela “fixação” do ar, ou de alguma parte dele.

No verão de 1774, Joseph Priestley, na Inglaterra, descobriu que quando se aquecia cal de mercúrio (óxido de mercúrio) ao rubro, ela desprendia um “ar” que, surpreendentemente, parecia ainda mais forte ou mais puro do que o ar comum.

Uma vela se queimou naquele ar [ele escreveu] com uma chama espantosamente intensa; e um pedaço de madeira incandescente rachou-se e queimou com prodigiosa rapidez, exibindo uma aparência um tanto semelhante à do ferro branco-incandescente e lançando fagulhas em todas as direções.

Fascinado, Priestley investigara mais a fundo, descobrindo que camundongos podiam viver naquele ar por um tempo quatro ou cinco vezes maior do que no ar comum. E assim, convencido de que aquele “novo” ar era benigno, ele próprio o experimentou:

A sensação que ele produz em meus pulmões não é perceptivelmente diferente da do ar comum; mas tive a impressão de que meu peito pareceu singularmente leve e relaxado durante algum tempo depois disso. Quem sabe daqui a algum tempo esse ar puro possa tornar-se um artigo de luxo em voga. Até o momento, apenas dois camundongos e eu tivemos o privilégio de respirá-lo.

Em outubro de 1774, Priestley foi a Paris e falou a Lavoisier sobre seu novo ar “desflogisticado”. E Lavoisier viu ali o que Priestley não vira: a pista crucial para aquilo que o confundira e que lhe escapara, a verdadeira natureza do que estava

ocorrendo na combustão e calcinação. Ele repetiu os experimentos de Priestley, ampliou-os, quantificou-os, refinou-os. A combustão, agora estava claro para ele, era um processo que envolvia não a perda de uma substância (flogisto), mas a combinação do material combustível com uma parte do ar atmosférico, um gás, para o qual ele cunhou o termo oxigênio.

A demonstração, por Lavoisier, de que a combustão era um processo químico — oxidação, como agora podia chamar-se — implicava muito mais, e para ele era apenas um fragmento de uma visão muito mais abrangente, a revolução na química que ele intuía. A ustulação de metais em retortas fechadas, mostrando que não havia um ganho de peso fantasmagórico advindo de “partículas de fogo”, nem uma perda de peso em razão da perda de flogisto, demonstrara para Lavoisier que não ocorria criação nem perda de matéria nesses processos. Além disso, esse princípio da conservação aplicava-se não só à massa total de produtos e reagentes, mas a cada um dos elementos individuais envolvidos. Quando se fermentava açúcar com levedo e água em um recipiente fechado para produzir álcool, como em um de seus experimentos, as quantidades totais de carbono, hidrogênio e oxigênio sempre permaneciam as mesmas. Podiam estar reagregadas quimicamente, mas suas quantidades ficavam inalteradas.

A conservação da massa implicava a constância da composição e decomposição. Assim, Lavoisier foi levado a definir um elemento como um material que não podia ser decomposto pelos meios existentes, e isso lhe permitiu (com De Morveau e outros) elaborar uma lista de elementos genuínos — 33 substâncias elementares distintas, indecomponíveis, substituindo os Quatro Elementos dos antigos. Isso, por sua vez, permitiu a Lavoisier elaborar o que ele chamou de “balancete”: uma contabilidade precisa de cada elemento em uma reação.

Todos os empreendimentos de Lavoisier — a linguagem algébrica, a nomenclatura, a conservação da massa, a definição de elemento, a formação de uma verdadeira teoria da combustão — estavam organicamente interligados, formavam uma única estrutura fascinante, uma recriação revolucionária da química tal como ele sonhara, com tanta ambição, em 1773. O caminho dessa revolução não foi fácil nem direto, embora Lavoisier o apresente como óbvio em *Elementos de química*; exigiu quinze anos do tempo de um gênio, que tateou por labirintos de

pressuposições e lutou contra sua própria cegueira do mesmo modo que contra a de todos os demais.

