

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL**

Rosa Maria Castro Santini

**TABELA PERIÓDICA CONCRETA E MANIPULÁVEL
NUMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O 5º ANO DO
ENSINO FUNDAMENTAL**



VOLTA REDONDA

2021



Rosa Maria Castro Santini

TABELA PERIÓDICA CONCRETA E MANIPULÁVEL NUMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O 5º ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Celso Ribeiro

Volta Redonda
2021

Rosa Maria Castro Santini

**TABELA PERIÓDICA CONCRETA E MANIPULÁVEL NUMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O 5º ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Orientador: Prof. Dr. Mauro Celso Ribeiro

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovada em

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro Celso Ribeiro - ICEX/UFF/VR

Prof^a. Dr^a. Ana Maria Dantas Soares

Professora Titular do DTPE/IE/UFRRJ

Prof. Dr. Elivelton Alves Ferreira –

Departamento de Química – ICEX/UFF/VR

Volta Redonda

2021

Ficha catalográfica automática - SDC/BAVR
Gerada com informações fornecidas pelo autor

S235t Santini, Rosa Maria Castro
Tabela Periódica Concreta e Manipulável Numa Sequência Didática Para o 5º Ano do Ensino Fundamental / Rosa Maria Castro Santini ; Mauro Celso Ribeiro, orientador. Volta Redonda, 2021.
100 f. : il.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Química)-
Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PROFQUI.2021.mp.65787730704>

1. Tabela Periódica. 2. Sequência Didática. 3. Ciclo Hidrológico. 4. Ensino Fundamental. 5. Produção intelectual. I. Ribeiro, Mauro Celso, orientador. II. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Ciências Exatas. III. Título.

CDD -

Dedico esta dissertação a todos os seres com os quais convivi e convivo, pois a cada um, devo um aprendizado profundamente significativo para a minha existência.

AGRADECIMENTOS

À “Inteligência Suprema, causa primária de todas as coisas”, que algumas culturas chamam Deus.

Aos componentes do grupo familiar, a sociedade na qual trocamos ideias, apreensões, esperanças e compartilhamos de muito trabalho, estudo e momentos muito felizes.

Aos Professores do PROFQUI, que nos anos de convivência, muito me ensinaram, contribuindo para meu crescimento científico e intelectual.

Aos amigos da turma, pelo carinho e companheirismo durante este período de convivência.

À Universidade Federal Fluminense – UFF, pela oportunidade proporcionada e colocar à disposição seus laboratórios didáticos para a realização dos experimentos.

À equipe da secretaria de Pós-Graduação do ICEX.

Ao Prof. Mauro Celso Ribeiro, pela sabedoria, paciência e incentivo, durante o processo de definição e orientação.

“Ninguém liberta ninguém, ninguém se liberta sozinho: Os homens se libertam em comunhão.”

Paulo Freire
Pedagogia do Oprimido

RESUMO

Essa dissertação trata da possibilidade de se oferecer aos discentes em nível de Ensino Fundamental o contato com a Tabela Periódica dos Elementos Químicos, com o objetivo de fomentar a curiosidade, para o desenvolvimento do espírito científico e crítico, contribuindo para a formação de seres humanos conscientes e aptos a interagirem nas ações que afetam o planeta Terra, “nossa casa comum”. (FRANCISCO, 2015). Aos docentes, este trabalho aspira contribuir, por meio da sugestão de uma sequência didática completa e pronta para ser utilizada em sala de aula.

O manusear da Tabela Periódica, que aliás foi projetada inicialmente com a finalidade de ser objeto de interação entre alunos e professores, representa o ensejo de se criarem momentos pedagógicos diferenciados, dependendo da situação provocadora de cada oportunidade, de modo que a sequência apresentada aqui é apenas uma das muitas alternativas possíveis para abordagem do tema.

Conhecer e manter contato com os símbolos que a Tabela Periódica contém constitui-se de uma oportunidade de se desenvolver a consciência de que estamos em contato com o material constituinte de todo o Universo.

É de opinião desta autora que a validade das ideias de Jean Piaget e Antoni Zabala permite a colocação desta proposta epistemológica e pedagógica, que possivelmente, esperamos, abrirá novos caminhos para o desenvolvimento desta ideia que consideramos apenas inicial.

Palavras-chave: tabela periódica; elementos químicos; sequência didática;

ABSTRACT

His dissertation deals with the possibility of offering students at the elementary school level contact with the Periodic Table of Chemical Elements, with the objective of fostering curiosity, for the development of the scientific and critical spirit, contributing to the formation of human beings conscious and able to interact in actions that affect planet Earth, “our common home” (Francisco, 2015). And, to the teachers, a small contribution with a didactic sequence ready to be used in the classroom. When handling the Periodic Table, which was designed with the purpose of being the object of interaction between students, teachers, there will be an opportunity to create different pedagogical moments, depending on the provoking situation of each opportunity, the sequence presented here is just an alternative. Knowing and maintaining contact with the symbols contained in the Periodic Table is an opportunity to develop the awareness that we are in contact with the constituent material of the entire Universe. The validity of the ideas of Jean Piaget and Antoni Zabala allows the placement of this epistemological and pedagogical proposal, which possibly, we hope, will open new paths for the development of this idea that we consider only initial.

Keywords: periodic table; chemical elements; following teaching;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de Sequência Didática - DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004).....	25
Figura 2 – Esquema de Sequência Didática adaptada de DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004).Autoria própria.	26
Figura 3- Jean Piaget - Revista Nova Escola - outubro/2008	27
Figura 4- Adaptado de Becker, Fernando; Carvalho, Diane Couto de – Falando sobre Epistemologia Genética- Lumina_ UFRGS – Autoria própria.	28
Figura 5- Tabela das Substâncias Simples – Lavoisier -TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997, v. 20	36
Figura 6 Tabela com os símbolos criados por John Dalton	37
Figura 7 John Dalton - ps://prints.royalsociety.org/search?q=john+dalton&type=product	37
Figura 8 Retrato de Döbereiner, por Georg Philipp Schmidt, 1825 (MARSHALL; MARSHALL, 2007).	40
Figura 9- Tríades de Döbereiner - Happy 150th Birthday to the Periodic Table – Eric Scerri.....	41
Figura 10 - isqueiro de Döbereiner - (MARSHALL; MARSHALL, 2007).	42
Figura 11 - esquema de funcionamento do isqueiro de Döbereiner - (MARSHALL; MARSHALL, 2007).	42
Figura 12 - Germain H. I. Hess - http://www.heurema.com/POFQ-GHess.htm 43	
Figura 13- Amedeo Avogadro - https://www.sciencehistory.org/historical-profile/amedeo-avogadro	47
Figura 14 - Chancourtois - https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/people/cp31683/alexandre-emile-beguyer-de	50
Figura 15 - The discovery of the periodic table as a case of simultaneous Discovery; Eric Scerri	52
Figura 16 - Modelo do sistema periódico de Chancourtois - https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co13134/model-of-the-periodic-system-of-de-chancourtois-model1	52
Figura 17 - Newlands - https://corrosion-doctors.org/Periodic/Periodic-Newlands.htm	53
Figura 18 - A Tabela das Oitavas de Newland. (Lima; Barbosa; Filgueiras, 2019)	54
Figura 19 - Odling - https://www.rsc.org/news-events/features/2019/jan/finding-the-periodic-table/	54
Figura 20 - - Tabela de Odling - The discovery of the periodic table as a case of simultaneous Discovery; Eric Scerri.....	55
Figura 21 - Hinrichs - https://www.spc.noaa.gov/misc/AbtDerechos/hinrichs/hinrichs.htm	56
Figura 22 - Tabela de Hinrichs - Scerri, 2015	57
Figura 23 - Meyer - http://scihi.org/julius-lothar-meyer-periodic-law/	58
Figura 24 - Tabela Meyer - 1868 - Scerri, 2015.....	59

Figura 25 - À Esquerda: Mendeleev - https://learnodo-newtonic.com/dmitri-mendeleev-contribution ; À Direita: Um selo comemorativo mostrando Mendeleev e algumas de suas notas originais sobre a Tabela Periódica - https://www.rsc.org/periodic-table/history/about	60
Figura 26 - Tabela periódica publicada por Mendeleiev em 1869 - Scerri, 2015	61
Figura 27- Henry Moseley - https://maestrovirtuale.com/henry-moseley-biografia-e-contribuicoes/	63
Figura 28 - O Gráfico de Moseley, A ordenada é o número atômico N, com elementos identificados, que vão do alumínio ao ouro; a abscissa é a raiz quadrada da frequência do raio-X. Scerri, 2015.....	64
Figura 29 - Glean Seaborg. https://www.britannica.com/biography/Glenn-T-Seaborg	65
Figura 30 - Primeira Tabela de Seaborg (SCERRI, 2015).....	67
Figura 31 - Manuscrito de D. Pedro II - (LIMA; BARBOSA; FILGUEIRAS, 2019, v. 42).	68
Figura 32- Ciclo Hidrológico - https://canal.cecierj.edu.br/recurso/8109	71
Figura 33 https://www.infoescola.com/quimica/estados-fisicos-da-água	88
Figura 34 - Desenho feito em 3D no AutoCAD da Tabela Periódica Concreta e Manipulável. Autor: Tiago Santini Prado	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Organização dos elementos químicos feita por Germain Hess. (PETRIÁNOV; TRÍFONOV, 1981).	44
Tabela 2 - Participantes do Congresso de Karlsruhe - https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3588940/mod_resource/content/1/Aula%20Congresso%20de%20Karlsruhe.pdf	46

LISTA DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

TP – Tabela Periódica

SD – Sequência Didática

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVO	18
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 Alfabetização Científica	18
3.2 Sequência Didática	22
3.3 Epistemologia Genética – Jean Piaget	27
4 A TABELA PERIÓDICA	33
4.1 Os precursores da classificação periódica	38
4.1.1 Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849)	38
4.1.2 Germain Henri Ivanovich Hess	43
4.1.3 Congresso de Karlsruhe, 1860	45
4.1.4 Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820 – 1886)	50
4.1.4. John Alexander Reina Newlands (1837-1898)	53
4.1.5. William Odling	54
4.1.6. Gustavus Detlef Hinrichs (1836-1923)	56
4.1.7. Julius Lothar Meyer(1830-1895)	58
4.1.8. Dmitri Ivanovich Mendeleev	59
4.1.9. Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887 -1915)	62
4.1.10. Glean Theodore. Seagorg (1912 – 1999)	65
4.2 D. Pedro II e a Tabela Periódica	67
4.3 José Bonifácio de Andrada e Silva(1763-1839)	68
5 CICLO HIDROLÓGICO	70
6. METODOLOGIA	71
6.1 Produção Inicial /Módulo 1 – Água: onde encontrar? Tempestade de Ideias:	72
6.2 Módulo 2 - Mudanças de estado físico da água através de experimentos.	73
6.3 Módulo 3 - Ciclo hidrológico	75
6.4 Módulo 4 – Estrutura atômica da água	76
6.5 Módulo 5 – Tabela Periódica: Lugar de organizar os elementos químicos	78
6.6 Produção Final: Avaliação Interativa – Detetive Periódico	81
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
8. CONCLUSÃO	83

REFERÊNCIAS	85
APÊNDICE 1- ROTEIRO INVESTIGATIVO	88
APÊNDICE 2 – CICLO HIDROLÓGICO	90
APÊNDICE 3 - ESTADOS FÍSICOS DA ÁGUA – CONFECÇÃO UTILIZANDO MOLÉCULAS FEITAS EM MASSA DE MODELAR	91
APÊNDICE 4: OS ESTADOS FÍSICOS DA ÁGUA A NÍVEL MICROSCÓPICO.	92
APÊNDICE 5 – FRENTE E VERSO DAS CARTAS DO JOGO DETETIVE PERIÓDICO	93
APÊNDICE 6 – TABELA PERIÓDICA CONCRETA E MANIPULÁVEL	100

1 INTRODUÇÃO

Como professora atuante no ensino básico, fundamental II e médio, sinto a angústia das salas desmotivadas e desinteressadas dos conteúdos de ciências da natureza, em específico Química, com algumas exceções. Licenciada em Química desde 1984 e trabalhando em reforço escolar e na tarefa de evangelização espírita infanto-juvenil, nunca me faltou o contato frequente com crianças e jovens em situações vulneráveis, onde pude constatar a lacuna do pensamento científico. Retornei à sala de aula sem intervalos em 2014. Anteriormente trabalhei de forma intermitente desde 1997. Sou Especialista em Ensino de Química pela Universidade Cândido Mendes (2017) e mestranda em Química pelo PROFQUI. Com a experiência das salas de aula, o contato permanente com as professoras do ensino fundamental I, inclusive realizando práticas nas turmas, ouvindo as preocupações e percebendo os obstáculos presentes na área de ensino de ciências da natureza, apresento nesta dissertação os frutos de minhas indagações, experiências e conhecimentos, sempre *“apoiada em ombros de gigantes.”*

São bastante conhecidos os obstáculos que incidem sobre o ensino da Tabela Periódica, que, ao ser apresentada nos anos finais do ensino fundamental, é feita da forma expositiva, descontextualizada, normalmente tendo como apoio apenas o livro didático, o que tende a desanimar o aluno e tornar o aprendizado desinteressante. Sobre as dificuldades de aprendizagem (KEMPA, 1991). diz que “muitas delas podem estar relacionadas à natureza das ideias prévias dos estudantes, à incapacidade para estabelecer relações entre os conceitos e para organizar e processar informações(...).”

Por outro, deve-se ressaltar que nossa sociedade é organizada com base no desenvolvimento científico que se tem alcançado, levando ao avanço tecnológico que estamos usufruindo. A Química é parte indissociável deste progresso, tanto que Chassot diz que a Química deve ser ensinada “dentro de uma concepção que destaque o papel social da mesma, mediante uma

contextualização social, política, filosófica, histórica, econômica e religiosa.” (CHASSOT, 2003).

No Planejamento Anual de Ensino do 5º ano do Ensino Fundamental – Ciências – da Secretaria de Educação da Prefeitura Municipal de Piraí, a primeira unidade temática, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é *Matéria e Energia* e a habilidade explorada é (EF05CI01): *Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.), entre outras.* No campo Objeto do Conhecimento são relacionados os seguintes tópicos: *Propriedades físicas dos materiais; Ciclo hidrológico; Consumo consciente e Reciclagem.* (BRASIL, 2018).

Analisando os tópicos da BNCC, citados acima, para o ensino de Ciências da Natureza no 5º ano do Ensino Fundamental, selecionamos o item referente ao Ciclo Hidrológico, que possibilitará uma introdução ao estudo da Estrutura da Matéria, e a apresentação da estrutura didática organizadora das unidades formadoras da estrutura de toda a matéria: A Tabela Periódica.

Por isso, optamos por propor, como produto didático, a construção de uma TP material e que pudesse ser manipulada. Cada elemento é um cubo, perfurado num diâmetro adequado para que possa ser encaixado num tubo de metalon. Após preparar os 118 cubos, uma estrutura de madeira prenderá os tubos com os cubos já encaixados. Quatro faces do cubo oferecem identificação e informações básicas sobre os elementos químicos.

Buscamos em Jean Piaget o fundamento para a utilização de material concreto direcionado à faixa etária relacionada ao estágio das operações concretas, que é o público-alvo deste trabalho, onde a criança recorre a objetos e acontecimentos concretos, e, o fato de que o conhecimento é de natureza social e afetiva e somente será desenvolvido com a interação entre pessoas, atividade que será privilegiada durante a aplicação da SD, oportunizando diversas atividades em grupo.

Naturalmente a abordagem deverá ser adequada ao nível dos estudantes que tem faixa etária entre 10 e 12 anos, com alguma variação, tomando o

cuidado de escolher a abordagem verbal e os experimentos, pois, como (KEMPA, 1991). adverte, deve-se cuidado, “em relação a termos técnicos ou a termos gerais com significados especializados específicos do contexto, ou a complexidade da estrutura da frase e sintaxe usada pelo professor”, pois, segundo aquele autor, isso é um fator que contribui para dificultar a aprendizagem.

O objeto de ensino *Ciclo Hidrológico* será desenvolvido através de uma sequência didática, onde serão apresentados os modelos da molécula da água, a organização destas em seus estados diferentes e a apresentação da Tabela Periódica, como registro que organiza toda a matéria que conhecemos. Naturalmente, os conhecimentos prévios dos alunos serão sondados para que possam ser conduzidos a uma aprendizagem significativa.

2 OBJETIVO

Introduzir a Tabela Periódica no quinto ano do ensino fundamental através da aplicação de uma sequência didática (SD). Para o desenvolvimento desta SD será utilizado o conteúdo *ciclo hidrológico*. Como material didático auxiliar, propomos a construção e uso de uma Tabela Periódica concreta, feita de madeira entre outros materiais, para facilitar o aprendizado dos alunos que, neste nível, requerem a manipulação de objetos concretos, ao invés do uso de ideias ou artefatos virtuais.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Alfabetização Científica

Na Constituição Federal, de 1988, no artigo 205, encontramos:

“A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o

exercício da *cidadania* e sua qualificação para o trabalho.” (SENADO FEDERAL).

No documento oficial mais recente na área da educação no Brasil, a BNCC, encontramos a seguinte colocação:

“a BNCC afirma, de maneira explícita, o seu compromisso com a **educação integral**. Reconhece, assim, que a Educação Básica deve visar à formação e ao desenvolvimento humano global, o que implica compreender a complexidade e a não linearidade desse desenvolvimento, rompendo com visões reducionistas que privilegiam ou a dimensão intelectual (cognitiva) ou a dimensão afetiva.” (BRASIL, 2018).

Desde o século XIX o imperador Pedro II já cultivava o pensamento de aproximar a ciência das crianças, como fica evidenciado no seu encontro, em 1877, com o jovem e já famoso químico holandês, Jacobus H. van't Hoff, que havia proposto sua famosa teoria do carbono tetraédrico, segundo Ernst Cohem, na biografia de van't Hoff

“este demonstrou minuciosamente a Dom Pedro II a teoria do carbono assimétrico com modelos hoje universalmente conhecidos. A ideia básica causou-lhe uma impressão tão profunda que ele perguntou a van't Hoff se os modelos não poderiam ser postos no comércio como brinquedos, para dessa maneira estimular o desenvolvimento precoce de conhecimentos químicos entre as crianças.” (FILGUEIRAS, 1988, v. 11).

Em 1999, em Budapeste, na Conferência Mundial de Ciências da UNESCO, 155 países endossaram a Declaração sobre Ciência e o Uso do Conhecimento Científico. Foi um documento pioneiro que esboçava uma visão clara para a ciência e a sociedade no século XXI, publicado pela UNESCO com o título: *A ciência para o século XXI – Uma nova visão uma base de ação*, definiu um papel e uma responsabilidade ampliados pela ciência em um novo momento da história, na qual ciência e tecnologia são os principais impulsionadores da mudança social e acrescenta:

Mais do que nunca, é necessário desenvolver e expandir a *informação científica* em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, como também a capacidade e as técnicas de raciocínio e a apreciação dos valores éticos, de modo a ampliar a participação pública nos processos decisórios relacionados à aplicação de novos conhecimentos. O progresso científico torna particularmente

importante o papel das universidades na promoção e na modernização do ensino de ciência e sua coordenação em todos os níveis educacionais. Em todos os países, e, particularmente, nos países em desenvolvimento, é necessário fortalecer a pesquisa científica na educação superior, inclusive nos programas de pós-graduação, levando em conta as prioridades nacionais. (UNESCO, 2003).

No ano de 2019, no 9º Fórum Mundial de Ciências - Ciência, Ética e Responsabilidade- realizado em Budapeste, Hungria há a afirmação do compromisso com a responsabilidade científica pelo bem público global por meio da consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. Destacando, então, a necessidade da expansão da *informação científica*, que, no nosso entendimento, é o próprio significado da alfabetização científica, e analisando o quanto é necessária esta, encontramos a seguinte referência em (CHASSOT, 2016).

“A *alfabetização científica* pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida. É recomendável enfatizar que essa deve ser uma preocupação muito significativa no ensino fundamental, mesmo que se advogue a necessidade de atenções quase idênticas também para o ensino médio. Sonhadoramente, ampliaria a proposta para incluir, também, mesmo que isso possa causar arrepio em alguns, o ensino superior.” (CHASSOT, 2003).