Ocorreram violentos conflitos e disputas durante os anos em que Lavoisier juntou lentamente sua munição, mas quando Elementos de química finalmente foi publicado — em 1789, apenas três meses antes da Revolução Francesa —, a obra conquistou o mundo científico. Sua arquitetura de pensamento era de um tipo inteiramente novo, comparável apenas a Principia, de Newton. Houve alguns recalcitrantes — Cavendish e Priestley foram os mais eminentes —, mas em 1791 Lavoisier pôde afirmar que “todos os jovens químicos adotam a teoria, e assim concluo que a revolução na química se consumou”.

Três anos depois, Lavoisier, no auge de suas capacidades, teve sua vida encerrada na guilhotina. O grande matemático Lagrange, lamentando a morte de seu colega e amigo, afirmou: “Foi preciso apenas um momento para decepar-lhe a cabeça, e cem anos, talvez, não bastarão para produzir outra igual”.

ANEXO E - Plano de aula: Humpry Davy: eletrólise

I. Plano de Aula:
II. Dados de Identificação: Escola: Professor (a): Disciplina: Série: Turma:
III. Tema: - Humpry Davy: eletrólise Carga horária: 1,5 hora
IV. Objetivos: Discutir a História das Ciências por meio da leitura de um texto sobre Humpry Davy. Apresentar experimentos realizados por Humpry Davy. Concluir que a eletrólise foi um importante avanço na área da Química podendo ser aplicada em métodos industriais.
V. Conteúdo programático: ✓ Humpry Davy; ✓ Eletrólise.
VI. Metodologia: Fazer uma leitura dinâmica do texto “Humpry Davy: eletrólise” entregue em sala de aula. Ao terminar a leitura, fazer anotações do que imagina sobre a reação dada no texto, descrevendo como ela seria. Após essa atividade, fazer o experimento de Volta, empilhando moedas, e a eletrólise. Fazer uma explicação teórica no quadro apontando conceitos-chave como: elétrons, corrente, caminho da corrente, oxidação e redução dos elementos químicos, formação de gás.
VII. Recursos didáticos: - Retroprojeter; - Cópias do texto para leitura; - Moedas prateadas; - Moedas de cobre; - Um copo; - Água; - Voltímetro; - Fios de cobre; - Grafite; - Seringa; - Bateria; - Sal de cozinha;
VIII. Avaliação: Uma atividade será passada antes da realização do experimento pedindo para que eles mentalizem e anotem o que eles imaginam que acontecerá no experimento. Após a realização do experimento, pedir-se-á uma avaliação do aluno se a realização do experimento foi o que ele imaginou.
XIX. Bibliografia:

SACKS, O. Tio Tungstênio. Companhia das Letras: São Paulo, 2002, ISBN 85-359-0270-8, 334 pp.

ANEXO F - Texto para leitura Humphry Davy: um químico-poeta

Davy nasceu em 1778 e cresceu no período em que começava a revolução de Lavoisier. Foi uma era de descobertas, quando a química atingiu a maturidade — uma época, também, em que grandes elucidações teóricas estavam emergindo. Davy, filho de um artífice, foi aprendiz de um cirurgião farmacêutico em Penzance, mas logo aspirou a algo maior. A química, acima de tudo, começou a atraí-lo. Ele leu e dominou Elementos de química, de Lavoisier — uma façanha e tanto para um rapaz de dezoito anos com pouca educação formal. Visões grandiosas (e talvez ambiciosas) passaram então a revolver-lhe na mente: será que ele poderia ser um novo Lavoisier, talvez um novo Newton? (Um de seus cadernos de apontamentos dessa época intitulava-se “Newton e Davy”.)

Em 1800, Davy leu o texto de Alessandro Volta descrevendo a primeira bateria, sua “pilha” — um sanduíche de dois metais diferentes com papelão embebido em salmoura —, que gerava uma corrente elétrica ininterrupta. Embora a eletricidade estática, como os relâmpagos ou as faíscas, houvesse sido estudada no século anterior, nenhuma corrente elétrica ininterrupta fora obtida até então. O trabalho de Volta, Davy escreveria posteriormente, atuou como um alarme entre os experimentadores da Europa e, para Davy, subitamente deu forma ao que então ele viu como o trabalho de sua vida.

Davy persuadiu Beddoes a construir uma enorme bateria elétrica — que consistia em placas duplas de cobre e zinco de mais de 650 centímetros quadrados e ocupava uma sala inteira — e iniciou seus primeiros experimentos com ela poucos meses depois de ler o texto de Volta. Quase imediatamente, suspeitou que a corrente elétrica era gerada por mudanças químicas nas placas de metal, e se perguntou se o inverso também aconteceria — se poderíamos induzir mudanças químicas com a passagem de uma corrente elétrica.

Podia-se criar água (como demonstrara Cavendish) inflamando hidrogênio e oxigênio juntos. Poderia alguém agora, com o novo poder da corrente elétrica, fazer o contrário? Em seu primeiro experimento eletroquímico, passando uma corrente elétrica por água (ele precisou adicionar um pouco de ácido para torná-la condutora), Davy mostrou que ela podia ser decomposta em seus elementos constituintes, com o hidrogênio aparecendo em um polo ou eletrodo da bateria e

o oxigênio no outro — embora só muitos anos depois ele tenha conseguido mostrar que esses dois elementos apareciam em proporções fixas e exatas.

Com sua bateria, Davy descobriu que podia não só eletrolisar água, mas também aquecer fios metálicos: um fio de platina, por exemplo, podia ser aquecido até ficar incandescente; e se a corrente fosse passada por bastões de carbono e estes fossem então separados por uma curta distância, um deslumbrante “arco” elétrico saltava de um bastão ao outro (“um arco tão vívido que até a luz do sol comparada a ele parecia débil”, ele escreveu). Assim, quase por acaso, Davy topou com as que viriam a ser as duas principais formas de iluminação elétrica, a lâmpada de incandescência e a lâmpada de arco — embora não as desenvolvesse, passando a se dedicar a outros projetos.

Lavoisier, ao elaborar sua primeira lista de elementos em 1789, incluía as “terras alcalinas” (magnésia, cal e barita) por julgar que continham novos elementos; a elas, Davy acrescentou os álcalis (soda e potassa), pois suspeitava que também continham novos elementos. Mas até então não havia um meio químico suficiente para isolá-los. Davy se perguntou se o radicalmente novo poder da eletricidade poderia ter sucesso onde a química comum fracassara. Primeiro ele trabalhou com os álcalis; no início de 1807, realizou os célebres experimentos que isolaram potássio e sódio metálicos por meio de uma corrente elétrica. Quando teve sucesso, Davy, de tão exultante, dançou de alegria pelo laboratório, anotou seu assistente.

Um de meus maiores prazeres era repetir os experimentos originais de Davy em meu laboratório; identificava-me tanto com ele que quase sentia estar descobrindo aqueles elementos eu mesmo. Depois de ler como ele descobrira o potássio e o modo como esse elemento reagia com a água, cortei uma pelota de potássio em cubinhos (tinha consistência de manteiga, e a superfície cortada brilhava com cintilações prateadas — mas só por um instante, pois logo embaçava). Depositei delicadamente os pedacinhos em uma cuba com água e me afastei depressa — bem a tempo, pois o potássio pegou fogo imediatamente, derreteu e se transformou numa bolha que girava freneticamente pela cuba, encimada por uma chama violenta, cuspidando e crepitando com estridência enquanto lançava fragmentos incandescentes em todas as direções. Em poucos segundos o glóbulo se apagou e voltou a repousar tranquilo na cuba. Só que

agora a água estava morna e ensaboada: tinha virado uma solução de potassa cáustica e, por ser alcalina, tornara azul um pedaço de papel de tornassol.