Deve-se mencionar, entretanto, que uma escola não será a única fonte que poderá proporcionar todas as informações científicas de que os cidadãos necessitam. Durante o período de escolarização ela deverá encetar oportunidades para que os alunos saibam como e onde buscar os conhecimentos necessários para conduzirem sua vida, tais como os espaços formais, quer sejam as bibliotecas escolares e públicas e, espaços não formais, incluindo parques, museus, zoológicos, programas televisivos e a internet. Estas fontes podem impulsionar uma ampliação do conhecimento dos estudantes, pois, segundo estudos realizados por COBERN (1995,) somente as aulas de Ciências do Ensino Básico não são suficientes para que o estudante se torne cientificamente alfabetizado. (ZANATA; CALDEIRA; MELISSA, 2012).

Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 (ECO 92) e conhecida

como a "Primeira Cimeira da Terra", deliberou-se sobre a necessidade de uma ação firme dos educadores no sentido de que os cidadãos possam adquirir uma percepção clara de quais sejam as emergências globais e de que eles possam participar nas tomadas de decisões. (CAHAPUZ, *et al.*, 2005).

Apesar da realização de evento tão importante objetivando melhorias das condições ambientais no planeta, vivemos hoje um quadro de total falta de consonância com as metas a serem atingidas para a melhoria do ambiente planetário. Percebemos um recrudescimento de ações que destroem o meio ambiente e afetam, de início, a população mais pobre.

Compreendemos que nos PCNs existe consonância com as diretrizes da ECO 92, pois estes indicam a necessidade da formação do pensamento científico para aprender a ler e a escrever:

“Desde o início do processo de escolarização e alfabetização, os temas de natureza científica e técnica, por sua presença variada, podem ser de grande ajuda, por permitirem diferentes formas de expressão. Não se trata somente de ensinar a ler e a escrever para que os alunos possam aprender Ciências, mas também de fazer usos das Ciências para que os alunos possam aprender a ler e a escrever.” (BRASIL, 1997).¹

Segundo Roberto Lent, neurocientista, professor emérito da Universidade Federal do Rio de Janeiro e um dos fundadores da Rede Nacional de Ciência Para a Educação.

“As crianças devem conhecer a ciência porque ela é um elemento importantíssimo da cultura humana. Mas mais do que isso: a ciência dispõe de um método que alia criatividade e rigor na solução de problemas da natureza e da sociedade. Divulgando ciência para as crianças contribuiremos para aumentar o seu conhecimento do mundo e para aprimorar a sua capacidade de mudá-lo de modo racional e civilizado. (LENT, 2020).

¹ Após a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a chamada LDB (Brasil, 1996), surgiram os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (Brasil, 1997a, 1997b). com o objetivo principal de orientar os educadores por meio da normatização de alguns fatores fundamentais concernentes a cada disciplina.

E encontramos em Chassot (2003) uma reflexão necessária à compreensão da importância de atuarmos como construtores do entendimento da linguagem científica.

“A ciência pode ser considerada como uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural. Compreendermos essa linguagem (da ciência) como entendemos algo escrito numa língua que conhecemos (por exemplo quando se entende um texto escrito em português) é podermos compreender a linguagem na qual está (sendo) escrita a natureza.” (CHASSOT, 2003).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacamos o texto que reforça a urgência deste fazer

“Ao se considerar ser o ensino fundamental o nível de escolarização obrigatório no Brasil, não se pode pensar no ensino de Ciências como um ensino propedêutico, voltado para uma aprendizagem efetiva em momento futuro. A criança não é cidadã do futuro, mas já é cidadã hoje, e, nesse sentido, conhecer ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e viabilizar sua capacidade plena de participação social no futuro. (BRASIL, 1997).

3.2 Sequência Didática

Existem propostas metodológicas de diferentes aspectos, tais como: sala de aula invertida, ensino por projetos, jogos, tecnologias de informação, etc. Diante de diversificadas estratégias neste campo, optamos pela Sequência Didática, que Zabala (1998) define como

“um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.” (ZABALA, 1988).

Segundo o autor, qualquer prática pedagógica necessita de uma organização metodológica para que seja executada. A aprendizagem do aluno se dará com a intervenção do professor no cotidiano escolar, e Zabala afirma:

“As sequências de atividades de ensino/aprendizagem, ou sequências didáticas, são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Assim, pois, poderemos analisar as diferentes formas de intervenção segundo as atividades que se realizam e, principalmente, pelo sentido que adquirem quanto a uma sequência orientada para a realização de determinados objetivos educativos. As sequências podem indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos e, portanto, avaliar a pertinência ou não de cada uma delas, a falta de outras ou a ênfase que devemos lhes atribuir.” (ZABALA, 1988).

No Brasil, o uso da ferramenta das sequências didáticas só veio a ser efetivado após sua sugestão no Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Língua Portuguesa, (MACHADO; CRISTÓVÃO, 2006, v. 6).

ZABALA (1998) afirma que a aprendizagem é uma construção pessoal, mas que neste processo, há a necessidade da ajuda de outras pessoas. Através dessa construção pode se atribuir significado a um objeto de ensino e isso se dá pela contribuição por parte da pessoa que está aprendendo, do seu interesse e da sua disponibilidade, dos seus conhecimentos prévios e de suas experiências.

Em todo este contexto é necessário ajudar o aluno a detectar o conflito inicial entre o que já se conhece e o que se deve saber, contribuir para que ele se sinta capaz e com vontade. Por isso é necessário que o novo conteúdo seja um desafio que lhe desperte interesse.

Deste modo, a primeira pergunta que precisamos fazer, é se esta sequência é mais ou menos adequada e, conseqüentemente, quais são os fundamentos que nos permitem fazer este juízo.

Por isso, ao elaborar uma sequência didática, Zabala orienta que verifiquemos, através de um questionamento, se estão sendo consideradas atividades:

“a) que nos permitam determinar os conhecimentos prévios que cada aluno tem em relação aos novos conteúdos de aprendizagem?

b) cujos conteúdos são propostos de forma que sejam significativos e funcionais para os meninos e as meninas?

c) que possamos inferir que são adequadas ao nível de desenvolvimento de cada aluno?

d) que representem um desafio alcançável para o aluno, quer dizer, que levam em conta suas competências atuais e as façam avançar com a ajuda necessária; portanto, que permitam criar zonas de desenvolvimento proximal e intervir?

e) que provoquem um conflito cognitivo e promovam a atividade mental do aluno, necessária para que estabeleça relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios?

f) que promovam uma atitude favorável, quer dizer, que sejam motivadoras em relação à aprendizagem dos novos conteúdos?

g) que estimulem a autoestima e o autoconceito em relação às aprendizagens que se propõem, quer dizer, que o aluno possa sentir que em certo grau aprendeu, que seu esforço valeu a pena?

h) que ajudem o aluno a adquirir habilidades relacionadas com o aprender a aprender, que lhe permitam ser cada vez mais autônomo em suas aprendizagens?” (ZABALA, 1988).

Além de identificar se as questões acima estão sendo observadas no planejamento da sequência didática, as fases desta, as atividades que a conformam e as relações estabelecidas servirão para compreendermos o seu valor educacional, os motivos que as justificam e, também, a necessidade de ensejar mudanças ou acrescentar atividades novas com o objetivo de melhorá-la, ampliando o seu alcance. Para (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004).uma sequência didática pode ser representada esquematicamente como na **Erro! Autoreferência de indicador não válida..** Naturalmente, sendo adaptada à situação pedagógica que for desenvolvida.

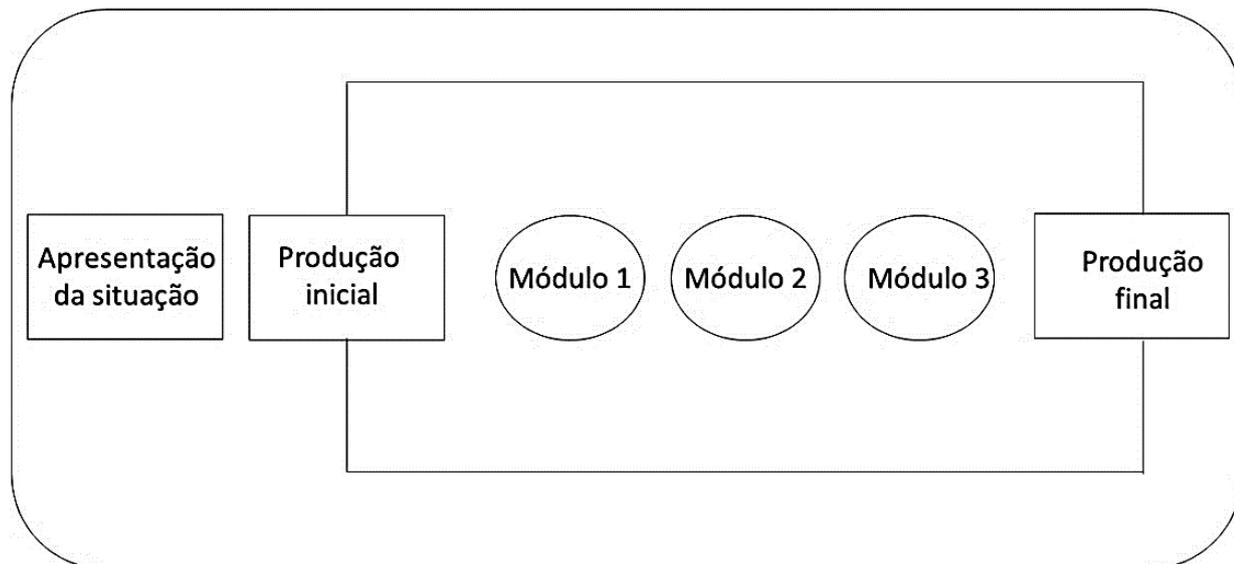


Figura 1 – Esquema de Sequência Didática - (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004).

A duração da SD será de acordo com as atividades propostas que serão desenvolvidas nos encontros. Como definir a quantidade de encontros? É necessário o planejamento, sem este não haverá possibilidade de estimar o tempo previsto para desenvolver o conteúdo dentro das atividades escolhidas. Para cada atividade há uma estimativa de tempo que, de acordo com a instituição onde será aplicada encontraremos variações na duração das aulas, esse fator precisa ser levado em consideração.

Adaptando o esquema acima à sequência didática apresentada no desenvolvimento deste trabalho, teremos, como resultado o esquema apresentado Figura 2:

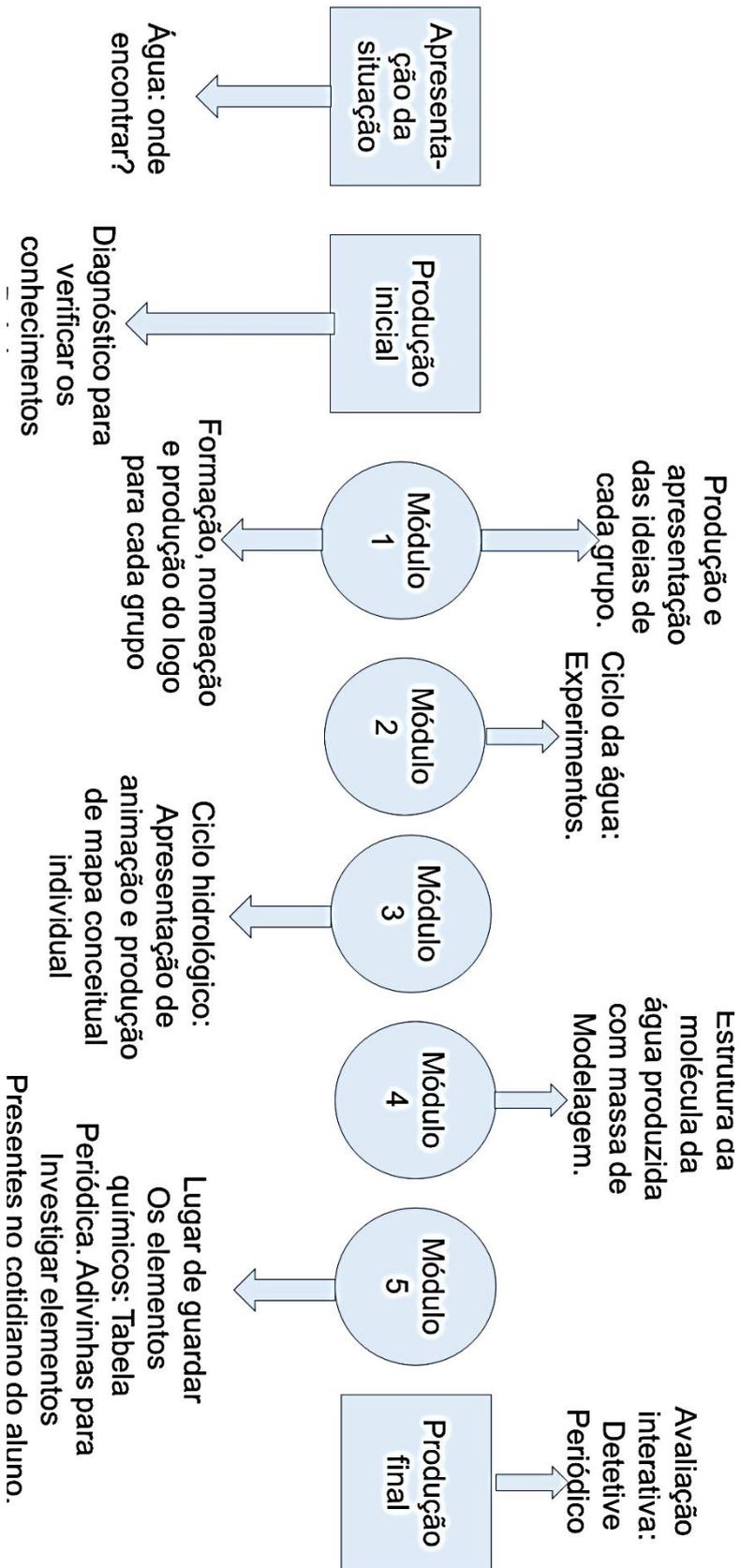


Figura 2 – Esquema de Sequência Didática adaptada de DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004). Autoria própria.

3.3 Epistemologia Genética – Jean Piaget

O suíço Jean Piaget nasceu em Neuchâtel em 1896 e morreu em Genebra em 1980. Embora biólogo, interessou-se pela filosofia desde jovem, principalmente no campo da epistemologia, expondo e discutindo a teoria do conhecimento.



Figura 3- Jean Piaget - Revista Nova Escola - outubro/2008

Segundo (BECKER, 2010), o pensamento de Piaget traz a compreensão de que a capacidade cognitiva humana nasce e se desenvolve, não vem pronta, que o aprendizado se dá por interações entre estruturas internas e contextos externos.

Os indivíduos amadurecem por meio de uma relação interdependente entre o sujeito e o objeto do conhecimento, sendo que este processo ocorre por meio de movimentos contínuos de interação com o meio ambiente. A partir dessa base teórica surgiram reflexões sobre diversas perspectivas relacionadas com aprendizagem, conhecimento e o desenvolvimento do indivíduo.

(MOREIRA, 1999). Diz que, provavelmente Piaget é mais conhecido, pelos não especialistas, pelos *períodos de desenvolvimento mental*, mas que o “núcleo duro” de sua teoria se encontra na *assimilação, acomodação e equilíbrio*.

Estes processos descritos por Piaget e que compõem a Teoria da Equilibração das Estruturas Cognitivas, estão, de forma simplificada, no quadro abaixo (BECKER; CARVALHO).

Teoria da Equilibração das Estruturas Cognitivas (Figura 4):



Figura 4- Adaptado de Becker, Fernando; Carvalho, Diane Couto de – Falando sobre Epistemologia Genética- Lumina_ UFRGS – Autoria própria.

PIAGET (1999) estabelece que:

“A ação humana consiste neste movimento contínuo e perpétuo de reajustamento ou de equilibração. É por isto que, nas fases de construção inicial, se pode considerar as estruturas mentais sucessivas que produzem o desenvolvimento como formas de equilíbrio, onde cada uma constitui um progresso sobre as precedentes.” (PIAGET, 1999).

Piaget, considera o conhecimento como sendo possível somente quando o indivíduo, aquele que irá conhecer algo novo, e o objeto (a novidade), o que será conhecido, entram em contato de alguma maneira.

Esse contato produzirá um desequilíbrio, que causará perturbação no indivíduo (assimilação), contribuindo para fornecer ao indivíduo motivação interna que resultará no impulso da ação para reorganizar suas estruturas cognitivas, já modificadas pelo contato com o novo (acomodação), e buscar um novo estado de equilíbrio, diferente do anterior, pois o indivíduo estará modificado pelo contato com o novo que lhe causou uma reorganização em suas estruturas cognitivas (adaptação).

Considerando-se essas ideias para o contexto do aluno, entende-se que, ele deverá ser despertado para a importância daquilo que será ensinado, no âmbito pessoal, como aquisição para ele. Pouco servirá dizer ao aluno, por exemplo, que aquele assunto é muito importante porque será útil mais tarde. É necessário que haja vínculos desafiadores entre o aluno e o conteúdo a ser ensinado, vínculos que motivem o educando a estudar aquilo que está sendo proposto. E neste ponto, CUNHA (2010), acrescenta:

“Essa concepção epistemológica aproxima as ideias de Piaget de todas as correntes pedagógicas que enfatizam a atividade do educando e a estruturação de um ambiente escolar que corresponda às características pessoais do aluno – seus interesses, sua personalidade, seu conhecimento cotidiano. Historicamente, as pesquisas de Piaget vieram endossar os movimentos educacionais renovadores, contrários ao chamado ensino tradicional verbalista, impositor de restrições à participação do aluno, centrado no saber supremo do professor.” (CUNHA, 2008).

Os períodos (estágios) de desenvolvimento mental são: sensório-motor; pré-operacional; operacional-concreto e operacional-formal (PIAGET, 1975). Segundo (BECKER, 2010), a cronologia nestes períodos é extremamente diversificada. Ela varia em função do meio social que pode acelerar, retardar ou impedir seu surgimento, porque as faixas etárias estabelecidas por Piaget, não têm um caráter fixo

“Distinguiremos, pois etapas sucessivas. Observemos que essas etapas, esses estágios são caracterizados precisamente por sua ordem de sucessão fixa. Não são etapas às quais possamos determinar uma data cronológica constante. Pelo contrário, as idades podem variar de uma sociedade à outra, (...). Mas a ordem de sucessão é constante. Ela é sempre a mesma (...), quer dizer que para atingir um certo estágio, é necessário ter passado por “démarches” (procedimentos) preliminares. É necessário ter construído as pré-estruturas, as subestruturas preliminares que permitem progredirmos mais.” (PIAGET, 1975).

Como o presente trabalho abrange alunos de quinto ano do ensino fundamental, nos deteremos no período operacional-concreto, no contexto piagetiano, onde esta faixa etária está inserida,

“Esse período preliminar é o de uma lógica que não se dirige a enunciados verbais, mas que diz respeito aos objetos mesmos, os objetos manipuláveis.” (PIAGET, 1975).

Um exemplo poderemos encontrar em (CUNHA, 2008).

“Nesse período operatório-concreto, como já foi dito, o indivíduo só opera mentalmente com dados que já tenham feito parte de sua experiência e que possam ser mentalmente manipulados. Uma informação, como “as caravelas de Cabral atravessaram o Oceano Atlântico em 1500”, pode perfeitamente ser compreendida se o professor tomar o cuidado de oferecer referenciais concretos para a criança – uma gravura que represente a embarcação mencionada e outros materiais que lhe permitam visualizar o que é um oceano e entender o marco cronológico empregado na frase, por exemplo.” (CUNHA, 2008).

Como exemplo do uso de material concreto manipulável podemos destacar dois experimentos relatados por Piaget que são os seguintes:
Experimento 1.

“... se lhe perguntarmos sobre fatos tangíveis e palpáveis, maiores surpresas nos estão reservadas. Descobre-se que, desde os sete anos, a criança se torna capaz de construir explicações atomísticas, isto na época em que começa a saber contar. (...)