O sódio era muito mais barato e não tão violento quanto o potássio; por isso, decidi observar sua ação ao ar livre. Consegui um bom pedaço — cerca de um quilo e meio — e fiz um passeio até os Highgate Ponds, em Hampstead Heath, com meus dois melhores amigos, Eric e Jonathan. Quando chegamos, subimos numa pequena ponte, peguei o sódio com uma pinça no óleo onde ele estava imerso e o joguei na água lá embaixo. Ele pegou fogo imediatamente e ficou girando na superfície como um meteoro demente, com uma enorme camada de chamas amarelas pairando em cima. Todos exultamos — aquilo era química das boas!

Havia outros membros da família dos metais alcalinos ainda mais reativos que o sódio e o potássio, metais como o rubídio e o céσιο (havia também o mais leve e menos reativo, o lítio). Era fascinante comparar as reações dos cinco, pondo pedacinhos de cada um na água. Era preciso todo o cuidado, usar pinças e equipar-se, bem como aos convidados, com óculos de segurança: o lítio movia-se calmamente pela superfície da água, reagindo com ela, emitindo hidrogênio até gastá-lo todo; um naco de sódio movia-se pela superfície com um chiado ameaçador, mas não pegava fogo se fosse usado um pedaço pequeno; o potássio, em contraste, incendiava-se imediatamente ao atingir a água, queimando com uma chama cor de malva pálida e atirando glóbulos de si mesmo por toda parte; o rubídio era ainda mais reativo, cuspia violentamente com uma chama violeta avermelhada; e o céσιο, como descobri, explodia ao contato com a água, despedaçando seu recipiente de vidro. Ninguém esquecia as propriedades dos metais alcalinos depois de ter visto isso.

Para Davy, a eletrólise era uma revelação de que a própria matéria não era algo inerte que mantinha sua coesão graças à “gravidade”, como pensara Newton; a matéria era carregada e mantida coesa por forças elétricas. Afinidade química e força elétrica eram a mesma coisa, ele então começou a refletir. Para Newton e Boyle havia existido uma única força, a gravitação universal, que mantinha juntos não só as estrelas e os planetas, mas também os próprios átomos dos quais eles eram compostos. Agora, para Davy, havia uma segunda força cósmica, não menos potente que a gravidade, mas que atuava nas minúsculas distâncias entre átomos, no mundo invisível, quase inimaginável, dos

átomos químicos. A gravidade podia ser o segredo da massa, pensou Davy, mas a eletricidade era o segredo da matéria.

Davy gostava de fazer experimentos em público, e suas célebres conferências, ou demonstrações-conferências, eram empolgantes, eloquentes e com frequência literalmente explosivas. Em suas conferências ele abordava desde os detalhes mais íntimos de seus experimentos até especulações sobre o universo e a vida, que proferia em um estilo e com uma riqueza de linguagem que ninguém conseguia igualar. Logo se tornou o mais famoso e influente conferencista da Inglaterra, atraindo multidões que apinhavam as ruas toda vez que havia uma conferência sua. Até Coleridge, o maior conferencista de sua época, comparecia às palestras de Davy, não só para abastecer seus cadernos de anotações químicas, mas “para renovar meu estoque de metáforas”.

No início do século XIX ainda existia uma união entre as culturas literária e científica — não havia a dissociação de sensibilidades que em breve se instalaria — e durante o período que Davy passou em Bristol teve início uma amizade íntima com Coleridge e os poetas românticos. O próprio Davy estava escrevendo (e às vezes publicando) muitas poesias naquela época; seus apontamentos misturavam detalhes de experimentos químicos, poemas e reflexões filosóficas, e essas coisas não pareciam existir em compartimentos separados de sua mente.

Havia um extraordinário apetite pela ciência, especialmente pela química, naqueles primeiros e florescentes dias da Revolução Industrial; a ciência parecia um meio novo e poderoso (e não irreverente), não só de entender o mundo mas de passar a um estado melhor. O próprio Davy pareceu encarnar esse novo otimismo, estar na crista de uma nova e grande onda de poder científico e tecnológico, um poder que prometia, ou ameaçava, transformar o mundo. Ele descobrira meia dúzia de elementos, para começar, sugerira novas formas de iluminação, fizera importantes inovações na agricultura e desenvolvera uma teoria elétrica da combinação química, da matéria, do próprio universo — tudo isso antes dos trinta anos de idade.

ANEXO G - Plano de aula A tabela de Mendeleiev

I. Plano de Aula:
II. Dados de Identificação: Escola: Professor (a): Disciplina: Série: Turma:
III. Tema: - A tabela de Mendeleiev. Carga horária: 1,5 hora
IV. Objetivos: Explicitar a construção da tabela periódica, contextualizando-a em sua história. Apresentar Mendeleiev, cientista responsável pela criação da tabela periódica.
V. Conteúdo programático: <ul style="list-style-type: none">✓ Tabela Periódica;✓ Mendeleiev;✓ Organização dos elementos químicos;✓ Caracterização dos elementos.
VI. Metodologia: Apresentar o cientista Mendeleiev inicialmente. Fazer uma leitura dinâmica do texto “a tabela de Mendeleiev” entregue em sala de aula.
VII. Recursos didáticos: -Cópias do texto para leitura; - Piloto de quadro
VIII. Avaliação: Análise dos questionamentos que surgirão em sala de aula.
XIX. Bibliografia: SACKS, O. Tio Tungstênio. Companhia das Letras: São Paulo, 2002, ISBN 85-359-0270-8, 334 pp.

ANEXO H - Texto A tabela de Mendeleiev

EM 1945 FOI REABERTO O SCIENCE MUSEUM, em South Kensington (estivera fechado durante grande parte da guerra), e vi pela primeira vez a gigantesca tabela periódica ali exposta. A estrutura da tabela ocupava toda uma parede no patamar superior; era um gabinete feito de madeira escura com noventa e tantos cubículos, cada qual com a inscrição do nome, peso atômico e símbolo químico de seu elemento. E em cada cubículo havia uma amostra do próprio elemento (pelo menos daqueles que haviam sido obtidos em sua forma pura e que podiam ser expostos com segurança). Intitulava-se “Classificação periódica dos elementos — segundo Mendeleiev”.

Minha primeira visão foram os metais, dúzias deles em todas as formas possíveis: bastões, nacos, cubos, filamentos, folhas, discos, cristais. A maioria era cinzenta ou prateada, alguns tinham um leve toque de azul ou rosa. Uns pouco tinham superfícies com um pálido brilho amarelado, e por fim havia as cores vivas do cobre e do ouro.

No canto superior direito ficavam os metaloides, os elementos não metálicos — o enxofre em espetaculares cristais amarelos e o selênio em cristais vermelhos translúcidos, o fósforo, como cera de abelha descorada, mantido em água, e o carbono, em minúsculos diamantes e brilhante grafite preta. Havia o boro, um pó pardacento, e o silício encrespado e cristalino, com um intenso brilho negro como grafite ou galena.

À esquerda estavam os álcalis e os metais alcalino terrosos — os metais de Humphry Davy —, todos (exceto o magnésio) em banhos protetores de nafta. Espantei-me com o lítio, no canto superior, que de tão leve flutuava na nafta, e também com o céσιο, mais abaixo, que formava uma poça cintilante sob a nafta. O céσιο, eu sabia, tinha um ponto de fusão baixíssimo, e aquele era um dia quente de verão. Mas eu não havia percebido plenamente, nos pedacinhos parcialmente oxidados que vira, que o céσιο puro era dourado — de início emitia apenas um lampejo, um clarão dourado, parecendo iridescente nos tons áureos; e então, olhado de um ângulo inferior, ele era de um dourado puro, fazia pensar em um mar de ouro ou mercúrio dourado.