A experiência mais simples a esse respeito consiste em apresentar à criança dois copos de água de formas semelhantes e dimensões iguais, cheios até uns três quartos. Em um deles jogamos dois pedaços de açúcar, perguntando, antes, se a água vai subir. Uma vez imerso o açúcar, constata-se o novo nível e pesam-se os dois copos, de modo a realçar que a água contendo o açúcar pesa mais que a outra. Pergunta-se, então, enquanto o açúcar se dissolve: 1º se, uma vez dissolvido, ainda ficará alguma coisa na água; 2º. E o peso ficará maior ou igual ao da água clara e pura; (...) por volta dos sete anos, ao contrário, o açúcar é derretido, permanece na água, isto é, existe uma conservação da substância. Mas, sob que forma? (...) para os mais adiantados, acontece outra coisa. Vê-se, diz a criança, o pedaço que se desfaz em ‘pedacinhos’ durante a dissolução. Basta admitir, então, que estes pedacinhos se tornam cada vez menores para se compreender que existem na água sob forma de ‘bolinhas invisíveis.’ É isto que dá o gosto açucarado, acrescentam. O atomismo, então, nasceu sob a forma de uma ‘metafísica da poeira’ ou do pó, como disse

um filósofo francês. (...) Por volta dos nove anos, a criança faz o mesmo raciocínio, no tocante à substância, mas acrescenta um progresso essencial. Cada uma das bolinhas terá seu peso e, somando todos estes pesos parciais, vai se encontrar o peso dos dois pedaços imersos inicialmente.” (PIAGET, 1999).

Experimento 2.

“Apresenta-se a uma criança duas bolinhas de massa de modelar, de 3 ou 4 centímetros de diâmetro. A criança verifica que elas têm o mesmo volume, o mesmo peso, que elas são parecidas em tudo, e pede-se à criança para transformar em cobrinha uma das bolinhas, ou para amassá-la, ou para dividi-la em pequenos pedaços. Depois, você faz três perguntas:

Será que a quantidade de matéria permaneceu a mesma? (...) Quantidade de matéria, conservação de matéria... Coisa extraordinária, somente aos 8 anos em média esse problema é resolvido, por 75% das crianças. (PIAGET, 1975).

Levando em conta a sequência didática, objeto de estudo nesta Dissertação, esquematizada na figura 2 com foco na alfabetização científica e a concepção da epistemologia genética, desenvolvida por Jean Piaget, que tem como principal decorrência a assertiva de que o ser humano constrói seu próprio conhecimento através da sua ação, entende-se que a característica da atividade necessária a essa construção dependerá da natureza do conhecimento que se deseja seja construído. A Interação com objetos facilita esse desenvolvimento, somando que o conhecimento, que é de natureza social e afetiva, será desenvolvido somente com a interação entre pessoas. Neste aspecto (CAVICCHIA, 2016).acrescenta

“Piaget mostra como a interação que se estabelece entre as crianças vai tornar possível o desenvolvimento de relações cooperativas no plano social, correspondendo às relações de coordenação de perspectivas do pensamento operatório no plano do desenvolvimento intelectual. Isso significa que, além de possibilitar o desenvolvimento afetivo e social, as interações entre as crianças constituem um fator fundamental para o seu desenvolvimento cognitivo.” (CAVICCHIA, 2016).

Estamos vivendo esse tempo de quarentena inesperado do qual não se pode fugir, com restrições que nem foram imaginadas anteriormente, tais como o fechamento das escolas.

A pandemia revela o que já sabíamos a respeito da fragilidade da nossa construção social: várias pessoas vivendo em poucos cômodos com situações precárias, a falta de acesso a serviços básicos como água encanada (como lavar as mãos?), rede de esgoto. As filas formadas na primeira etapa de pagamento do auxílio emergencial no valor de R\$600,00, e, que agora tem valores variando de R\$ 150,00 a R\$ 375,00 demonstra a imensa desigualdade social e a intolerável distribuição de renda em nosso país.

E se falarmos das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação nos deparamos com o projeto de Lei nº 3.477, apresentado em 23/06/2020, que *dispõe sobre a garantia de acesso à internet, com fins educacionais, aos alunos e professores da educação básica pública*, este foi vetado de forma integral pelo atual Presidente da República, agora se encontra na Mesa Diretora da Câmara dos Deputados aguardando apreciação do veto. Já existe no Senado a PL 9165/2017 que Institui a Política de Inovação Educação Conectada, a morosidade com que a matéria caminha, mesmo neste tempo de tanta necessidade, priva os alunos da rede básica pública de ensino a também poderem ter contato com os professores e receberem conteúdos através de videoaulas, como se dá com os alunos da rede privada de ensino. E, precisamos, também, pontuar a alimentação escolar, ainda tão necessária às crianças em situação de vulnerabilidade.

A escola é o lugar de maior tempo de permanência de convivência fora de casa, são quatro horas por dia, cinco dias por semana. A morosidade das decisões, o corte de verbas na área da educação, impedem a implementação de estruturas que poderiam minimizar o impacto causado pela falta dos encontros presenciais, nossos governantes ainda não se disponibilizaram a agir intensivamente para resolver o problema da desigualdade social em nosso país.

Ainda com a presença do ensino remoto e sabendo que ele pode reduzir o impacto que o fechamento das escolas trouxe à aprendizagem, uma resposta na medida certa e à altura dos desafios que surgirão com o retorno das aulas

presenciais só poderá ser dada com um forte conjunto de ações a serem desenvolvidas neste momento. (EDUCAÇÃO, 2020).

Vimos, nesta seção, que obviamente cuidados detalhados devem ser tomados na questão de como ensinar determinado conteúdo. Em última análise, deve-se levar em consideração os conceitos prévios do estudante, sua necessidade de lidar concretamente com o objeto de estudo (que se torna essencial na faixa etária considerada no presente trabalho), passando também por fazer com que o aprendizado seja significativo e interessante ao aluno. Sendo as Ciências uma criação humana, os conteúdos tendem a tornar-se tanto mais interessantes quanto maiores contextualizações (no âmbito sócio-cultural-tecnológico) os mesmos forem abordados. O presente trabalho cita o ensino da Tabela Periódica, uma formidável construção didática, cujo contexto sócio-histórico de sua composição merece ser relatado a seguir, à guisa de exemplo dessa abordagem sociocultural.

4 A TABELA PERIÓDICA

“Enquanto a química for estudada, haverá uma tabela periódica. E mesmo se algum dia nos comunicarmos com outra parte do Universo, podemos ter certeza de que uma coisa que ambas as culturas terão em comum é um sistema ordenado dos elementos que serão instantaneamente reconhecíveis por ambas as formas de vida.” (SCERRI, 2007).

Segundo (LIMA; BARBOSA; FILGUEIRAS, 2019, v. 42).a história da Tabela Periódica pode ser considerada como uma

“larga avenida de duas mãos. Num primeiro sentido, foram sendo lentamente descobertos diversos elementos químicos, pelas razões e métodos os mais distintos. Depois de se conhecerem algumas dezenas de elementos, passou-se a buscar correlações entre eles, para se entender suas peculiaridades, afinidades e reatividades.

Se buscássemos os antecedentes de descobertas na antiguidade, provavelmente este trabalho se tornaria imenso. Nas palavras de Eric Scerri:

“A Ciência é, acima de tudo, um esforço coletivo envolvendo uma grande variedade de pessoas trabalhando às vezes em equipes, às vezes isoladas, às vezes conscientes do trabalho de seus contemporâneos, e às vezes não. Ao tentar examinar o desenvolvimento de um sistema de conhecimento como o sistema periódico, pode ser mais importante olhar para o quadro geral completo com imperfeições do que se concentrar em quem veio primeiro ou se um determinado desenvolvimento realmente poderia ser considerado como uma antecipação de um posterior.” (SCERRI, 2015).

Seguramente os primeiros elementos a serem descobertos foram os que existem, na natureza, na sua forma elementar, como cobre, enxofre, carvão, ouro, prata.

No próximo momento, foram descobertos os metais que necessitassem de algum processo químico para serem extraídos de seus compostos originários.

Antes de prosseguirmos, não podemos deixar de considerar a alquimia. Segundo Chassot (1995) as origens desta perdem-se em tempos longínquos, de que não se tem registros e, que não procede o pensamento que reduz a alquimia como práticas da Idade Média e do Renascimento que, apenas buscavam a transformação de metais menos nobres em ouro, o autor esclarece que, segundo algumas concepções, a alquimia não pode ser considerada como a origem da química, pois na analogia da purificação dos metais, os alquimistas buscavam uma maneira de viver a purificação interior. (CHASSOT, 1995, v. 1). Vale lembrar que a um alquimista, Henning Brand é creditada a descoberta, em 1669, do primeiro elemento químico: o fósforo (P). (CONSTANTINO; DIAS; LEÃO, 2020).

Durante os séculos XVII até o XIX, ocorreu, na Europa, um grande impulso no desenvolvimento das Ciências. Para (CHASSOT, 2016), referência que será utilizada para descrever este período, crenças tidas como imutáveis são rompidas. A migração do geocentrismo para o heliocentrismo não é apenas uma leitura diferenciada do Universo é, também, uma ruptura com o senso comum e o fundamentalismo religioso. Uma pergunta que a humanidade já se fazia há mais de vinte séculos: “como é este universo que habitamos?” - recebe uma impressionante resposta, que é creditada à tríade Copérnico-Galileu-Newton. Mas, não se pode deixar de considerar que a ciência, em todos os tempos, foi construída por inúmeros anônimos e outros nomes que deixam o anonimato para atuar nesta construção. Pode-se afirmar que no intervalo de tempo em que esta

excepcional tríade viveu (aproximadamente dois séculos e meio) aconteceram feitos excepcionais e outros que denigrem a história. Copérnico é um contemporâneo do Renascimento (meados do século XV até o fim do século XVI); Newton pode testemunhar a Revolução Industrial. O heliocentrismo de Copérnico era inovador, mas conservava o universo finito, como Aristóteles, com limites fixos nas estrelas. A obra de Copérnico é dividida em seis volumes e o *De revolutionibus orbium coelestium* entrou para o *Index librorum prohibitorum*, Índice dos livros proibidos, aos católicos, em vigor até 1966. Não foi só a igreja católica que condenou o livro, Lutero e Calvino, líderes protestantes, também condenaram a teoria.

Copérnico não esteve sozinho, a caminhada prossegue com Giordano Bruno (1548-1600), Tycho Brahe (1546-1601) e Johannes Kepler (1571-1630) Giordano Bruno, italiano, mesmo não sendo astrônomo, físico ou matemático, pregou a ideia de um universo infinito, criticando o aristotelismo. Publicou livros e difundiu suas ideias, despertando rejeição por parte da Igreja até que é preso e submetido a um julgamento que transcorreu em oito anos que teve como conclusão a sua condenação à morte, porque não se retratou.

Neste período de intenso florescimento das Ciências, dentre outras atividades humanas, surgiram obras monumentais. Dentre elas, a obra-prima de Isaac Newton nas ciências físicas: o *Philosophiae Naturalis, Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural), publicado em 1687 e que resumiu o trabalho extraordinário de longo prazo daquele cientista. Nas ciências químicas, surgiu o *Traité Élémentaire de Chimie*, escrito em 1789 por Antoine L. Lavoisier, que marcou o começo do saber químico metódico, distanciando-se dos conhecimentos não metodizados originários da tradição, alquímica. O que hoje se considera elemento químico era denominado por Lavoisier como “princípio”, “substância simples” e “corpo simples”. A figura 5 é uma reprodução encontrada na página 192 do livro de Lavoisier. (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997, v. 20, número 1).

192 DES SUBSTANCES SIMPLES.
TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.

	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.	
<i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes & qu'on peut regarder comme les élémens des corps.</i>	Lumière.....	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur.	
	Calorique.....	Fluide igné. Feu. Matière du feu & de la chaleur.	
	Oxygène.....		Air déphlogistiqué. Air empiréal. Air vital. Base de l'air vital.
			Gaz phlogistiqué.
	Azote.....	Mofete. Base de la mofete.	
	Hydrogène.....	Gaz inflammable. Base du gaz inflammable.	
<i>Substances simples non métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Soufre.....	Soufre.	
	Phosphore.....	Phosphore.	
	Carbone.....	Charbon pur.	
	Radical muriatique.	Inconnu.	
	Radical fluorique.	Inconnu.	
	Radical boracique..	Inconnu.	
	Antimoine.....	Antimoine.	
	Argent.....	Argent.	
	Arsenic.....	Arsenic.	
	Bismuth.....	Bismuth.	
<i>Substances simples métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Cobalt.....	Cobalt.	
	Cuivre.....	Cuivre.	
	Etain.....	Etain.	
	Fer.....	Fer.	
	Manganèse.....	Manganèse.	
	Mercuré.....	Mercuré.	
	Molybdène.....	Molybdène.	
	Nickel.....	Nickel.	
	Or.....	Or.	
	Platine.....	Platine.	
<i>Substances simples salifiables terreuses.</i>	Plomb.....	Plomb.	
	Tungstène.....	Tungstène.	
	Zinc.....	Zinc.	
	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.	
	Magnésie.....	Magnésie, base du sel d'Épsem.	
	Baryte.....	Barote, terre pesante.	
	Alumine.....	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.	
	Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.	

Figura 5- Tabela das Substâncias Simples – Lavoisier -TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997, v. 20

Para (SCERRI, 2015). o ponto de partida para o desenvolvimento da tabela periódica pode ser demarcado com o trabalho de John Dalton em 1805, que fez renascer a teoria atômica. Professor e pesquisador que se interessava

por temas variados, tais como Meteorologia, Física e Química, Dalton desenvolveu a Teoria Atômica, sua contribuição mais importante à Ciência. Segundo essa visão, o mundo material deveria ser composto por partículas indivisíveis (e.g. atômicas). A matéria deveria ser formada por diferentes tipos de átomos, também chamados de elementos químicos, caracterizados por seu comportamento químico e pelas suas massas. Dalton atribuiu pesos relativos aos átomos dos diversos elementos conhecidos recorrendo a dados experimentais e introduziu a ideia de classificá-los pelos seus pesos relativos, o que foi um conceito revolucionário na época. A figura 4 mostra a classificação feita por Dalton. Ele utilizou vários símbolos alquímicos, estes apresentavam dificuldades para serem utilizados em livros e artigos, só mais tarde, por volta de 1813, foi introduzido o uso de símbolos de letras simples, introduzido pelo químico sueco Jacob Berzelius, utilizadas até os dias atuais.



Figura 7 John Dalton - [ps://prints.royalsociety.org/search?q=john+dalton&type=product](https://prints.royalsociety.org/search?q=john+dalton&type=product)

ELEMENTS					
	Hydrogen.	1		Strontian	46
	Azote	5		Barytes	68
	Carbon	5		Iron	50
	Oxygen	7		Zinc	56
	Phosphorus	9		Copper	56
	Sulphur	13		Lead	90
	Magnesia	20		Silver	190
	Lime	24		Gold	190
	Soda	28		Platina	190
	Potash	42		Mercury	167

Figura 6 Tabela com os símbolos criados por John Dalton

A partir deste ponto, buscaremos garimpar na história os acontecimentos que envolveram a construção da TP. Referenciamos (CHASSOT, 2003)., que diz:

Por primeiro reafirmo a minha crença no quanto a história da Ciência ou, mais amplamente, a história da construção do conhecimento, é uma facilitadora para fazer educação.

E mais a frente o autor afirma,

Acredito que buscar entender como se enraíza e é enraizada a construção do conhecimento é cada vez mais uma necessidade, para que possamos melhorar nossa prática docente. Esta passa a ser uma exigência importante para melhor entendermos os conhecimentos que transmitimos. Esses conhecimentos também se constituem adequada ajuda para a escolha dos conteúdos a serem selecionados.

Uma das grandes criações do homem, se não a maior, é a Ciência, pois ao longo do desenvolvimento desta, se deu todo o progresso que, hoje, a humanidade tem acesso. E uma das grandes façanhas da Ciência, no decorrer de sua história, foi construir uma enciclopédia, em uma única folha, que contém o material que é base da construção de toda a matéria. Primor de concisão, a TP, construída pelo acúmulo do conhecimento promovido pelas descobertas de elementos desde a antiguidade até àqueles que foram forjados nos mais avançados laboratórios nos tempos modernos, vem sendo, desde sua primeira publicação em 1869, utilizada e tornou-se obrigatório seu estudo e consulta, para compreender as propriedades dos elementos químicos, as ligações que existem entre eles, o comportamento dos compostos resultantes destas ligações.

4.1 Os precursores da classificação periódica

4.1.1 Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849)

Nascido em Hof, Alemanha (1780- 1849), logo após mudou-se para uma aldeia próxima de nome Bug, perto da vila de Miinchberg, onde seu pai havia conseguido trabalho. Döbereiner precisava ajudar no trabalho da família, no entanto, ainda lhe sobrava tempo para estudar e usufruir do contato com a natureza e sua mãe garantiu que ele recebesse a educação possível com um pastor.

Quanto completou 14 anos, tornou-se aprendiz de boticário onde conviveu e pôde aprender rudimentos em Química. Até os 22 anos seu aprendizado se deu por meio informal com sua frequência em aulas universitárias e estudos independentes. Aos 23 se casa com Clara Henriette Sophie Knab. A partir deste momento começou um período de duração de sete anos empreendendo, primeiro, uma fábrica de preparações para uso farmacêutico, depois uma empresa agrícola, uma empresa têxtil (utilizando processos de branqueamento e tingimento) e mais tarde, iniciou um projeto de cervejaria e destilaria.

Todos os seus negócios foram frágeis, o que ocasionava mudanças de local cada vez que o negócio falhava. Apesar de todas estas dificuldades, ele sempre produziu experimentos químicos de forma bastante criteriosa e os publicou no jornal de propriedade de um certo Sr. Gehlen.

Em 1809 com a morte do professor de química da Universidade de Jena, criou-se uma vaga. O famoso escritor alemão, Johann Wolfgang Goethe, era Conselheiro Privado e Ministro de Estado em Weimar, quilômetros a oeste de onde vivia Döbereiner, e foi convidado a indicar alguém para o cargo, Goethe, solicitou ao Sr. Adolph Ferdinand Gehlen, o editor citado anteriormente, que indicasse alguém para a vaga. Gehlen era admirador das contribuições e da qualidade dos trabalhos de Döbereiner que eram publicados em seu jornal. Indicou-o com pouca esperança, pois Döbereiner não possuía um certificado do Gymnasium, menos ainda uma pós-graduação. Mas Döbereiner foi aceito e recebeu prontamente seu diploma de pós-graduação.

Goethe tinha grande interesse pela química, visitava e testemunhava alguns dos experimentos químicos de Döbereiner. Esta amizade, significou o suporte financeiro e emocional para Döbereiner. É famoso o poema que Goethe

escreveu para Döbereiner em 1816, durante um episódio de depressão do químico, e que foi recitado por estudantes em homenagem ao professor.



Figura 8 Retrato de Döbereiner, por Georg Philipp Schmidt, 1825 (MARSHALL; MARSHALL, 2007).

Após o surgimento da teoria atômica de John Dalton, vislumbrou-se que haveria uma relação entre pesos atômicos e certas propriedades. Döbereiner estava interessado na determinação de pesos atômicos, e, analisando um novo mineral chamado *celestina*, que supostamente continha o novo elemento, o estrôncio, ficou pensativo ao verificar que o peso atômico para o alcalino-terroso (estrôncio) no mineral, era uma média aritmética dos pesos atômicos conhecidos para o cálcio e o bário. No total Döbereiner observou quatro tríades principais representadas na figura 6. Para (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997, v. 20, número 1)., “foi o primeiro vislumbre de que poderia haver uma relação entre pesos atômicos e certas propriedades.”

Döbereiner, não conseguiu determinar esta correlação entre muitos elementos pois os pesos atômicos ainda não haviam sido determinados. Mas ele foi o primeiro a reconhecer uma conexão matemática poderia estar ocorrendo dentro de um conjunto de elementos químicos e essa ideia de comportamento que se repete permitiu a Mendeleev e Meyer que pudessem construir a ideia de periodicidade cerca de 40 anos depois.