Havia outros elementos que até então haviam sido para mim apenas nomes (ou, o que é quase tão abstrato, nomes associados a algumas propriedades físicas e pesos atômicos), e agora, pela primeira vez, eu os via concretos, em toda a sua

diversidade. Naquele primeiro vislumbre sensorial, vi a tabela como um suntuoso banquete, uma gigantesca mesa servida com oitenta e tantos pratos diferentes.

Na época eu já estava familiarizado com as propriedades de muitos elementos, e sabia que formavam famílias naturais, como os metais alcalinos, os metais alcalino terrosos e os halogênios. Essas famílias (que Mendeleiev chamou de “grupos”) compunham as verticais da tabela, com os álcalis e os metais alcalinoterrosos à esquerda, os halogênios e gases inertes à direita e todo o resto em quatro grupos intermediários. Não estava tão clara a condição de “grupo” desses conjuntos intermediários — por exemplo, no Grupo VI eu via o enxofre, o selênio e o telúrio. Sabia que esses três (meus “malcheirogênios”) eram muito semelhantes, mas o que o oxigênio estava fazendo ali, encabeçando o grupo? Devia haver algum princípio mais profundo em ação — e de fato havia. Estava impresso no topo da tabela, mas na impaciência de ver os elementos propriamente ditos, eu não prestara atenção. O princípio mais profundo, enxerguei então, era a valência. O termo valência não aparecia em meus livros vitorianos mais antigos, pois só fora desenvolvido adequadamente no final da década de 1850; Mendeleiev foi um dos primeiros a aproveitá-lo e usá-lo como base para classificação, a apresentar o que nunca antes estivera claro: um fundamento racional, uma base para o fato de os elementos parecerem formar famílias naturais, terem profundas analogias químicas e físicas uns com os outros. Mendeleiev então reconheceu oito desses grupos de elementos segundo suas valências.

Assim, os elementos do Grupo I, os metais alcalinos, tinham valência 1: um átomo desses elementos combinava-se a um átomo de hidrogênio, formando compostos como LiH, NaH, KH etc. (Ou com um átomo de cloro, formando compostos como LiCl, NaCl, KCl.) Os elementos do Grupo II, metais alcalinoterrosos, tinham valência 2, formando compostos como CaCl_2 , SrCl_2 , BaCl_2 etc. A maior valência, 8, pertencia aos elementos do Grupo VIII.

Embora Mendeleiev estivesse organizando os elementos segundo a valência, também ficava fascinado com os pesos atômicos e com o fato de cada elemento ter seu peso único e específico e por ser esse peso, em certo sentido, a assinatura atômica de cada elemento. E se, ⁶⁸mentalmente, ele começou a indexar os elementos segundo suas valências, fez o mesmo tomando por base os pesos atômicos. Então, como por mágica, as duas classificações coincidiram. Pois se Mendeleiev organizasse os elementos simplesmente na ordem de seus pesos atômicos, em

“períodos” horizontais, como os denominava, evidenciavam-se recorrências das mesmas propriedades e valências em intervalos regulares.

Cada elemento imitava as propriedades do elemento acima dele e era um membro ligeiramente mais pesado da mesma família. A mesma melodia, por assim dizer, era tocada em cada período — primeiro um metal alcalino, depois um metal alcalinoterroso, em seguida mais seis elementos, cada qual com sua valência ou tom —, mas tocada em um registro diferente (não pude deixar de pensar em oitavas e escalas, pois vivia em uma casa musical, e as escalas eram a periodicidade que eu ouvia diariamente). Era o agrupamento em oito que dominava a tabela periódica à minha frente, embora também se pudesse ver, na parte inferior da tabela, que elementos extras se interpunham nos octetos básicos: dez elementos extras para cada um nos Períodos 4 e 5, e dez mais catorze no Período 6.

E nessa progressão cada período completava-se e conduzia ao seguinte em uma série de voltas vertiginosas — pelo menos, essa foi a forma assumida em minha imaginação, fazendo com que a discreta tabela retangular diante de mim se transformasse, mentalmente, em espirais ou voltas. A tabela era uma espécie de escadaria cósmica, ou uma escada de Jacó que nos comunicava com um céu pitagórico.

Percebi subitamente, assombrado, quanto a tabela periódica deve ter surpreendido os primeiros que a viram — químicos que conheciam a fundo as sete ou oito famílias químicas, mas nunca se tinham dado conta da base daquelas famílias (a valência), nem de que todas elas podiam ser reunidas em um único sistema abrangente. Eu me perguntei se eles teriam reagido como eu àquela primeira revelação, exclamando: “Mas é claro! É tão óbvio! Como foi que não pensei nisso?”.

Analisando com base nas verticais ou nas horizontais, chegava-se à mesma grade. Era como um jogo de palavras cruzadas, podiam-se procurar as chaves pela horizontal ou pela vertical, só que as palavras cruzadas são uma criação arbitrária, puramente humana, ao passo que a tabela periódica refletia uma ordem intrínseca da natureza, pois mostrava todos os elementos organizados em uma relação fundamental. Tive a sensação de que a tabela guardava um segredo maravilhoso, mas era um criptograma sem uma chave; por que essa relação era assim?

Quase não dormi naquela noite, de tão empolgado com a tabela periódica — que façanha incrível, pensei, arranjar todo o vasto e aparentemente caótico universo da química em uma ordem abrangente. A primeira grande elucidação intelectual

ocorrera com a definição de elementos por Lavoisier, com a descoberta de Proust de que os elementos se combinavam apenas em proporções distintas, e com a ideia de Dalton de que os elementos tinham átomos com pesos atômicos únicos. Com essas noções, a química entrou na maturidade e se tornou a química dos elementos. Mas os próprios elementos não eram vistos como organizados em alguma ordem; podiam ser listados alfabeticamente (como fez Pepper em *Playbook of metals*) ou segundo famílias ou grupos locais isolados. Nada além disso foi possível antes do feito de Mendeleiev. Ter percebido uma organização geral, um princípio abrangente unindo e relacionando todos os elementos tinha algo de milagroso, de genial. E isso me deu, pela primeira vez, a noção do poder transcendente da mente humana, do fato de que ela poderia estar equipada para descobrir ou decifrar os segredos mais íntimos da natureza, para ler a mente de Deus.

Não parei de sonhar com a tabela periódica durante o sono leve e agitado daquela noite — sonhei que ela era um cata-vento ou uma rodinha de fogos de artifício que girava e faiscava, depois que era uma grande nebulosa que ia do primeiro ao último elemento e continuava, depois do urânio, a avançar para o infinito. No dia seguinte eu mal podia esperar que o museu abrisse; corri para o andar superior, onde estava a tabela, assim que as portas foram destrancadas.

Ver a tabela, “entendê-la”, mudou minha vida. Passei a visitá-la sempre que podia. Copiei-a em meu caderno de exercícios, andava com ela por toda parte; acabei por conhecê-la tão bem — visual e conceitualmente — que era capaz de traçar em minha mente os seus caminhos em todas as direções, subindo por um grupo, virando à direita em um período, parando, descendo por outro, e sempre sabendo onde eu estava. Era como um jardim, o jardim de números que eu amava quando pequeno — mas, diferentemente deste, a tabela era real, uma chave para o universo. Eu passava horas fascinado, totalmente absorto, vagueando e fazendo descobertas no jardim encantado de Mendeleiev.

Como meus pais, Mendeleiev provinha de uma família enorme — era o mais novo de catorze filhos. Sua mãe com certeza reconheceu nele a inteligência precoce; quando o filho fez catorze anos, pressentindo que estaria perdido sem uma educação adequada, ela saiu da Sibéria e percorreu milhares de quilômetros a pé com ele, primeiro até a Universidade de Moscou (que não o aceitou por ser siberiano), e depois até São Petersburgo, onde lhe foi concedida uma bolsa de estudos para a carreira do magistério. (Sua mãe, na época com quase sessenta

anos, aparentemente morreu de exaustão depois desse esforço prodigioso. Mendeleiev, muito ligado a ela, mais tarde dedicaria Princípios de química à sua memória.)