Element	Atomic Weight	Mean	Atomic Number	Mean
Chlorine	35.457		17	
Bromine	79.916	81.19	35	35
Iodine	126.932		53	
Sulfur	32.064		16	34
Selenium	79.2	79.78	34	
Tellurium	127.5		52	
Calcium	40.07		20	
Strontium	87.63	88.72	38	38
Barium	157.37		56	
Phosphorus	31.027		15	
Arsenic	74.96	76.40	33	33
Antimony	121.77		51	

Figura 9- Tríades de Döbereiner - Happy 150th Birthday to the Periodic Table – Eric Scerri

Döbereiner, descobriu, a ação da platina sobre o hidrogênio. Ele observou que na presença de platina finamente pulverizada, o hidrogênio entrava em combustão espontânea e explodia. Essa descoberta levou ao desenvolvimento do projeto do “Dobereinersche Feuerzeug” (isqueiro de Döbereiner), que se popularizou na Europa Ocidental, particularmente Inglaterra e Alemanha, Foi usado até que foi gradualmente substituída por fósforos de segurança, criado por um dos alunos de Döbereiner, Rudolph Christian Bottger. As figuras 10 e 11 apresentam o isqueiro de Döbereiner (Figura 10) e o esquema de funcionamento do mesmo (Figura 11) que é o seguinte: Despeje ácido sulfúrico concentrado no globo B; o ácido sulfúrico irá pingar sobre zinco metálico no fundo jarra A; a reação do ácido com o zinco libera gás hidrogênio que, ao abrir a torneira C o fluxo de gás hidrogênio irá fluir para a platina contida na esponja “x” que catalisa a combustão e como resultado será produzido a chama.



Figura 10 - isqueiro de Döbereiner - (MARSHALL; MARSHALL, 2007).

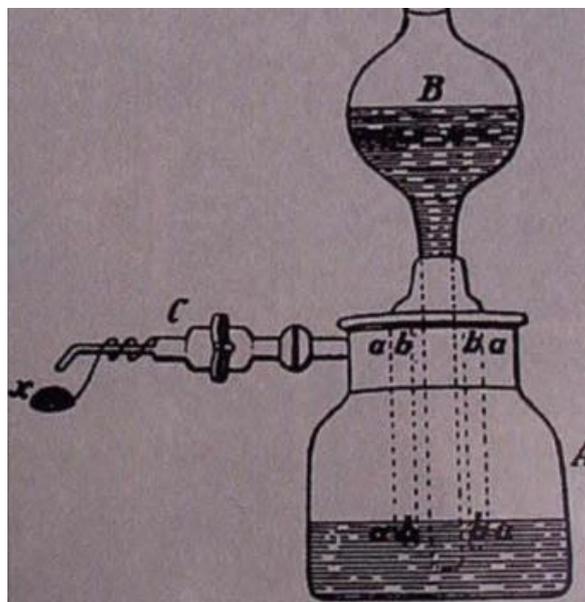


Figura 11 - esquema de funcionamento do isqueiro de Döbereiner - (MARSHALL; MARSHALL, 2007).

Enquanto alguns pensavam que a combustão espontânea de hidrogênio e outros compostos, na platina, se tratava de uma reação da platina, isto é, que havia transformação na matéria, Döbereiner verificou um fenômeno diferente pois a platina poderia ser usada continuamente. Esse comportamento pelo qual os materiais podem “exercer uma influência” sem participar da reação, foi considerada tão importante por Jons Jakob Berzelius, que à época era a autoridade máxima em química, que ele denominou esta descoberta de “força catalítica.” (MARSHALL; MARSHALL, 2007).

4.1.2 Germain Henri Ivanovich Hess



Figura 12 - Germain H. I. Hess - <http://www.heurema.com/POFQ-GHess.htm>

Químico russo de origem suíça, nascido em Genebra em 7 de agosto de 1802 e falecido em São Petersburgo em 30 de novembro de 1850. Pioneiro dos estudos da Termoquímica, formulou sua famosa Lei de Hess (1840), pela qual é mundialmente conhecido.

Ainda que interessado desde sua juventude pela ciência, ele estudou medicina superior na Universidade de Dorpat (a atual cidade estoniana de Tartu) de onde saiu em 1825. Depois deste período, o jovem Germain Hess mudou-se para Estocolmo, para expandir seus conhecimentos de Química sob o ensino de Berzelius (1749-1848). Ele ficou apenas um mês ao lado do grande químico sueco; mas a marca que os ensinamentos de Berzelius deixaram sobre ele foi tão profunda que ele deixou Estocolmo determinado a se aprofundar em algumas das questões que mais interessavam aos químicos de sua época, como o calor gerado por reações químicas. Trabalhou como médico até 1830 quando deixou a profissão de médico e voltou para São Petersburgo, onde, depois de ingressou na vida científica e acadêmica da cidade, aceitou o cargo de professor de Química no Instituto Tecnológico. (CANO, 2021).

Em 1834, publicou um rico e detalhado tratado: Fundamentos da Química Pura, onde introduziu a ideia de “família” para os elementos químicos, organizou quatro grupos de não metais com propriedades químicas semelhantes descritas abaixo. Porém ele é mais conhecido pela “Lei de Hess”, que revela que o calor liberado ou absorvido numa reação independe do caminho pelo qual a reação se processa. Esta pode ser conduzida por diferentes sequências de caminhos, desde que os estados inicial e final sejam iguais ao da reação que se quer medir.

Em 1849, o eminente químico russo G.I. Hess. Em seu manual "Fundamentals of Pure Chemistry", ele descreveu quatro grupos de elementos não metálicos com propriedades químicas semelhantes apresentados na tabela 1.

Iodo	Telúrio	Carbono	Nitrogênio
Bromo	Selênio	Boro	Fósforo
Cloro	Enxofre	Silício	Arsênio
Flúor	Oxigênio		

Tabela 1- Organização dos elementos químicos feita por Germain Hess. (PETRIÁNOV; TRÍFONOV, 1981).

Mais à frente escreve:

“Essa classificação, todavia, está longe de ser natural, sem dúvida, porém, unindo-se elementos e grupos muito parecidos e, ao ir ampliando-se nossos conhecimentos, ela poderá ser aperfeiçoada.” (PETRIÁNOV; TRÍFONOV, 1981).

Como procurou-se ilustrar através da citação destes três cientistas, a primeira metade do século XIX foi caracterizada por uma efervescência da atividade científico-tecnológica. Nas ciências químicas, cada vez mais descobertas afastavam a humanidade do obscurantismo alquímico, ao mesmo tempo em que a impulsionavam a uma qualidade de vida cada vez melhor, contudo, havia a necessidade de se organizar e normatizar de alguma forma o conhecimento químico, sobretudo, concernente às partículas atômicas e

moleculares componentes do mundo material. Foi neste contexto então que surgiria o primeiro congresso de Química: o Congresso de Karlsruhe, em 1860.

4.1.3 Congresso de Karlsruhe, 1860

Foi o primeiro congresso científico internacional na área da Química que contou com nomes eminentes (Tabela 2) nas Ciências Químicas da época, tais como Mendeleev, Cannizzaro e Lothar Meyer. A maioria europeia dos congressistas indica claramente a supremacia do Velho continente em Química.

Bélgica - Bruxelas	Stas; Donny, A. Kekulé.
Alemanha. Berlim	Ad. Baeyer, G. Quinke; Bonn: Landolt; Breslau: Lothar Meyer; Kassel: Guckelberger; Klausthal: Streng; Darmstadt: E. Winkler; Erlangen: v. Gorup-Besanez; Freiburg i.B.: v. Babo, Schneyder; Giessen: Boeckmann, H. Kopp, H. Will; Göttingen: F. Beilstein; Halle a.S.: W. Heintz; Hanover: Heeren; Heidelberg: Becker, O. Braun, R. Bunsen, L. Carius, E. Erlenmeyer, O. Mendius, Schiel; Jena: Lehmann, H. Ludwig; Karlsruhe: A. Klemm, R. Muller, J. Nessler, Petersen, K. Seubert, Weltzien; Leipzig: O. L. Erdmann, Hirzel, Knop, Kuhn; Mannheim: Gundelach, Schroeder; Marburg a.L.: R. Schmidt, Zwenger; Munique: Geiger; Nuremberg: v. Bibra; Offenbach: Grimm; Rappenu: Finck; Schönberg: R. Hoffmann; Speyer: Keller, Mühlhäuser; Stuttgart: v. Fehling, W. Hallwachs; Tübingen: Finckh, A. Naumann, A. Strecker; Wiesbaden: Kasselman, R. Fresenius, C. Neubauer; Würzburg: Scherer, v. Schwarzenbach.

Inglaterra. Dublin	Apjohn; Edimburgo: Al. Crum Brown, Wanklyn, F. Guthrie; Glasgow: Anderson; Londres: B. J. Duppa, G.C. Foster, Gladstone, Müller, Noad, A. Normandia, Odling; Manchester: Roscoë; Oxford: Daubeny, G. Griffeth, F. Schickendantz; Woolwich: Abel.
França. Montpellier	A. Béchamp, A. Gautier, C. G. Reichauer; Mülhousen i.E.: Th. Schneider; Nancy: J. Nicklès; Paris: Boussingault, Dumas, C. Friedel, L. Grandeau, Le Canu, Persoz, Alf. Riche, P. Thénard, Verdét, Wurtz; Estrasburgo: Jacquemin, Oppermann, F. Schlagdenhaussen, Schützenberger; Ch. Kestner, Scheurer-Kestner.
Itália. Gênova	Cannizzaro; Pavia: Pavesi.
México.	O Posselt.
Áustria. Innsbruck	Hlasiwetz; Lemberg: Pebal; Pesth: Th. Wertheim; Viena: V. v. Lang, A. Lieben, Folwarezny, F. Schneider.
Portugal.. Coimbra	Mide Carvalho
Rússia. Kharkov	Sawitsch; São Petersburgo: Borodin, Mendelyeev; L. Schischkoff, Zinin; Varsóvia: T. Lesinski, J. Natanson.
Suécia. Harpenden	J. H. Gilbert; Lund: Berlin, C. W. Blomstrand; Estocolmo: Bahr.
Suíça. Berna	C. Brunner, H. Schiff; Genebra: C. Marignac; Lausanne: Bischoff; Reichenau bei Chur: A. v. Planta; Zurique: J. Wislicenus.
Espanha. Madrid	R. de Suna

Tabela 2 - Participantes do Congresso de Karlsruhe -
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3588940/mod_resource/content/1/Aula%20Congresso%20de%20Karlsruhe.pdf

Neste evento, Stanislao Cannizzaro, tendo como base as ideias de Avogadro, apresenta uma definição clara para pesos atômicos. Mas quais eram as ideias de Avogadro?

Primeiramente vamos visitar sua história: Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro di Quaregna e di Cerreto,, Conde de Quaregna e Cerreto (1776-1856). Formou-se em direito eclesiástico com a idade de 20 anos e começou a exercer a profissão. Logo depois, passou a dedicar-se à física e à matemática e em 1809 passou a lecionar em um liceu em Vercelli, onde sua família possuía propriedades.

Em 1811, ele publicou um artigo com o título "*Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons*" ("Ensaio sobre a determinação das massas relativas das moléculas elementares dos corpos e as proporções pelas quais eles entram nessas combinações"), publicação que ficou célebre por resumir "hipótese de Avogadro", submeteu este ensaio a um jornal francês, o Journal de Physique de Lamétherie, de Chimie et d'Histoire Naturelle (Jornal de Física, Química e História Natural), por isso foi escrito em francês, não em italiano. (em 1811, o norte da Itália estava sob o governo do imperador francês Napoleão Bonaparte). (SCIENTIFICLIB.COM).



Figura 13- Amedeo Avogadro - <https://www.sciencehistory.org/historical-profile/amedeo-avogadro>

Importante compreender que Avogadro não designava o que hoje conhecemos por átomos e moléculas, para ele *molécula integral* (molécula integrante) se refere às moléculas em geral e é aplicada aos compostos; *molécula constituinte* é o nome das moléculas formadas a partir da união de átomos iguais como O₂, N₂; *molécula elementar* é o nome referente aos átomos (ou, como hoje conhecemos, elementos químicos).

Avogadro busca uma forma de conciliar o resultado de Gay-Lussac, de caráter geral do qual ele não duvida, e a teoria atômica de Dalton. Em seu artigo, ele começa lembrando o resultado de Gay-Lussac:

“M. Gay-Lussac mostrou em uma interessante memória (...) que as combinações de gases entre eles são sempre feitas de acordo com relações de volume muito simples, e quando o resultado da combinação é gasoso, seu volume também está muito próximo à relação simples com a de seus componentes.” (FERNANDEZ, 2021).

Este relato demonstra de modo claro o quanto a interpretação de resultados experimentais é importante. Avogadro, analisando as conclusões de Gay-Lussac e sendo capaz de abstrair, sugeriu que por trás das proporções estaria o que hoje conhecemos como Hipótese de Avogadro:

“A primeira hipótese a ser apresentada, e aparentemente a única admissível, é a suposição de que o número de moléculas integrais em qualquer gás é sempre o mesmo para volumes iguais, ou sempre proporcional a seus volumes. (FERNANDEZ, 2021).

É importante ressaltar, que não há nenhuma referência ao famoso número $6,02214086 \cdot 10^{23}$, pois o mesmo foi proposto em 1909 pelo físico-químico francês Jean Perrin (1870-1942), em seu artigo *Mouvement brownien et réalité moléculaire*. (Movimento Browniano e Realidade Molecular). Combinando os conceitos da teoria atômica de Dalton e da Hipótese de Avogadro, Perrin estabelece que: A molécula-grama de qualquer gás apresenta sempre o mesmo número de moléculas, e propõe que este número seja chamado constante de Avogadro (N). O que Perrin denomina “molécula-grama” vem a ser a massa (em

gramas) de um mol de gás, que hoje denominamos simplesmente mol. (CHAGAS, 2006).

Voltemos ao Congresso de Karlsruhe, onde se encontravam presentes Lothar Meyer e Dimitri Mendeleev. A ideia do encontro partiu de August Kekulé, que tinha a intenção de trazer para os debates, importantes aspectos da química daquele período. Para organização do evento, contou com a ajuda do químico francês Charles A. Wurtz (1817-1884) e do alemão Karl Weltzien, professor da Escola Politécnica de Karlsruhe. Na circular sobre o encontro enviada aos congressistas foram delineados os principais objetivos:

“O grande desenvolvimento que teve a química nesses últimos anos e as divergências manifestadas nas opiniões teóricas, tornaram oportuno e útil a realização de um congresso, tendo como objetivo a discussão de algumas questões importantes do ponto de vista dos progressos futuros da ciência. Tal assembleia não poderia tomar resoluções ou deliberações obrigatórias para todos, mas, através de uma discussão livre e aprofundada, ela poderia acabar com certos mal-entendidos e facilitar um entendimento comum a respeito de alguns dos seguintes pontos: Definição de noções químicas importantes, como as que são expressas pelas palavras: átomo, molécula, equivalente, atômico, básico; Exame da questão dos equivalentes e das fórmulas químicas; Estabelecimento de uma notação e de uma nomenclatura uniforme”. (OKI, 2007, v. 26).

Neste Congresso, Stanislao Cannizzaro (1826-1910) teve uma contribuição eficiente, ao final do Congresso, distribuiu-se entre os participantes, um artigo de sua autoria “*Sunto di un Corso di Filosofia Chimica*”. Este documento trazia esclarecimentos sobre os conceitos de átomo e molécula, retomando ideias de Avogadro necessárias à distinção entre os dois conceitos, além de defender a importância do peso atômico.

Outra importante consequência do Congresso de Karlsruhe (1860) foi o reconhecimento pelo próprio Dmitri I. Mendeleev (1834-1907) que as definições de átomo e molécula, ‘votadas’ no primeiro dia do Congresso, foram as principais mensagens do encontro que o levaram à lei periódica e à sua principal consequência, a tabela periódica dos elementos químicos. (OKI, 2009, v. 32).

Cabe destacar que, apesar do conceito de peso equivalente ter sido demonstrado como incorreto para caracterizar átomos, ele persistiu até

recentemente, pois encontrava-se nos programas de ensino de Química e trazia consigo o conceito de concentração em termos de equivalente grama por unidade de volume (Normalidade). Só recentemente esta situação vem sendo modificada, devido às recomendações da IUPAC.

A partir deste acontecimento as relações entre pesos atômicos e as propriedades dos elementos passaria a ganhar novas configurações. Alguns químicos, a partir deste congresso, passaram a crer que o peso atômico fosse o atributo fundamental de cada elemento e, sendo assim, todas as propriedades derivariam do mesmo. Esse pensamento contribuiu para a busca da periodicidade dos elementos químicos. (TOLENTINO; ROCHA-FILHO, v. 20).

4.1.4 Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820 – 1886)



Figura 14 - Chancourtois - <https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/people/cp31683/alexandre-emile-beguyer-de>

Geólogo e mineralogista francês, Alexandre de Chancourtois organizou os elementos químicos, em 1862, de acordo com seus pesos atômicos e suas propriedades. Ele os organizou ao longo de uma linha helicoidal, que formava

um ângulo de 45° , sobre um cilindro segundo a ordem crescente de seus pesos atômicos. Seu trabalho ficou conhecido como Parafuso Telúrico.

Em seus estudos, Chancourtois determinou que as propriedades da matéria eram relacionadas aos números característicos, os pesos atômicos, porém, algumas vezes, houve a necessidade de dividi-los ou multiplicá-los por dois. Nesse trabalho, Chancourtois não incluía apenas os elementos químicos, mas também óxidos, ácidos, ligas e alguns radicais, pois ele pretendia colocar ordem na Mineralogia, Nas figuras 15 e 16 temos, respectivamente os elementos dispostos por Chancourtois, e o modelo, feito pelo Science Museum Group (Inglaterra) em 1925. (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997, v. 20, número 1).

Este modelo, Figura 16, feito pelo Museu de Ciência em 1925, fornece uma rara realização física do sistema periódico mais antigo dos elementos. Chancourtois organizou os elementos na ordem de seus pesos atômicos ao longo de uma hélice que foi traçada na superfície de um cilindro vertical, com um ângulo de 45 graus para seu eixo. A base do cilindro foi dividida em 16 partes iguais (o peso atômico do oxigênio), e os comprimentos da espiral correspondentes aos pesos dos elementos foram encontrados tomando a décima sexta parte de uma curva completa como uma unidade. Observa-se que elementos análogos caem aproximadamente no mesmo perpendicular. Tellurium estava situado no centro, solicitando o nome "vis tellurique", ou "parafuso telúrico".

4.1.4. John Alexander Reina Newlands (1837-1898)

John Newlands foi químico industrial inglês e trabalhou em uma usina de açúcar como químico-chefe.



Figura 17 - Newlands - <https://corrosion-doctors.org/Periodic/Periodic-Newlands.htm>

Por volta de 30 anos após a Lei das Tríades, Newlands, começa a publicar, a partir de 1863, uma série de artigos curtos na revista *Chemical News*, com observações a respeito das regularidades que ele percebia nos pesos atômicos dos elementos. Organizando os elementos conhecidos em ordem crescente de seus pesos atômicos, observou que havia uma repetição de propriedades a cada conjunto de 8 elementos. Daí surgiu a “Lei das Oitavas”, que estabelecia, que substâncias exibiam propriedades análogas de tal maneira que, ao se tomar uma substância como referência, a propriedade desta repetia se na oitava substância seguinte, da mesma forma como ocorria com as oitavas musicais.

Ao apresentar suas ideias numa reunião da *Chemical Society*, em Londres, ele foi ridicularizado pelo Prof. George Carey Foster (1835-1919), que lhe perguntou se ele não havia também experimentado arranjar os elementos na ordem de suas letras iniciais

e daí tirar conclusões químicas. O resultado de tudo isso foi que a Chemical Society recusou publicar a comunicação de Newlands.

Muitos anos depois, após o triunfo da tabela de Mendeleev, em 1887, Newlands foi reconhecido e a Royal Society lhe concedeu a Medalha Davy por seu papel pioneiro. (LIMA; BARBOSA; FILGUEIRAS, 2019, v. 42).

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50		
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Tl 53		
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 25	Sr 31	Cd* 38	Ba & V 45	Pb 54		
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 24	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Th 56		
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Hg 52		
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55		
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Os 51		

Figura 18 - A Tabela das Oitavas de Newland. (Lima; Barbosa; Filgueiras, 2019)

4.1.5. William Odling

William Odling, era um químico acadêmico medianamente proeminente. Aliás, não se pode atribuir sua falta de reconhecimento ao fato de ser estranho ao campo pois Odling ocupou diversos cargos na diretoria da Royal Institution (Inglaterra), uma posição que herdou de Faraday.

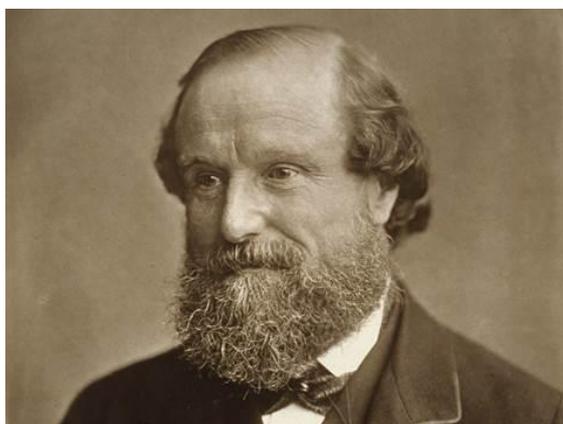


Figura 19 - Odling - <https://www.rsc.org/news-events/features/2019/jan/finding-the-periodic-table/>

Em 1864, Odling publicou a tabela mostrada como a figura 20 e que incluía 57 elementos, enquanto Newlands incluía apenas 24 elementos. Ele compareceu ao Congresso de Karlsruhe, enquanto Chancourtois e Newlands, não estavam lá. Teve contato em primeira mão com as ideias libertadoras de Cannizzaro, em relação aos pesos atômicos. Em seu retorno à Inglaterra tornou-se um grande defensor das ideias de Cannizzaro em relação aos pesos atômicos.

Ao organizar a sua classificação, Odling levou em consideração não só as propriedades dos elementos, mas também dos seus compostos.

A tabela de classificação de Odling, figura 17, foi bastante discutida na época e foi considerada como pioneira da classificação periódica. (SCERRI, 2015).

			Bo 104	Pt 197
			Bu 104	Ir 197
			Pd 106.5	Os 199
			Ag 108	Au 196.5
..... H 1	"	"	Cd 112	Hg 200
"	"	Zn 65	"	Tl 203
..... L 7	"	"	"	Pb 207
G 9	"	"	U 120	"
..... B 11	Al 27.5	"	Sn 118	"
C 12	Si 28	"	Sb 122	Bi 210
..... N 14	P 31	As 75	Te 129	"
O 16	S 32	Se 79.5	I 127	"
..... F 19	Cl 35.5	Br 80	Ce 133	"
..... Na 23	K 39	Bb 85	Ba 137	"
Mg 24	Ca 40	Sr 87.5	Ta 138	Th 231.5
	Ti 50	Zr 89.5	"	"
	"	Ce 92	"	"
	Cr 52.5	Mo 96	{ V 137	"
	{ Mn 55		{ W 184	"
	{ Fe 56			"
	{ Co 59			"
	{ Ni 59			"
	{ Cu 63.5			"

Figura 20 - - Tabela de Odling - The discovery of the periodic table as a case of simultaneous Discovery; Eric Scerri

4.1.6. Gustavus Detlef Hinrichs (1836-1923)

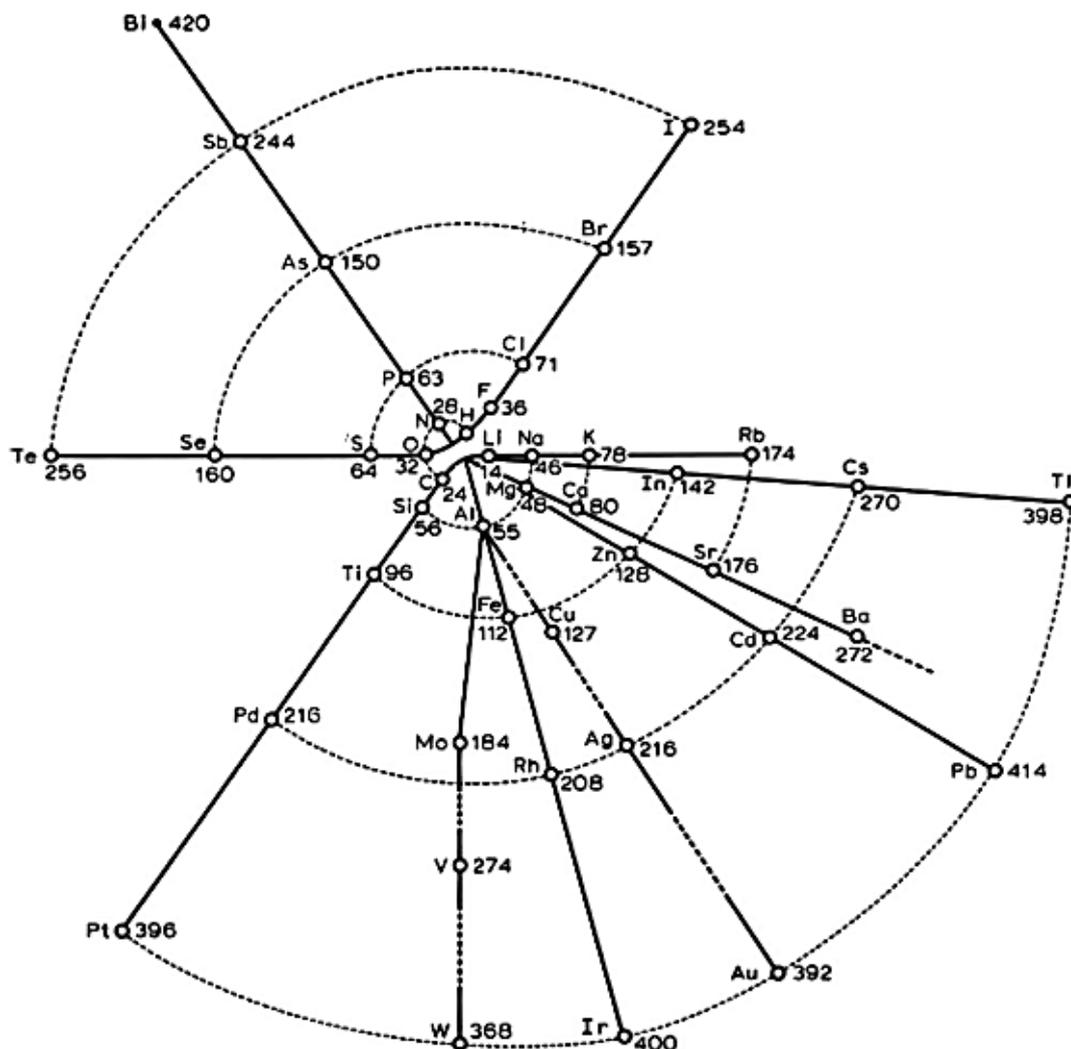
Com certeza é o mais enigmático entre os construtores do sistema periódico. Aborda uma variedade de temas além da química e física, tais como astronomia, espectroscopias, mineração.



Figura 21 - Hinrichs - <https://www.spc.noaa.gov/misc/AbtDerechos/hinrichs/hinrichs.htm>

Dinamarquês, formou-se como químico na Universidade de Copenhague e na Escola Politécnica de Copenhague, fugiu da perseguição política, emigrou para os EUA. Ingressou no corpo docente da Universidade de Iowa em 13 de agosto de 1863 como professor de Línguas Modernas. Em junho de 1864, foi nomeado professor e lecionou ciências físicas no Departamento de Química e Filosofia Natural. Ele também tornou-se diretor do laboratório. Como professor, Hinrichs foi conhecido por sua campanha agressiva para construir um programa de ciências de classe mundial, palestras eloquentes, trabalho de laboratório e ensino. (WOLLF, 2020).

Assim como os outros pioneiros menos conhecidos do sistema periódico, a versão de Hinrichs mostra uma série de características interessantes. Para citar apenas um exemplo, Hinrichs reuniu corretamente os elementos cobre, prata e ouro, algo que até o grande Mendeleev deixou de fazer em suas primeiras tabelas de 1869. (SCERRI, 2015).



4.1.7. Julius Lothar Meyer(1830-1895)

Nasceu na Alemanha e em 1854 formou-se em medicina pela Universidade de Würzburg e depois estudou química em Heidelberg. Em 1858, completou o doutorado em química pela Universidade de Breslau, sobre os efeitos do monóxido de carbono no sangue.



Figura 23 - Meyer - <http://scih.org/julius-lothar-meyer-periodic-law/>

curador do Museu de Pesos e Medidas (1893). Recebeu a medalha Davy (1882) e a medalha Copley (1905), da Royal Society de Londres

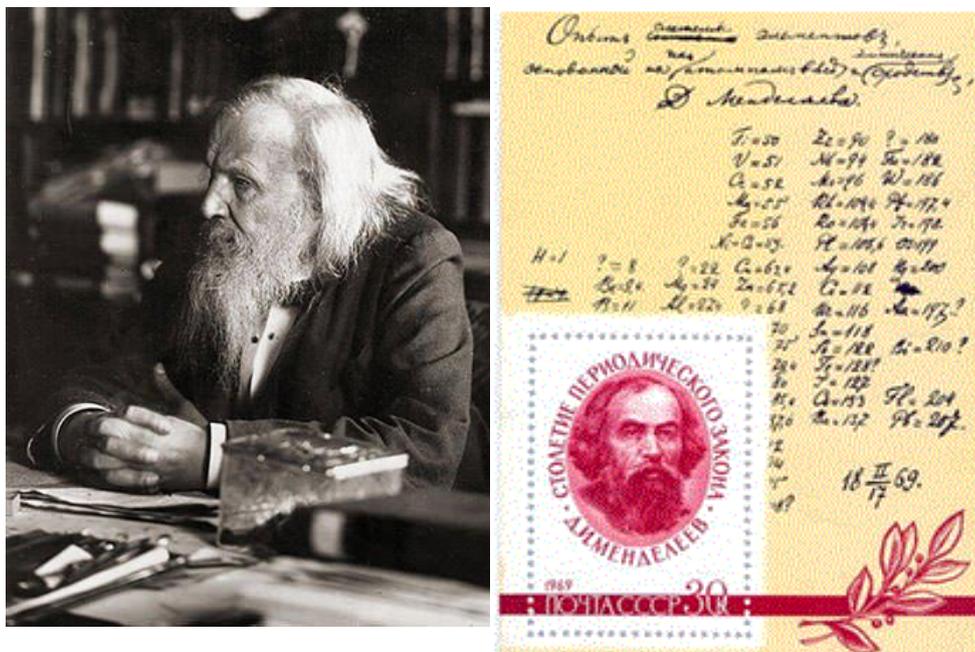


Figura 25 - À Esquerda: Mendeleev - <https://learnodo-newtonic.com/dmitri-mendeleev-contribution>; À Direita: Um selo comemorativo mostrando Mendeleev e algumas de suas notas originais sobre a Tabela Periódica - <https://www.rsc.org/periodic-table/history/about>

Mendeleev é autor da lei segundo a qual as propriedades físicas e químicas dos elementos são função periódica do peso atômico. Apesar de outros cientistas terem anteriormente traçado sequências numéricas entre os pesos atômicos de certos elementos e notado conexões entre estes e as propriedades das diversas substâncias, Mendeleev é o primeiro a enunciar a lei cientificamente.

Após sua participação no congresso de Karlsruhe, Mendeleev observa que nos pesos atômicos se encontra a característica fundamental do elemento. Colecionou dados e informações sobre as propriedades dos elementos químicos e seus compostos.

A ideia de uma lei periódica surge quando ele está trabalhando no seu livro “Princípios da Química”, originalmente publicado em russo (1869),

posteriormente foi traduzido para o alemão e o inglês. Foi um livro que, na sua época, era considerado o melhor texto de química em russo escrito até então.

Em 1º de março de 1869, Mendeleev publicou o primeiro esboço de sua tabela, no tempo em que escrevia o segundo volume de seu livro. No dia 18 de março do mesmo ano apresenta uma versão melhorada à Sociedade Russa de Química. Neste mesmo ano ele publica outra versão de sua tabela, com alguns avanços tais como:

- Deixava alguns espaços vazios, prevendo a existência de elementos ainda não descobertos.
- Levava em conta várias propriedades físicas e químicas associadas aos elementos.
- Permitia prever as propriedades que estariam associadas a alguns elementos ainda não descobertos. (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997, v. 20, número 1).

Mendeleev observou que um padrão regular de repetições das propriedades era observado quando os elementos químicos eram arranjados em ordem crescente de pesos atômicos. Nomeou essa observação de lei periódica, e construiu sua TP organizando os elementos pelos seus pesos atômicos (massa atômica). Na Figura 26 encontramos a TP publicada por Mendeleev em 1869

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
			Ni = Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	J = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Cr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118		

Figura 26 - Tabela periódica publicada por Mendeleev em 1869 - Scerri, 2015

4.1.9. Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887 -1915)

Novas descobertas colaboraram para o aprimoramento da Tabela Periódica. A descoberta dos raios X, pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen que levaram o físico francês Antoine H. Becquerel a aprofundar suas observações nas substâncias fosforescentes, se emitiam raios X, foi um fator determinante no processo de aprimoramento da Tabela Periódica. Em 1896, Becquerel publica uma série de notas nos *Comptes Rendus* da Academia Francesa de Ciências relatando a descoberta de radiações ainda de origem desconhecida, emitida pelo urânio, seus minerais e seus sais. Denominou-as de raios urânicos ou raios de Becquerel. Foi o ponto de partida para que Marie e Pierre Curie iniciassem uma jornada de pesquisas que culminariam com a criação do termo radioatividade e a descoberta do polônio (nome dado em homenagem à Polônia, o país de origem de Marie Skłodowska Curie)

Consequência da descoberta da radioatividade foi a possibilidade de compreender, através de experimentos liderados por Ernest Rutherford, na qual bombardeou com partículas alfa uma folha de ouro delgadíssima. Ele verificou que a grande maioria das partículas atravessava a folha sem se desviar. Concluiu, com base nessas observações e em cálculos, que os átomos de ouro - e, por extensão, quaisquer átomos - eram estruturas praticamente vazias, e não esferas maciças. Numa minúscula região de seu interior estaria concentrada toda a carga positiva, responsável pelo desvio de um pequeno número de partículas alfa. Distante dessa região, chamada núcleo, circulariam os elétrons. Isso convenceu Rutherford de que o átomo deveria ser um sistema semelhante ao solar: um núcleo central grande, rodeado de partículas móveis. Esse é o famoso modelo atômico de Rutherford.

Então, de posse desse conhecimento o jovem físico inglês Henry G. J. Moseley, trabalhando na Universidade de Manchester, sob orientação de E. Rutherford, bombardeou muitos elementos com elétrons de alta energia, o que produzia a emissão de raios X. Os resultados foram registrados e distribuídos em um gráfico, dispondo a frequência dos raios X emitidos pelos elementos x números atômicos. Este gráfico, apresentado na figura 27, permite verificar que

o resultado é uma reta. Isso evidenciou que a sequência dos elementos na Tabela Periódica é uma propriedade que se mostrou mais relevante do que a massa. Moseley chamou esta sequência de números atômicos.

“Temos aqui uma prova de que existe no átomo uma quantidade fundamental, que aumenta de forma regular etapas à medida que passamos de um elemento para o próximo. A quantidade só pode ser a carga no núcleo positivo central, da existência do qual já temos provas definitivas.” Moseley passou a prever: “[a correlação dos espectros de raios-X com N] pode até levar a a descoberta de elementos faltantes, pois será possível prever a posição de suas linhas características. (MARSHALL; MARSHALL, 2010).

Nos escritos de Moseley, “N” é a denominação para o número atômico, que passou a ser designado pela letra Z, devido à palavra alemã “Zahl” que significa “número”.

Com a contribuição de Moseley os elementos passaram a ser organizados na TP pela ordem crescente de seus números atômicos, e, não mais, de seus pesos atômicos.

Henry Moseley apresentou-se como voluntário no exército britânico para lutar na Grande Guerra de 1914 e morreu em 1915, aos 28 anos.



Figura 27- Henry Moseley - <https://maestrovirtuale.com/henry-moseley-biografia-e-contribuicoes/>

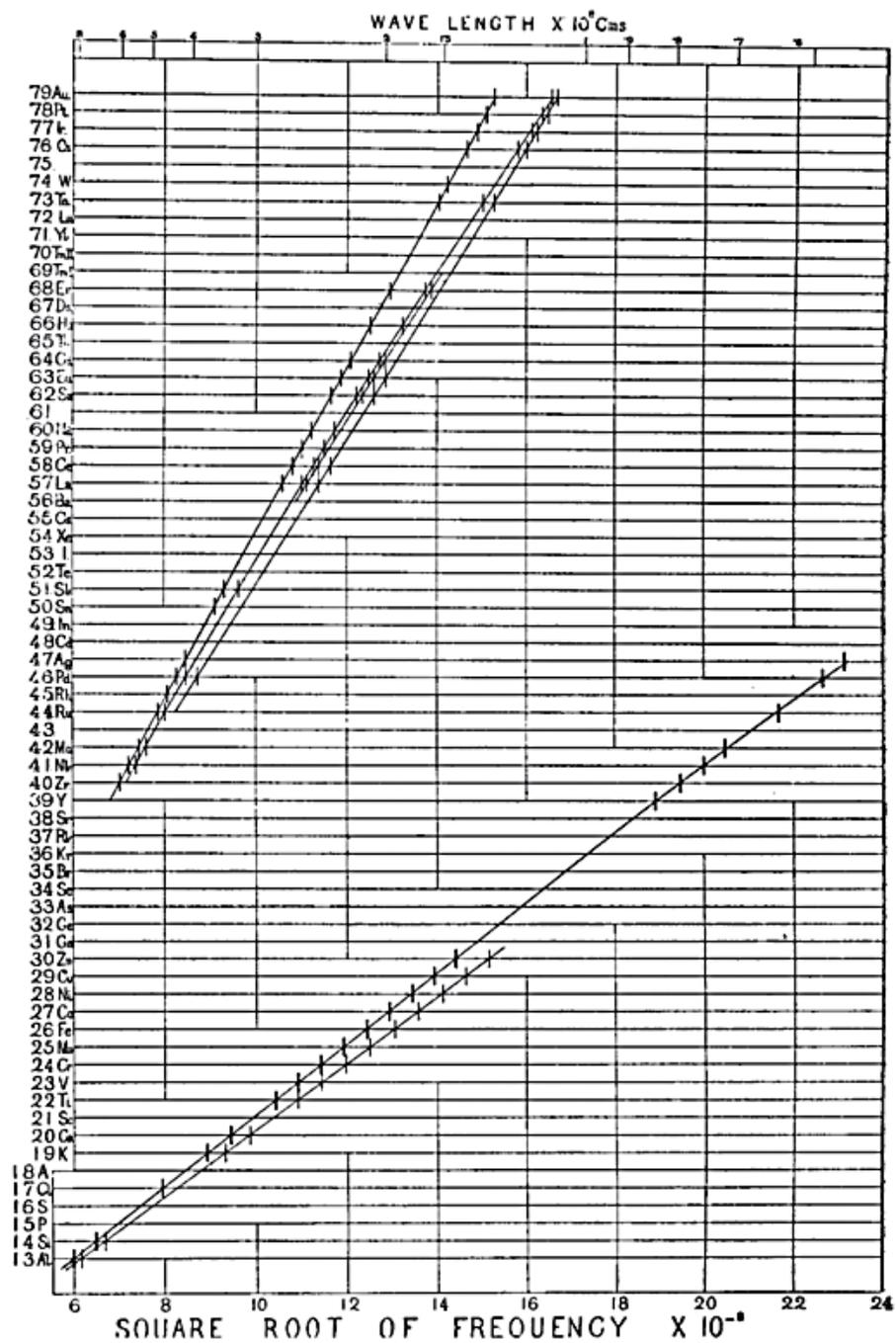


Figura 28 - O Gráfico de Moseley, A ordenada é o número atômico N , com elementos identificados, que vão do alumínio ao ouro; a abscissa é a raiz quadrada da frequência do raio-X. Scerri, 2015.