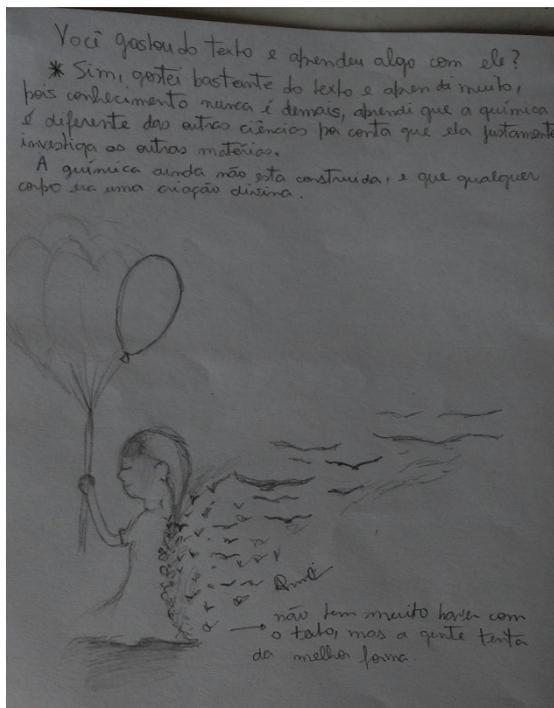
Mesmo quando estudante em São Petersburgo, Mendeleiev demonstrou não só uma insaciável curiosidade, mas uma avidez por todo tipo de princípio organizador. Lineu, no século XVIII, classificara os animais e as plantas, e também os minerais (com muito menos êxito). Dana, na década de 1830, substituíra a antiga classificação física dos minerais por uma classificação química com cerca de uma dúzia de categorias principais (elementos nativos, óxidos, sulfetos etc.). Mas não existia uma classificação desse tipo para os próprios elementos, e já se conheciam aproximadamente sessenta deles. De fato, parecia quase impossível categorizar alguns. Onde situar o urânio, ou o berílio, esse intrigante metal ultraleve? Alguns dos elementos descobertos posteriormente eram ainda mais difíceis — o tálio, por exemplo, descoberto em 1862, em certos aspectos assemelhava-se ao chumbo, em outros, à prata, em outros, ao alumínio e, em outros ainda, ao potássio.

Quase vinte anos se passaram desde que Mendeleiev começou a se interessar pela classificação até o surgimento de sua tabela periódica em 1869. Esse longo período de reflexão e incubação (tão semelhante, de certa forma, ao de Darwin antes da publicação de *A origem das espécies*) talvez explique por que, ao publicar Princípios de química, Mendeleiev pôde apresentar uma vastidão de conhecimentos e uma visão muito mais abrangente que as de qualquer um de seus contemporâneos — alguns dos quais também tinham uma clara ideia da periodicidade, mas não foram capazes de dar uma estrutura à profusão de detalhes que ele organizou.

Mendeleiev contou que escrevia as propriedades e pesos atômicos dos elementos em cartões, embaralhava-os e os estudava constantemente durante suas longas viagens de trem pela Rússia, jogando uma espécie de “paciência química” (como ele a chamava), tateando à procura de alguma ordem, de um sistema que pudesse dar um sentido a todos os elementos, suas propriedades e pesos atômicos.

ANEXO I

Figura 2: resposta 1 sobre a dinâmica da aula



ANEXO J

Figura 3: resposta 2 sobre a dinâmica da aula

PRIMITIVO

Você gostou do texto
e aprendeu algo com ele? Justifique

Sim, é interessante. Aprendi que vai
muito além do que algo movado de
fantasmas, a partir de algo simples podemos
descobrir fenômenos muito mais impressionantes.
Apresenta uma perspectiva de vida, onde o real é uma
pessoa (ou uma coisa) que pode ser muito mais que
um significado do que é mostrado e representado