4.1.10. Glean Theodore. Seagorg (1912 – 1999)

Seaborg, foi um químico nuclear americano mais conhecido por seu trabalho em isolar e identificar elementos transurânicos (aqueles mais pesados que urânio). Ele compartilhou o Prêmio Nobel de Química de 1951 com Edwin Mattison McMillan por suas descobertas independentes de elementos transurânicos. O elemento químico Seaborgium foi nomeado em sua homenagem, tornando-o a única pessoa para quem um elemento químico foi nomeado durante sua vida.

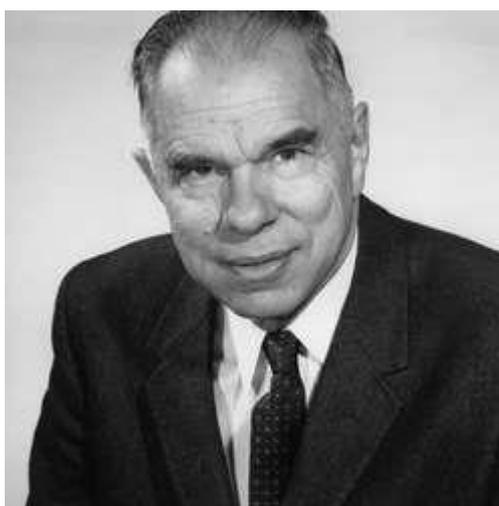


Figura 29 - Glean Seaborg. <https://www.britannica.com/biography/Glenn-T-Seaborg>

Nem todos os elementos químicos componentes da Tabela Periódica possuem núcleos estáveis. Quando o número de prótons é maior, também cresce a repulsão eletrostática entre eles e isso pode acarretar a ocorrência do fenômeno chamado desintegração radioativa. Essa desintegração ocorre a taxas altamente variáveis, de acordo com o elemento químico e mais exatamente, de acordo com a população de núcleons (partículas componentes dos núcleos atômicos) de um determinado isótopo. No início pensava-se que eram raios X, mas logo percebeu-se que era uma forma diferente de radiação. Rutherford, Villard, Fajans e Soddy demonstraram ser um tipo de radiação muito mais energética que os raios X, e foram denominadas radiações gama, em se referindo ao rádio, ou partículas que foram chamadas de alfa e beta, oriundas do núcleo do urânio.

O aprofundamento dos conhecimentos sobre a radioatividade demonstrou enfim que a tão sonhada transmutação dos elementos pelos alquimistas, era realidade! Nos defrontamos com os alquimistas do século XX, pois se a Tabela Periódica se encerrava com o elemento urânio, não era o indício de que todos os elementos haviam sido descobertos. No início deste século o uso da Tabela Periódica foi sendo generalizado e, aos poucos, a sua importância foi ficando estabelecida. Passou a ser comum à sua presença em livros textos. Até 1930 prevaleciam as tabelas segundo o modelo idealizado por Mendeleev, porém a partir deste período a estrutura foi sendo configurada num sistema de 7 linhas e 18 colunas. Nesta época ainda não eram conhecidos os números atômicos 43, 61, 85, 87 e maiores que 93. Havia, nesta época, um total de 88 elementos conhecidos, incluindo os gases raros. Destes elementos referidos acima, o primeiro a ser descoberto foi o 43 (tecnécio).

A pesquisa nuclear avançou e as equipes envolvidas nestas pesquisas desenvolveram os aceleradores de partículas aprimorando, assim, as técnicas de investigação e experimentação nuclear o que levou à descoberta dos elementos transurânicos. Os principais centros de Pesquisa foram o Laboratório Lawrence (EUA) e o Laboratório Flerov de Reações Nucleares (Rússia), mais tarde o Grupo de Elementos Pesados do Gesellschaft für Schwerionenforschung, em Darmstadt (Alemanha). Os nomes de destaque nestes centros de pesquisa são: em Lawrence, G.T. Seaborg e A Ghioso; em Flerov, Yu. Ts. Oganessian e I. Zvara e, em Darmstadt, G. Münzenberg.

Os primeiros transurânicos a serem obtidos foram Np ($Z=93$) e Pu ($Z=94$), seus nomes respectivamente, neptúncio e plutônio, em referência aos planetas Netuno e Plutão (este último ainda era considerado planeta nesta época). Mais tarde estes dois elementos foram encontrados na natureza. Todos os elementos transurânicos têm sua história de descoberta e escolha do nome. Não nos deteremos nestes pontos, por mais interessantes que sejam, por não fazerem parte do escopo deste trabalho.

Glean T. Seagorg publicou a primeira tabela periódica com a presença dos novos elementos em 1945. Como a série era iniciada pelo elemento actínio foi chamada de “série dos actinídeos”, neste ponto a Tabela Periódica de Mendeleev é ampliada e modernizada.

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	93	94	95	96	97	98	99	100				
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

Figura 30 - Primeira Tabela de Seaborg (SCERRI, 2015).

4.2 D. Pedro II e a Tabela Periódica

Como curiosidade histórica e para citar a contribuição brasileira, ainda que extremamente restrita no processo de descoberta e organização dos elementos químicos, acrescentamos, neste ponto, o interesse do então Imperador D. Pedro II por essas novas descobertas.

A Fundação Maria Luísa e Oscar Americano, em São Paulo possui um manuscrito do próprio punho do Imperador, que se mostra revelador do interesse, atualidade e grau de profundidade do conhecimento do soberano, figura 31.

Descobrimento 1849	Quem	Onde	Como	Densidade	Peso atômico	Aspecto, propriedades etc.
Scandium. Che Med. Alston por que reche de tom em me suais de Jansdina na	W. Edson	Suécia (Upsala)	Atchado na gita zona de depoz por S. J. Edson M. glabulomete e m. y. y. y. y. y. y. y. to a. Também na Lecomete	9,44	44,91. Findo para o termo de lei de periodicidade de Mendel. cap. 44. for, nome de metal branco, tom o de 44	A. Scandium scandium parece de magnesia. Alguns basico do gal e y. y. y. y. y. y. y. abundante.
Norvegium por causa do lugar onde foi descoberto	Telef Dahl	Noruega (Christiania)	Atchado na mineração de nichel (Nio fer-nichel)	9,44		Branco. Mallesal, dure za de cobre, fusional rubro na cent. Dissolve-se no acido nitrico, chlorhydrico e sulphi rico
Scandium descobri do em 1844 e nome de Scandium em homenagem a Escandinavia	P. T. Cloé	Suécia (Stockholm)	Observado em zona de depoz normal de y. y. y. to a. antigo de Lecomete		113	Segundo Clève descobri do em zonas comuns a 2 metros de profundidade em alguns casos para aprofun do a 110 m.
Platonium descoberto de nome de Platão por Arrhel em 1802	J. J.	J. J.	Descoberto em zona de depoz normal de y. y. y. to a. antigo de Lecomete		Inferior a 108	Um ultimo n.º recebido do Com pl. de Vindou (15 de 7/00) Lacop de Paris Saudran N. Les résultats d'accord avec les imprimés recueillis, recou rent publiés par M. L. L. L. L. Thales, cependant... je desire atten dre de plus amples informations après (messieurs) l'envoi de la notice, aucun résultat a été (Paris)

Figura 31 - Manuscrito de D. Pedro II - (LIMA; BARBOSA; FILGUEIRAS, 2019, v. 42).

4.3 José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1839)

O Brasil também deu uma pequena contribuição à Tabela Periódica: José Bonifácio de Andrada e Silva em 1800 descobriu os minerais petalita e espodumênio. Do primeiro, o sueco Johan Arfwedson isolou em 1817 o lítio (Li).

José Bonifácio de Andrada e Silva, foi o primeiro brasileiro a conquistar reputação científica internacional na vida e futuro Patriarca da Independência do Brasil. Embora a carreira política subsequente de José Bonifácio seja muito mais conhecida pelos brasileiros do que sua destacada carreira acadêmica, nunca é demais repetir sua importância entre seus contemporâneos. Por isso José Bonifácio é o mecenas do maior prêmio científico concedido pelo governo brasileiro - a Ordem do Mérito Científico, com sua imagem.

Entre as suas várias publicações, a mais importante que lhe rendeu fama internacional foi a que publicou em alemão no *Allgemeines Journal der Chemie de Leipzig*. Este artigo, fruto de pesquisas realizadas na Escandinávia, tratou de doze novos minerais estudados e descritos pelo autor do ponto de vista mineralógico e químico. Na verdade, agora sabemos que quatro dos minerais eram inteiramente novos e o resto eram novas variedades de minerais conhecidos. Entre os quatro novos minerais, havia dois, petalita e nastúmen, que agora chamamos de silicatos de alumínio e lítio.

O artigo de José Bonifácio sobre os novos minerais teve enorme repercussão. Prova disso é que ele foi traduzido para o francês e publicado em Paris no mesmo ano de 1800. No ano seguinte, sairia sua tradução inglesa em Londres. A partir daí, vários pesquisadores, em diferentes países, começaram a realizar estudos sobre a petalita e o espodumênio, os quais resultaram na descoberta de um novo elemento alcalino. Como os dois outros elementos alcalinos já conhecidos, o sódio e o potássio, haviam sido isolados de vegetais, o químico inglês Humphry Davy cunhou para o novo elemento o nome lítio, do grego para pedra, lembrando sua origem mineral. José Bonifácio é assim o único brasileiro ligado à descoberta de um novo elemento químico. Um reconhecimento adicional do trabalho de José Bonifácio ocorreu em 1868, quando o mineralogista americano James Dwight Dana (1837-1868), em sua homenagem, deu o nome de Andradita para a granada de ferro e cálcio $\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$. (MARQUES; FIGUEIRAS, 2009, v. 31).

Em resumo, a descoberta e caracterização química dos elementos, feita pelos químicos, em conjunto com a contribuição dos físicos no tocante à estrutura atômica levou a desenvolvimentos que surgiam a um ritmo cada vez mais frenético. A Tabela Periódica, estrutura didática que organiza muitas destas informações de maneira extremamente concisa e elegante foi objeto de construção ao longo de todo esse tempo. O conhecimento das nuances concernentes a essa história trata-se de um interessante estudo interdisciplinar que vem a interessar não só especialistas ou professores, como alunos também. Este trabalho então trata do ensino da Tabela Periódica por meio de um produto concreto a alunos de 5º ano fundamental, sendo assim um

trabalho dinâmico que pode ser adaptado para ser explorado sob diferentes perspectivas.

5 CICLO HIDROLÓGICO

A água é o componente fundamental da dinâmica da natureza, sustenta a vida e é o solvente universal. Ela se encontra em aproximadamente 70% da superfície do planeta, liga os continentes e cria condições para a vida.

É impossível imaginar como seria a vida sem ela. A água está o tempo todo em movimento, sob diferentes formas (sólida, líquida ou gasosa).

No nosso planeta a água segue uma dinâmica a qual chamamos **ciclo hidrológico** (ou ciclo da água). Esta sequência de transformações do estado físico da água é fundamental para a vida. Este ciclo depende da maior ou menor quantidade de energia (calor) que o Planeta recebe do sol.

Funciona da seguinte forma: o calor causa a evaporação (passagem do estado líquido para o gasoso de forma natural) da água dos mares, rios e do solo e a transpiração das plantas e dos animais. Este vapor d'água sobe, e as moléculas de água, carregadas pelos ventos, sobem cada vez mais alto e se condensam formando as nuvens. Na medida que as gotículas se juntam e vão ficando mais pesadas acontece a precipitação, quando a água retorna a superfície da terra como chuva (líquido) ou granizo.

Grande parte cai diretamente nos mares, rios e lagos. A outra parte segue vários caminhos: infiltra-se no solo e é disponibilizada para as plantas, abastece os lençóis freáticos e os aquíferos, escorre pela superfície terrestre e atinge um curso de água, forma camadas de gelo em regiões mais frias.

Uma parte será absorvida pelas plantas, consumida por animais ou evaporará e alimentará o ciclo hidrológico. O tempo todo e em todo lugar do planeta este ciclo se repete. Na figura 32, encontramos um esquema do Ciclo Hidrológico.

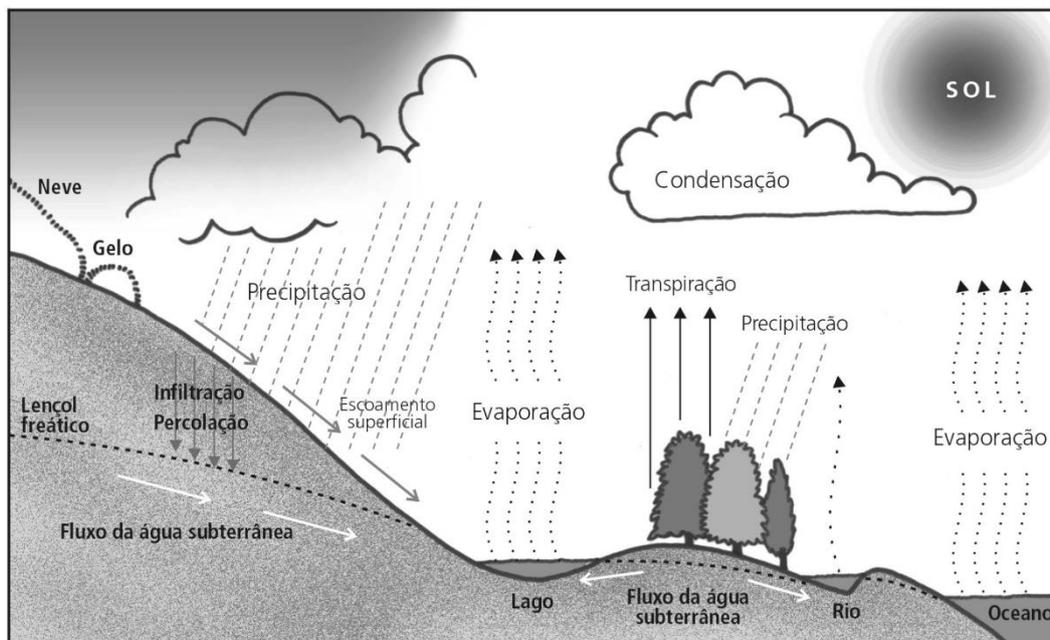


Figura 32- Ciclo Hidrológico - <https://canal.cecierj.edu.br/recurso/8109>

6. METODOLOGIA

Esta proposta não pôde ser aplicada no período de seu desenvolvimento, por causa da pandemia do coronavírus, entretanto a disposição para aplicá-la continua e nosso diálogo com as equipes escolares tem se mantido atualizado no sentido de assim que as atividades presenciais atingirem a normalidade, a proposta será desenvolvida.

Para se trabalhar conteúdo ciclo hidrológico com apresentação da tabela periódica foi proposta uma sequência didática investigativa, que é desenvolvida em várias etapas para serem aplicadas numa turma de 5º ano do Ensino Fundamental da Rede Municipal de Pirai.

Inicialmente é necessário diagnosticar os conteúdos que são de conhecimento dos alunos.

6.1 Produção Inicial /Módulo 1 – Água: onde encontrar? Tempestade de Ideias:

(Previsão da duração: 1 período de 2:30h)

6.1.1 Iniciar o encontro reunindo os alunos num círculo, dividir o quadro em quatro partes para que sejam alocadas as ideias semelhantes em cada espaço. Importante neste ponto não dar sugestões, apenas recolher as respostas dos alunos.

6.1.2 Iniciar a Tempestade de Ideias, utilizando as seguintes perguntas:

- a) Onde existe água no planeta?
- b) De quantas formas encontramos água no planeta?
- c) Água das nuvens, dos rios, dos mares são a mesma?
- d) A água da natureza acaba?
- e) O que acontece quando coloco água no recipiente e levo para o congelador?
- f) O que acontece quando coloco água no recipiente e levo ao fogo?
- g) Para onde vai a água quando ela ferve?
- h) Para onde vai a água quando chove?
- i) O corpo humano tem água?
- j) Tem água nos vegetais?
- k) Usamos água para produzir nossos objetos pessoais, alimentos e brinquedos?

6.1.3 Confeccionar um mural – Água, onde encontrar? A partir das informações recolhidas na Tempestade de Ideias.

- a) Dividir a turma em 4 grupos, e identificar cada um por um nome escolhido pelos alunos e que tenha relação com o tema (Ex. mar, tempestade, neblina, orvalho, rio, cachoeira, e outros que a imaginação infantil é bem capaz

de criar). Cada grupo fará um esquema de como será o trabalho. O professor deverá observar cada projeto antes do início da execução.

b) Cada grupo receberá: cartolina, tesoura, cola, papel colorido diversas cores, caneta hidrocor, para confeccionarem sob constante observação e apoio do professor o cartaz. Identificar cada grupo com os nomes escolhidos e os de cada componente. Cada grupo está livre para criar um logo.

c) Voltar a formação de um círculo para que um integrante de cada grupo apresente a criação do mesmo para a turma.

6. 2 – Módulo 2 - Mudanças de estado físico da água através de experimentos.

(Previsão da duração: 1 período de 2:30h)

a) Turma organizada em círculo para que todos possam assistir a demonstração feita pelo professor. Distribuir uma folha orientadora de respostas (Apêndice 1), para que os alunos registrem em poucas palavras, seu pensamento em relação a cada fato observado.

b) Fusão da água: colocar duas ou três pedras de gelo pequenas em um béquer, muita atenção, pedras grandes irão demorar para fundir, tornará o experimento muito demorado. Perguntar aos alunos o que acontecerá com o gelo enquanto estiver no ambiente da sala de aula. Pedir que registrem suas respostas no roteiro investigativo, mostrar o termômetro (explicar o funcionamento do termômetro de mercúrio) e anotar a primeira temperatura.

c) Pedir que se agrupem pelos nomes das equipes, dirigir-se ao pátio externo levando 4 sacos plásticos identificados com o nome da equipe, fita crepe, no local previamente escolhido pelo professor, que já identificou as plantas possíveis de serem alcançadas pelos alunos. Cada grupo, com a orientação do professor, envolverá uma rama, preferênciamente uma folhagem, no saco plástico e fechar o saco plástico prendendo a planta, e colando com fita crepe de forma que fique bem fechado. Voltar à sala de aula.

d) Cada aluno ocupa um lugar no círculo de carteiras que já ficou formado. Observar que já existe uma quantidade de água líquida no recipiente onde continha gelo. Questionar se esse processo é lento ou demorado. E o que pode ser feito para que ele seja acelerado. Registrar as respostas no roteiro investigativo.

e) Com os alunos sentados em seus lugares no círculo, se dirigir para a mesa, utilizando uma forma da cozinha, para que se tenha condição de segurança, acondicionar no interior dela, um tripé, uma tela de amianto, acender a lamparina, colocar o béquer sobre a tela de amianto e mexer levemente, com o bastão de vidro (ou uma colher), perguntar o que eles pensam que vai acontecer. Fazer uma nova medida de temperatura e solicitar que registrem a segunda medida. Registrar as respostas e a temperatura no roteiro investigativo.

f) Mexer novamente o béquer, perguntar o que eles estão vendo (o gelo “derreteu”), anotar a terceira temperatura. Como ela já será bem maior, perguntar o que está acontecendo. E o que vai acontecer se a chama permanecer acesa aquecendo o recipiente. Registrar as respostas no roteiro investigativo.

g) Ao começar o processo de ebulição, perguntar o que eles estão vendo (o vapor d’água, ou “fumaça”), questionar o que é aquilo? Ouvir com atenção as respostas. Registrar a temperatura e as respostas.

h) Perguntar o que aconteceria se eu colocasse uma tampa no recipiente. Tampar o recipiente com o vidro de relógio, com a parte curva para cima com o objetivo de reter o vapor e verificar a condensação. Os alunos irão observar que o vapor ao tocar no vidro de relógio “virou” água novamente. Perguntar o que vai acontecer se a chama permanecer acesa, pedir que registrem as respostas.

i) Retornar ao local onde as plantas estão acondicionadas nos sacos plásticos e recolher cuidadosamente. Verificar que houve formação de água no mesmo. Registrar as observações no roteiro investigativo.

j) Concluir a atividade final do roteiro investigativo que é um pequeno texto livre com as opiniões pessoais a respeito do que encontraram de interessante nas práticas.

6.3 Módulo 3 - Ciclo hidrológico

(Previsão da duração: 1 período de 2:30h)

a) Iniciar recordando os experimentos do encontro anterior e as mudanças que aconteceram com a água.

b) Explicar que essas transformações que observamos acontecer são chamadas mudanças de estado físico da água, que isso ocorre na natureza todos os dias. A água sólida passa para o estado líquido, do líquido para o gasoso. Mas não para por aí. Hoje vamos aprender sobre o ciclo da água na natureza. Perguntar aos alunos o que eles pensam que seja um ciclo. Depois de ouvir, se necessário, explicar que um ciclo é um caminho que volta sempre ao ponto inicial, e começa novamente, a repetir todos os acontecimentos.

c) Exibir a animação Água, com a explicação do ciclo hidrológico. (51) [O ciclo da água para crianças - O que é o ciclo da água - Ciências para crianças - YouTube](#)

d) Distribuir a folha (Apêndice 2), para que cada aluno possa fazer a representação do ciclo da água na natureza, sendo orientado a usar setas para indicar o caminho das transformações, nomear as transformações ocorridas, naturalmente o professor usará o quadro para iniciar o caminho do ciclo hidrológico. O trabalho é livre, pode ser feito usando apenas o grafite ou o lápis de cor e canetinhas hidrocor. Identificar os trabalhos e colocá-los em local adequado na sala de aula.

e) Utilizar o livro didático adotado pela escola: Buriti +Ciências – 5º ano Ensino Fundamental – Editora Moderna - Unidade 2 – Capítulo 3 – Ciclo da Água. Realizar as atividades propostas nas páginas que serão selecionadas com a professora regente.

6.4 Módulo 4 – Estrutura atômica da água

(Previsão da duração: 1 período de 2:30h)

a) Atividade Sensorial – Utilizar duas caixas de papelão pequenas, embrulhadas e fechadas com fita adesiva. Uma caixa estará vazia, a outra caixa com algumas bolas de gude, três ou quatro são suficientes.

b) Com as caixas sobre a mesa, perguntamos se é possível saber o que existe dentro da caixa. Obviamente a resposta será não.

c) Com a turma organizada num círculo, permitir que os alunos manipulem as caixas e tentem descobrir utilizando os métodos que desejarem, só não podendo abrir as caixas.

d) Espera-se que resposta será que em uma caixa tem alguma coisa e a outra está vazia. Perguntamos se é possível tentar saber o que há dentro da caixa. Se o objeto é grande ou pequeno e se podemos saber qual o formato dele.

e) Após ouvir as respostas, podemos abrir as caixas para verificar se estavam ou não corretos. Espera-se que alguns alunos concluam que são bolinhas pois os objetos rolam.

f) Voltando ao círculo dizemos a eles que acabaram de fazer uma investigação científica. Que os cientistas fazem isso, observam, fazem experimentos e formulam ideias sobre o que é ou não é possível ser.

g) Existem coisas muito pequenas que nós não conseguimos ver, como por exemplo o ar que respiramos. O que é que tem de importante no ar que respiramos? Naturalmente responderão oxigênio e nós não o vemos. É possível que alguém se lembre do nitrogênio.

h) Explicar que essas coisas muito pequenas que nós não vemos, receberam o nome de átomo, e, se reúnem para formar coisas que nós vemos, como a água, mas também as coisas que não vemos: nosso ar, e, outro exemplo, os vírus (possivelmente alguém lembrará de comentar o coronavírus).

i) Esclarecer que a água será nosso modelo para o estudo. Vamos representar a forma como a água se organiza, para ser encontrada na natureza nos estados sólido, líquido e vapor. Vamos fazer o que os cientistas fazem, construir um modelo.

j) Orientar, pelos nomes, que os grupos se reúnam para a próxima atividade: Massa de modelar, de duas cores. Explicar que aprenderemos a construir o modelo que os cientistas desenvolveram para representar a água, que é formada pelo átomo de oxigênio e por um outro participante chamado hidrogênio. Aproveitar para explicar que o Oxigênio e o Hidrogênio têm um símbolo que os representa. Escrever no quadro o símbolo de cada um e a grafia correta do nome do elemento.

k) Utilizar vermelho para o Oxigênio e cinza para o Hidrogênio. Orientar os alunos que precisam fazer bolinhas pequenas, porém o oxigênio é um pouco maior que o hidrogênio. E que para formar a água precisamos que um oxigênio se ligue a dois hidrogênios. Solicitar que façam várias moléculas de “água”, até terminar a massa de modelar que receberam. O professor deverá fazer modelos demonstrativos do oxigênio e do hidrogênio na massa de modelar para que os alunos tenham uma legenda

l) Após a montagem de várias moléculas de água pela turma, recordar que nós vimos experimentos de mudanças de estado físico da água. Como será que as moléculas de água se organizam quando ficam nos diferentes estados?

m) Distribuir a folha (Apêndice 3), uma para cada equipe, que contém três recipientes para que sejam preenchidos com as moléculas de água de acordo com o estado físico que está indicado no recipiente: Representar dentro de cada recipiente, utilizando as moléculas produzidas no item acima a forma como cada grupo imagina que as moléculas irão se organizar a, cada grupo utilizará o total de moléculas produzidas por todos os alunos.

n) Ao término da atividade, apresentar, para cada grupo, imagens dos modelos que são utilizados para demonstrar o estado físico da água (Apêndice 4) para que eles comparem e concluam sobre os resultados dos seus trabalhos. Acondicionar os trabalhos de cada equipe cuidadosamente para serem explorados no próximo encontro.

6.5 Módulo 5 – Tabela Periódica: Lugar de organizar os elementos químicos

(Previsão da duração: 1 período de 2:30h)

a) Dialogar sobre o encontro anterior, recordar os trabalhos que foram produzidos por eles. Que a água é formada de Oxigênio e Hidrogênio, que são muito pequenos. E que existe um lugar que guarda todos os elementos pequenos que constroem toda a matéria que existe. Esse lugar se chama tabela periódica. Solicitar para que se reúnam em grupos pelos nomes que já são conhecidos deles.

b) Para verificar se reconhecemos outros elementos que estão na nossa vida diária, propor uma brincadeira de Adivinhas. Formular as perguntas de forma descontraída.

1. Comigo fazem joias, sou amarelado e muito caro. Eu sou o ...
(Ouro)

2. Sua mãe diz que você precisa comer feijão porque ele tem....
(Ferro)

3. Faço seus ossos e dentes ficarem fortes. Eu sou o ... (Cálcio)

4. Preciso estar no creme dental para proteger seus dentes. Quando a dentista vem na escola, ela me aplica nos seus dentes. Eu sou o ... (Flúor)

5. Você já me conhece, eu me junto com o oxigênio para formar a água, eu sou o (Hidrogênio)

6. Quem gosta de refrigerante na latinha sabe que a latinha é feita de ... (Alumínio).
7. Sou o metal que está dentro da capa plástica do fio que leva energia elétrica para nossa casa, eu sou o ... (Cobre)
8. A banana é um alimento onde estou muito presente. Eu sou o ... (Potássio).
9. Não sou amarelado, mas também sou usado pra fazer joias. Eu sou a ... (Prata)
10. Se uma bexiga for enchida comigo e você me soltar, eu vou subir para bem alto, eu sou o ... (Hélio)
11. Para respirar, outro gás você não pode usar. Eu sou o ... (Oxigênio)
12. O palito quando passa na minha lixa, pega fogo e pode te queimar, eu sou o ... (Fósforo)
13. Quem tem um celular já ouviu falar de mim. Eu estou na bateria dele. Eu sou o ... (Lítio)
14. Vamos ver quem lê a embalagem do salgadinho. Quando você come salgadinhos de pacote eu estou lá. Eu sou o ... (Sódio)
15. Na atmosfera outro gás com maior quantidade que eu, não há. Eu sou o ... (Nitrogênio)
16. Meu nome faz parte de um veneno usado para matar ratos e que é proibido de ser comercializado. Lá eu estou no diminutivo. Eu sou o... (Chumbo)
17. Junto ao oxigênio, formo o gás carbônico que a planta absorve no processo de fotossíntese (CARBONO)
18. Meu cheiro não é bom. Apareço quando um ovo fica estragado. Eu sou o ... (Enxofre)
19. Para medir temperatura, bem esperto eu fico pra marcar. É só você me usar. Eu sou o ... (Mercúrio)

c) Explicar que cada elemento desses também tem seu símbolo para ser reconhecido, e que agora nós conheceremos os símbolos que representam todos estes elementos utilizados no Adivinhas.

d) Distribuir cartas, já recortadas, feitas de cartolina, para que preencham de acordo com as instruções do professor. Fazer junto com o professor, uma carta de cada vez com o símbolo em tamanho maior, compatível com a carta, o nome escrito embaixo e o número que identifica cada elemento (número atômico) acima. Explicar que não são só esses elementos, que no total conhecemos 118. (Cada equipe fará 17 cartas, elementos constantes no jogo *Adivinhas*.)

e) Apresentar a tabela periódica concreta e interativa. Mostrar a localização dos elementos que estão presentes nas cartas confeccionadas pelos alunos.

f) Explicar, rapidamente, que a tabela periódica levou muitos anos para ser construída, pois os elementos foram descobertos em intervalos de tempo diferenciados, e houve a necessidade de muitos cientistas trabalhando em diversas partes do mundo.

g) Proceder a organização de uma brincadeira: Quem encontra mais elementos? (Utilizaremos apenas os elementos que foram produzidos e apontados sua localização na Tabela Periódica no item “d” deste módulo)

1. Dividir o quadro e identificar cada parte com o nome das equipes.
2. Cada equipe escolhe um componente por vez, até todos participarem, e, procede da seguinte forma: Retira uma carta aleatória, cada aluno da equipe retira a carta que foi selecionada pelo componente do grupo, para que não se repita e coloca no local previamente combinado.
3. O representante da equipe, de posse da carta, vai até o local indicado pelo professor e aguardam o sinal de partida. Eles vão até a tabela periódica procurar o elemento, o primeiro que encontrar marcará o ponto para a equipe.

4. Antes de retornar ao grupo, o aluno lerá em voz alta, o nome do elemento e girando o cubo da tabela, escolhe uma informação para ler em voz alta para todos.

5. O jogo encerra quando terminarem as cartas, que será ao mesmo tempo, pois todas as equipes têm o mesmo número.

6. Cada aluno organiza seu jogo de cartas e guarda no local previamente combinado.

6.6 Produção Final: Avaliação Interativa – Detetive Periódico

(Previsão da duração: 1 período de 2:30h)

- a) Reunir os grupos pelos nomes já conhecidos.
- b) Dividir o quadro em quatro partes e indicar o nome de cada equipe.
- c) Explicar que agora você será o detetive. Sua missão é ouvir atentamente a pergunta e indicar quem é o elemento na tabela periódica.
- d) Usaremos as mesmas pistas do jogo Adivinhas, porém com as cartas do Apêndice 5, retiradas de forma aleatória. Uma equipe poderá retirar uma carta para fazer a pergunta à outra equipe.
- e) Realizar o sorteio da ordem em que será chamada a equipe para descobrir o elemento.
- f) Cada equipe terá como material de consulta um conjunto de cartas de um dos participantes e confeccionada na aula anterior.
- g) Fazer a pergunta, o aluno deverá ir rapidamente até a tabela e mostrar que encontrou o lugar do elemento de sua carta, no tempo de 1 minuto. Se acertar, girar o cubo com o nome do elemento para trás, pois este não será objeto de pergunta novamente.
- h) Se não tiver encontrado, passamos a pergunta para a segunda equipe, que procederá da mesma forma. O aluno do grupo que não encontrou o

elemento, retorna para sua equipe, coloca a carta no local indicado para as cartas que foram usadas.

i) A equipe que for contemplada com a carta Detetive Periódico ganha um ponto extra e o direito de retirar mais uma carta para responder a pergunta.

j) O jogo termina depois de 17 rodadas, que são as cartas que foram confeccionadas. Vence a equipe que pontuou mais.

l) Após o jogo, teremos um momento para usar uma tecnologia de informação. Os elementos que foram virados, terão na parte posterior um marcador para ser lido pelo aplicativo de Realidade Aumentada, que estará instalado no celular do professor.

m) O nome do aplicativo para Android, Elements. Ele permite, quando da leitura do marcador, que o aluno veja uma imagem em 3D da fonte originária do elemento químico.

n) Enquanto um grupo participa da utilização do aplicativo, os outros grupos estarão respondendo a atividade final do encontro e interromperão ao serem chamados para a sua vez de o utilizarem.

o) Atividade encerra quando todos os grupos tiverem participado da utilização do aplicativo e respondido as questões finais. (Apêndice 5)

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já dissemos anteriormente o trabalho não pode ser aplicado por causa da covid 19. Entretanto, podemos esperar os seguintes resultados:

- 1- Participação com interesse nas atividades que serão desenvolvidas.
- 2- Formulação de ideias sobre a transformação física dos estados da água, após o aprendizado do comportamento das moléculas nos diferentes estados (mais próximos – sólido-, mais distantes, porém não tão longe – líquido- e bem separadas – gasoso).

- 3- Compreensão de que toda a matéria, inclusive cada um de nós é composta de parte bem pequenas que denominamos átomos.
- 4- Que os elementos constituintes de toda a matéria que conhecemos, inclusive planetas e estrelas, vírus e bactérias, estão todos identificados e organizados na Tabela Periódica.

8. CONCLUSÃO

O produto educacional apresentado neste trabalho encerra a possibilidade de atingir o público do ensino fundamental I, despertando o interesse, a curiosidade; apresentando, de forma simplificada, o método científico.

Não foi possível ser aplicado devido à pandemia pelo coronavírus, entretanto, os autores referenciados nesta dissertação, validam as ideias propostas, que contém um potencial abrangente, dinâmico, motivador, colaborativo e investigativo. Esse conjunto de fatores leva este trabalho a ser uma pequena contribuição para a alfabetização científica, facilitando o dar espaço à curiosidade natural tão presente nos alunos do ensino fundamental I.

O trabalho aqui elaborado, deixa claro que não se pode ensinar conteúdos de Química para as crianças da mesma forma que se ensina para os adolescentes e adultos. Esclarece que para ensinar conteúdo de ciências é necessário que ocorra um recorte epistemológico, levando “o aluno a construir os primeiros significados importantes do mundo científico, permitindo que novos conhecimentos possam ser adquiridos posteriormente, de uma forma mais sistematizada, mais próxima dos conceitos científicos” (ROSA; PEREZ; DRUM, 2020).

Este trabalho abre possibilidades para o ensino de ciências às nossas crianças, de uma maneira que possa ser coerente com necessidade cognitiva de sua faixa etária, de lidarem com dispositivos e ideias concretas, sem deixar de lado contextualização histórico-cultural que humaniza e dá sentido aos conteúdos aprendidos. A introdução dos alunos aos elementos químicos,

organizados na Tabela Periódica constitui-se de um dos muitos exemplos de aplicação desta metodologia. Como perspectivas de desenvolvimentos futuros para este projeto, citamos:

- 1- A aplicação da sequência didática e do produto – a tabela periódica concreta e acessível – às turmas, obviamente, em um período pós-pandemia
- 2- A investigação mais pormenorizada sobre a história da descoberta dos novos elementos, com possibilidades de expansão dessa abordagem para diferentes conceitos químicos.
- 3- Criação e manutenção de uma página na rede social Instagram com *posts periódicos*, descrevendo as aplicações dos elementos químicos.
- 4- A realização de uma série de vídeos, que busquem comunicar à comunidade docente as ideias desenvolvidas no grupo de pesquisas, como também no âmbito do programa de Pós-Graduação Profissional em Química (PROFQUI).

REFERÊNCIAS

- BECKER, F.; CARVALHO, D. C. D. Falando sobre Epistemologia Genética Porto Alegre: LUMINA. Disponível em: <<https://lumina.ufrgs.br/course/view.php?id=84#section-2>>.
- BECKER, F. **Inteligência e Aprendizagem - Jean Piaget**. [S.l.]: Segmento, 2010. 24 p.
- BRASIL, M. D. E. **BNCC - Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: [s.n.], 2018. 14 p.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: [s.n.], 1997. 22-23 p.
- CAHAPUZ, A. et al. org. **A necessária renovação no ensino de ciências**. Perdizes, SÃO PAULO: Cortez, 2005. 29 p.
- CANO, J. R. F. D. Hess, Germain Henri Ivánovich (1802-1850) [S.l.]: [s.n.], **La Web da las Biografías**. Disponível em: <<http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=hess-germain-henri-ivanovich>>. Acesso em: 09 maio 2021.
- CAVICCHIA, D. D. C. **Psicologia do Desenvolvimento**. São Paulo: Unesp - Universidade Estadual Paulista, 2016. 20 p.
- CHAGAS, A. P. 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, de 2006. **As origens históricas da constante de Avogadro**. Águas de Lindóia, SP: Sociedade Brasileira de Química,
- CHASSOT, A. **A Ciência Através dos Tempos**. 2ª. ed. São Paulo: Moderna, 2016. 136 - 206 p.
- CHASSOT, A. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. Jan/Fev/Mar/Abr, p. 91, 2003.
- CHASSOT, A. Alquimiando a química. **Química nova na escola**, v. 1, p. 20-21, maio 1995.
- CONSTANTINO, E. S. C. L.; DIAS, C. L.; LEÃO, M. B. C. **A construção histórica da tabela periódica como objeto de aprendizagem**. Site da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/iii-enpec/o4.html>>. Acesso em: novembro 2020.
- CUNHA, M. V. D. **Psicologia da Educação**. Rio de Janeiro, RJ: Lamparina, 2008. 73 p.
- DOLZ, J.; NOVERRAZ, ; SCHNEUWLY,. **Sequências didáticas para o oral e a Gêneros Oraís e Escritos na Escola In. Gêneros Oraís e Escritos na Escola**. Tradução de Roxana Rojo; Gláís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado das Letras, 2004.
- EDUCAÇÃO, T. P. ANÁLISE: ENSINO A DISTÂNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA FRENTE À PANDEMIA DA COVID-19 [S.l.]: [s.n.]. 2020. Disponível em: <https://www.todospelaeducacao.org.br/_uploads/_posts/425.pdf?1730332266=&utm_source=conteudo-nota&utm_medium=hiperlink-download>. Acesso em: 08 maio 2021.
- FERNANDEZ, B. **http://www.bibnum.education.fr/**. BibNum. Disponível em: <[http://www.bibnum.education.fr/chimie/theorie-chimique/les-deux-hypotheses-d-avogadro-en-1811#\(29\)](http://www.bibnum.education.fr/chimie/theorie-chimique/les-deux-hypotheses-d-avogadro-en-1811#(29))>. Acesso em: 12 maio 2021.

- FILGUEIRAS, C. A. L. D. Pedro II e a Química. **Química Nova**, v. 11, n. 2, p. 213, Abril 1988.
- FORATO, T. C. M. **Grupo de História, Teoria e Ensino de Ciências - GHTC**. GHTC-USP. Disponível em: <<http://www.ghtc.usp.br/Biografias/Newton/Newton3.htm>>. Acesso em: 10 novembro 2020.
- FRANCISCO, P. **Laudato Si**. Roma: Vaticano, 2015.
- KEMPA, R. F. Students' learning difficulties in science: Cause and possibiles remedies. **Eneñanza de las ciencias**, p. 120, 1991.
- LENT, R. **Neurociência e educação**: como o cérebro aprende. Revista Appai Educar. Disponível em: <<https://www.appai.org.br/neurociencia-e-educacao-como-o-cerebro-aprende/>>. Acesso em: 10 outubro 2020.
- LIMA, G. M. D.; BARBOSA, C. A.; FILGUEIRAS, C. A. L. ORIGENS E CONSEQUÊNCIAS DA TABELA PERIÓDICA, A MAIS CONCISA ENCICLOPÉDIA CRIADA PELO SER HUMANO. **Química NOva**, v. 42, n. 10, p. 1131, nov. 2019.
- MACHADO, A. R.; CRISTÓVÃO, V. L. L. A Construção de Modelos Didáticos de Gêneros: Aportes e Questionamentos Para o Ensino de Gêneros. **Linguagem em (Dis)curso**, Tubarão, v. 6, p. 556, Set/Dez 2006.
- MARQUES, A. J.; FIGUEIRAS, C. A. L. Uma família de químicos unindo Brasil e Portugal. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 251-253, 2009.
- MARSHALL, J. L.; MARSHALL, V. R. Rediscovery of the Elements - Johann Wolfgang Döbereiner Indianápolis: [s.n.]. 2007. Disponível em: <<https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc111218/>>.
- MARSHALL, J. L.; MARSHALL, V. R. **Rediscovery of the Elements**: Moseley and Atomic Numbers. UNT Digital Library, 2010. Disponível em: <<https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc111249/?q=Moseley%20and%20Atomic%20Numbers>>. Acesso em: janeiro 2021.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999. 96 p.
- OKI, M. D. C. M. Controvérsias sobre o atomismo no século XIX. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 1077, 2009.
- OKI, M. D. C. M. O congresso de Karlsruhe e a busca do consenso sobre a realidade atômica no século XIX. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, v. 26, p. 24, novembro 2007.
- PETRIÁNOV, L. V.; TRÍFONOV, D. N. **La Magna Ley**. Tradução de Clara Shteinberg. Moscou: Mir, 1981. 9 p.
- PIAGET, J. **Problemas de Psicologia Genética**. Coleção Os Pensadores. ed. São Paulo, SP: Abril, 1975. 348 p.
- PIAGET, J. **Seis Estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro.24. ed. Forense Universitária, 1999. 16 p.
- ROSA, C. W. D.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. **Ensino de física nas séries iniciais**: Concepções da prática docente. UFRGS. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n3/v12_n3_a4.htm>. Acesso em: 18 julho 2020.

SCERRI, E. R. The discovery of the periodic table as a case of simultaneous discovery [S.l.]: [s.n.], **Philosophical Transactions of The Royal Society A Mathematical Physical and Engineering Sciences**. 2015. Disponível em:
<<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsta.2014.0172>>.

SCERRI, E. R. **The periodic table; its story and its significance**. New York: Oxford University Press, 2007.

SCIENTIFICALIB.COM. Biblioteca Científica. Disponível em:
<<http://www.scientificlib.com/en/Chemistry/Biographies/AmedeoAvogadro.html>>.

SENADO Federal. Disponível em:
<https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/CON1988_05.10.1988/art_205_.asp>.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química Nova**, v. 20, n. 1

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R.; CHAGAS, A. P. Alguns Aspectos Históricos da Classificação Periódica dos Elementos Químicos. **Química Nova**, v. 20, número 1, 1997.

UNESCO. **A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação**. Brasília, DF: [s.n.], 2003.

WOLFF, R. <https://www.spc.noaa.gov/misc/>. SPC/NOAA. Disponível em:
<<https://www.spc.noaa.gov/misc/AbtDerechos/hinrichs/hinrichs.htm>>. Acesso em: janeiro 2020.

ZABALA, A. **A prática educativa: Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1988.

ZANATA, E. M.; CALDEIRA, A. M. A.; MELISSA, R. L. (org). **O papel da educação científica na educação brasileira**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

APÊNDICE 1- ROTEIRO INVESTIGATIVO

Roteiro Investigativo



Escola: _____

Nome do detetive: _____

1. Quando colocamos o gelo no recipiente o que vai acontecer, já que ele não está mais no congelador? Registrar a 1ª temperatura.

2. Para o gelo “derreter” demora muito ou pouco tempo?

3. O que podemos fazer para acelerar o “derretimento” do gelo? Registrar a 2ª temperatura.

4. Onde estão as pedras de gelo que estavam aqui? Registrar a 3ª temperatura.

5. O que vai acontecer se a chama continuar aquecendo o recipiente que contém a água?

6. O que você está vendo sair do recipiente com água que está sendo aquecido (vapor d'água), o que pode ser aquilo? Registrar a 4ª temperatura.

7. O que aconteceu quando o recipiente foi tampado? Registrar a 5ª temperatura (ebulição).

8. Quadro para registrar a temperatura:

Momento	Temperatura (°C)
1ª	
2ª	
3ª	
4ª	

9. O que aconteceu com a temperatura durante o experimento?

10. Descreva o que você mais gostou de ver e aprender durante a aula de hoje.

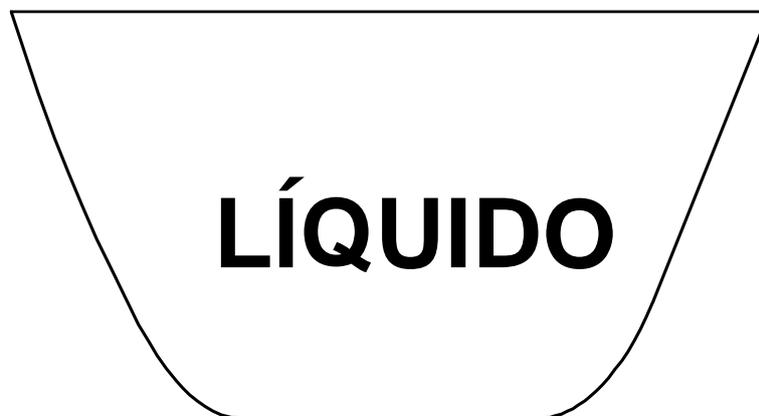
APÊNDICE 2 – CICLO HIDROLÓGICO**CICLO DA ÁGUA NA NATUREZA (CICLO HIDROLÓGICO)**

Aluno: _____

Turma: _____

Escola: _____

**APÊNDICE 3 - ESTADOS FÍSICOS DA ÁGUA – CONFEÇÃO
UTILIZANDO MOLÉCULAS FEITAS EM MASSA DE MODELAR**



APÊNDICE 4: OS ESTADOS FÍSICOS DA ÁGUA A NÍVEL MICROSCÓPICO.

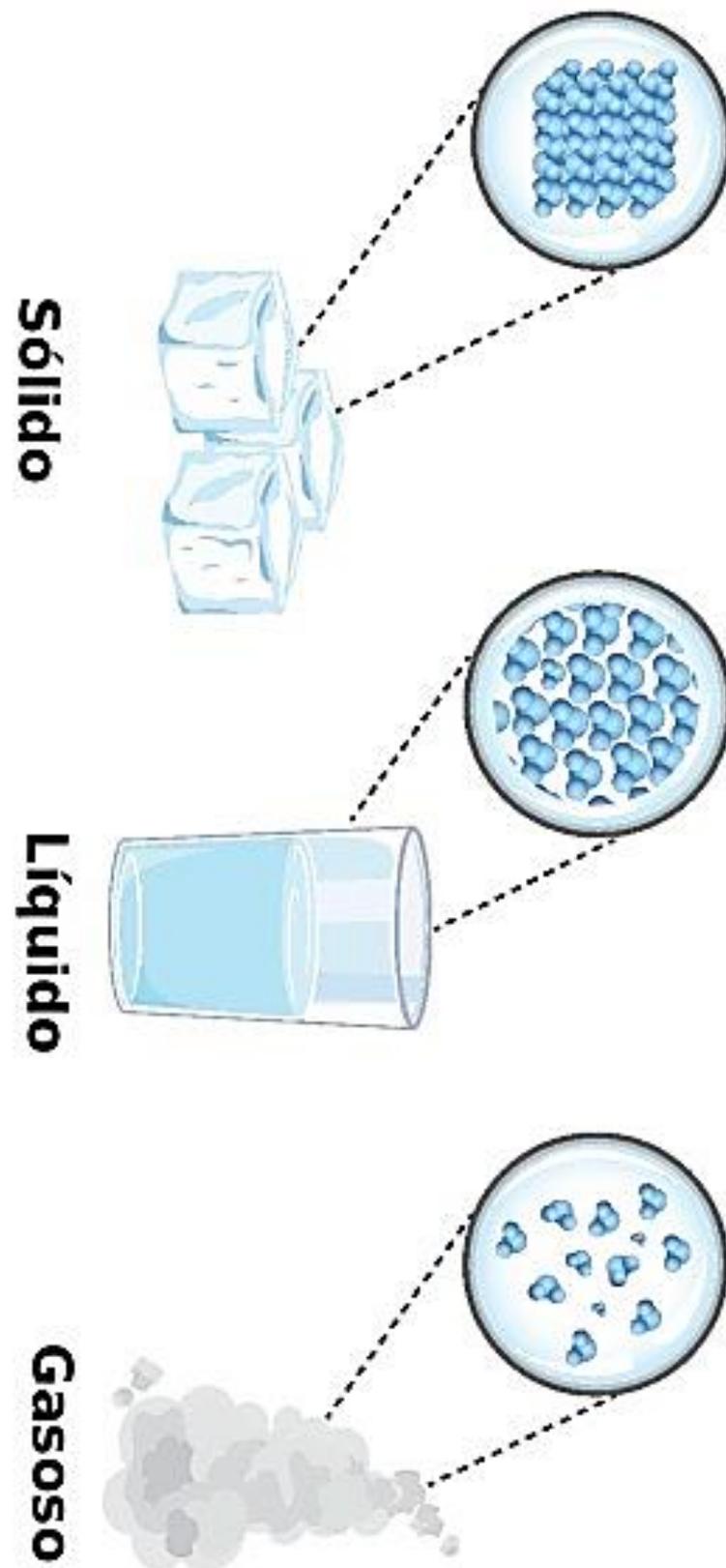
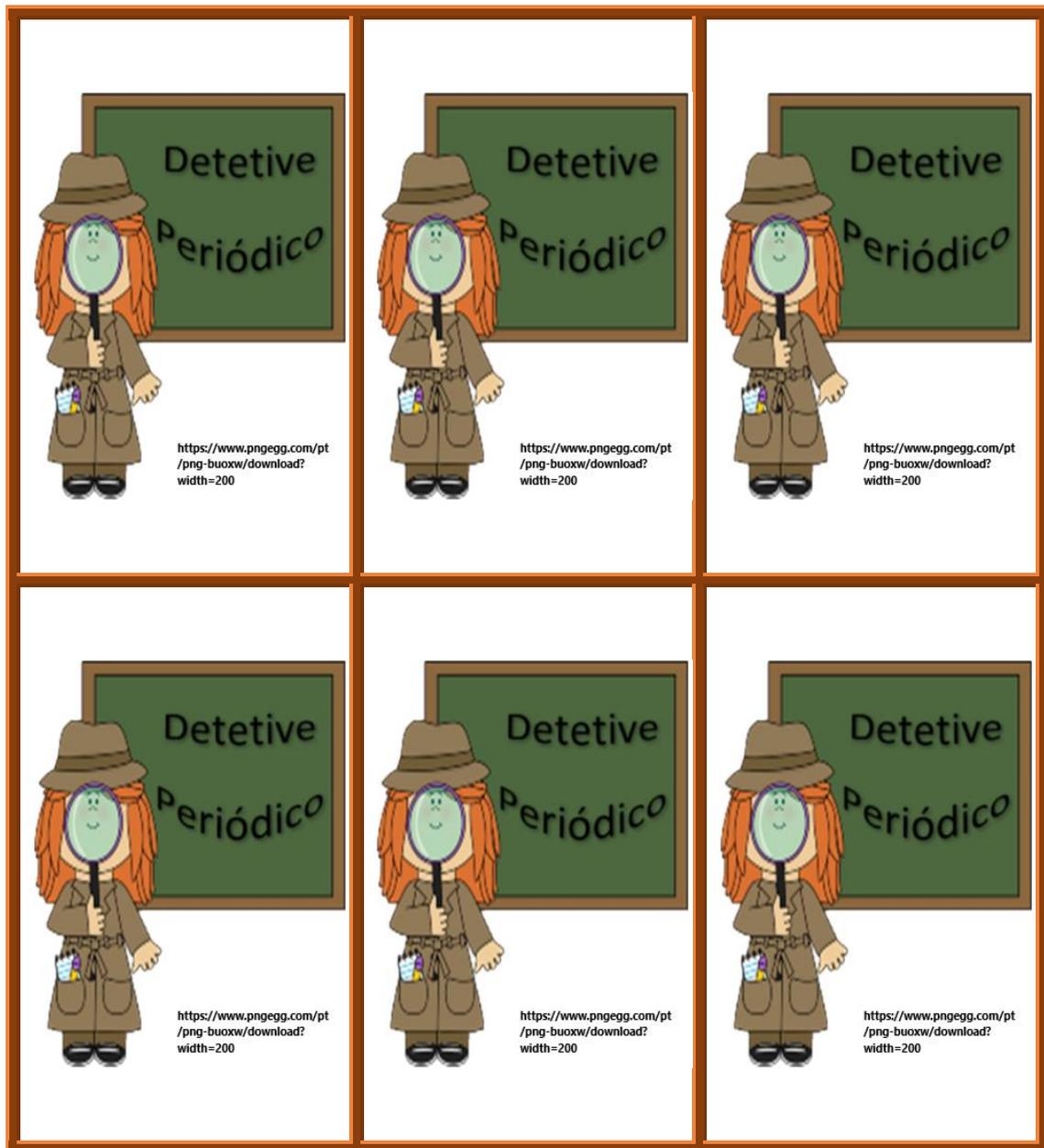
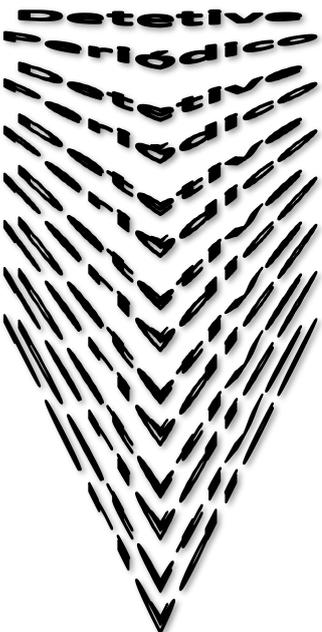


Figura 42 <https://www.infoescola.com/quimica/estados-fisicos-da-materia/>

APÊNDICE 5 – FRENTE E VERSO DAS CARTAS DO JOGO DETETIVE PERIÓDICO



	<p>Os dentistas gostam de mim, me usam para proteger seus dentes dos invasores!</p> <p>Eu sou o</p> <p>(Flúor)</p>	<p>Comendo feijão, verduras verdes escuras, você vai me encontrar. Também sou usado par fazer peças de carros e navios. Se ficar exposto ao tempo eu fico “enferrujado!”</p> <p>Eu sou o</p> <p>(Ferro)</p>
<p>Você precisa de mim para respirar.</p> <p>O fogo precisa de mim para queimar.</p> <p>Eu sou o</p> <p>(Oxigênio)</p>	<p>Junto com o oxigênio a água eu vou formar. No universo conhecido, eu sou o mais abundante.</p> <p>Eu sou o</p> <p>(Hidrogênio)</p>	<p>Sou amarelado e muito caro. Sou utilizado na fabricação de lindas jóias.</p> <p>Eu sou o</p> <p>(Ouro)</p>

<p>Sou usado na fabricação de latinhas para acondicionar refrigerantes. Muitas panelas são feitas do meu material.</p> <p>Eu sou o</p> <p>(Alumínio).</p>	<p>Eu estou dentro do fio que leva a energia elétrica até sua casa.</p> <p>Eu sou o</p> <p>(cobre)</p>	<p>A banana é um alimento onde estou muito presente.</p> <p>Eu sou o ...</p> <p>(Potássio).</p>
<p>Não sou amarelado, mas também sou usado pra fazer joias.</p> <p>Eu sou a ...</p> <p>(Prata)</p>	<p>Se uma bexiga for enchida comigo e você me soltar, eu vou subir para bem alto.</p> <p>Eu sou o ...</p> <p>(Hélio)</p>	<p>Para respirar, outro gás você não pode usar.</p> <p>Eu sou o ...</p> <p>(Oxigênio)</p>

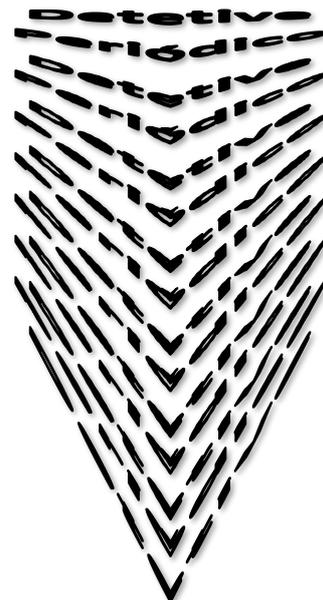
<p>O palito quando passa na minha lixa, pega fogo e pode te queimar.</p> <p>Eu sou o ... (Fósforo)</p>	<p>Quem tem um celular já ouviu falar de mim. Eu estou na bateria dele.</p> <p>Eu sou o ... (Lítio)</p>	<p>Vamos ver quem lê a embalagem do salgadinho. Quando você come salgadinhos de pacote eu estou lá.</p> <p>Eu sou o ... (Sódio)</p>
<p>Na atmosfera outro gás com maior quantidade que eu, não há.</p> <p>Eu sou o ... (Nitrogênio)</p>	<p>Meu nome faz parte de um veneno usado para matar ratos e que é proibido de ser comercializado. Lá eu estou no diminutivo.</p> <p>Eu sou o... (Chumbo)</p>	<p>Junto ao oxigênio, formo o gás carbônico que a planta absorve no processo de fotossíntese (Carbono)</p>

Meu cheiro não é bom. Apareço quando um ovo fica estragado.

Eu sou o ...
(Enxofre)

Para medir temperatura, bem esperto eu fico pra marcar. É só você me usar.

Eu sou o ...
(Mercúrio)



APÊNDICE 6 – TABELA PERIÓDICA CONCRETA E MANIPULÁVEL

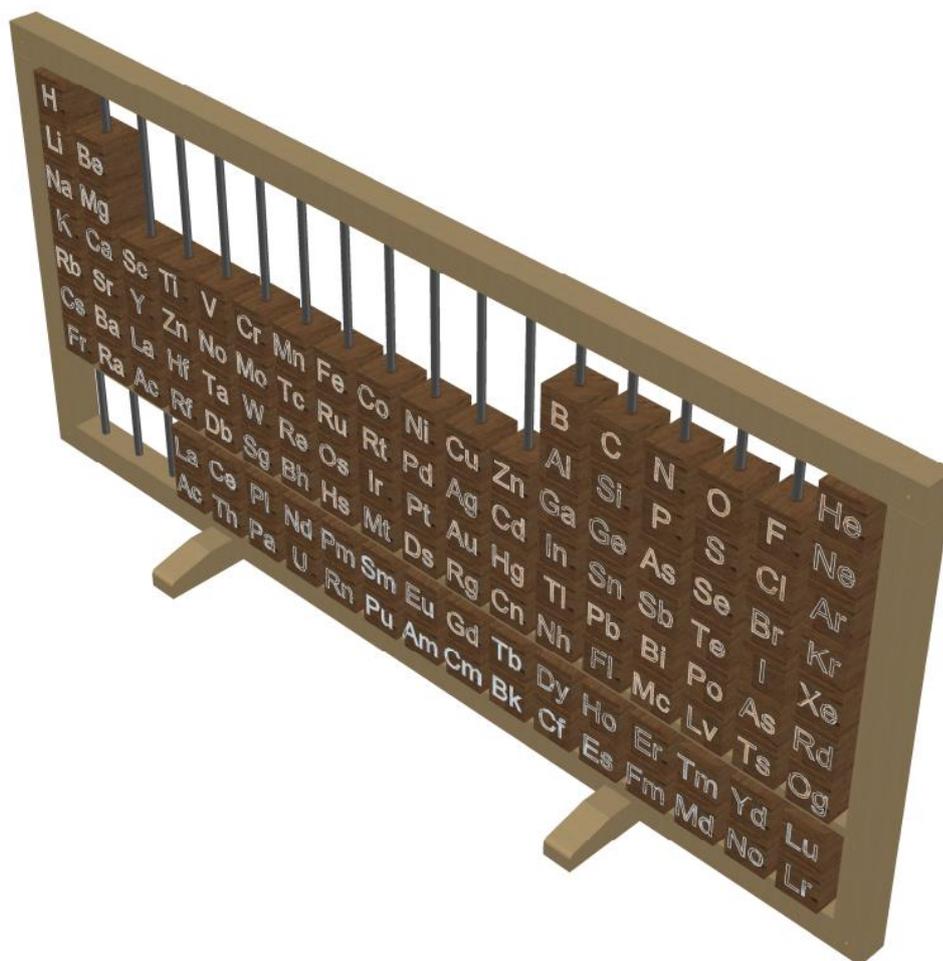


Figura 45 - Desenho feito em 3D no AutoCAD da Tabela Periódica Concreta e Manipulável. Autor: Tiago Santini Prado