

MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PATRÍCIA CABRAL LIMA MEDEIROS DE CONTTI

**O TEATRO CIENTÍFICO CONTEXTUALIZADO NA VIDA E OBRA DE
MARIE CURIE PARA O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA**

RIO DE JANEIRO

2024

Patrícia Cabral Lima Medeiros de Contti

**O TEATRO CIENTÍFICO CONTEXTUALIZADO NA VIDA E OBRA DE
MARIE CURIE PARA O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, do Instituto de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Química.

Orientadoras: Profa. Dra. Priscila Tamiasso Martinhon

Profa. Dra. Jussara Lopes de Miranda

RIO DE JANEIRO

2024

CIP - Catalogação na Publicação

C314t Contti, Patrícia Cabral Lima Medeiros de
O TEATRO CIENTÍFICO CONTEXTUALIZADO NA VIDA E
OBRA DE MARIE CURIE PARA O ENSINO DA TABELA
PERIÓDICA / Patrícia Cabral Lima Medeiros de Contti.
- Rio de Janeiro, 2024.
138 f.

Orientadora: Priscila Tamiasso Martinhon.
Coorientadora: Jussara Lopes de Miranda.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós
Graduação em Química em Rede Nacional, 2024.

1. Metodologia Ativa. 2. Sequência Didática. 3.
Arte. 4. Alfabetização Científica. I. Tamiasso
Martinhon, Priscila, orient. II. Lopes de Miranda,
Jussara, coorient. III. Título.

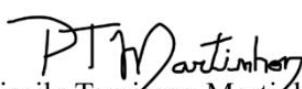
PATRÍCIA CABRAL LIMA MEDEIROS DE CONTTI

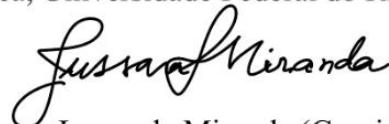
**O TEATRO CIENTÍFICO CONTEXTUALIZADO NA VIDA E OBRA DE
MARIE CURIE PARA O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA**

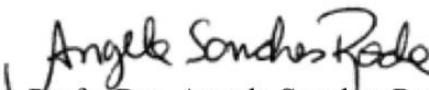
Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), do Instituto de Química (IQ), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Química.

Aprovada em 15 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA


Profa. Dra. Priscila Tamassso-Martinhon (Orientadora)
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro


Profa. Dra. Jussara Lopes de Miranda (Coorientadora)
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro


Profa. Dra. Angela Sanches Rocha
Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro


Profa. Dra. Grazieli Simões
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

RIO DE JANEIRO

2023

À minha saudosa mãe, Dinalva Cabral Lima, que, em sua sabedoria de vida, sempre me apoiou em minha trajetória acadêmica, com paciência e palavras de incentivo.

Ao meu esposo, Mestre Roberto Medeiros de Contti, por acreditar que juntos somos mais capazes e mais felizes.

Ao meu filho, Mauricio Faria de Contti, por se privar de muitos momentos com seu pai, e por entender a importância desta conquista em nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer a todos e todas que, de diversas formas, direta ou indiretamente, me ajudaram a concluir essa etapa!

Aos meus familiares, especialmente, à minha mãe e, esposo e enteado, ao meu irmão e afilhado e aos meus amigos, com destaque à Neila Fernandes dos Santos, Maria das Graças Gripp Spinelli e Germano Barbosa Dias Bianchini, por entenderem minhas ausências e por me ajudarem a superar os momentos de desânimo e cansaço. E, pelos anos de insistência e confiança, o meu agradecimento especial ao meu amigo e mestre Sávio Antônio dos Santos Rêgo. Sou grata a todos os meus familiares e amigos que não me deixaram desistir!

Aos professores e colegas do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), ofertado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), turma de 2018.2 por acreditarem em nosso projeto e, sempre otimistas, por colaborarem com dicas, incentivos e puxões de orelha.

Gostaria também de deixar aqui meus sinceros agradecimentos à equipe de Coordenação do PROFQUI/UFRJ e à Coordenação Nacional do PROFQUI. Humanamente, agradeço à Profa. Dra. Nadja Paraense que, desde o processo seletivo, já me socorria! E por um bom tempo permaneceu motivada com o tema de nosso trabalho. Às Professoras Doutoras Bárbara Vasconcellos e Michele Rezende por toda atenção e apoio. Aliás, não posso seguir com essa lista nominal, sob pena de cometer injustiças extremas. Todos me ajudaram e me incentivaram. Me deram condições de prosseguir. Sou muito grata à toda equipe da UFRJ e do PROFQUI/UFRJ.

Às minhas queridas orientadoras, Profa. Dra. Priscila Tamiasso-Martinhon, atualmente Profa. Dra. Priscila Sousa Tamiasso, e Profa. Dra. Jussara Lopes de Miranda, por serem incansáveis e por sempre pedirem além do que parecia já estar pronto, por dividirem sua enorme experiência em educação e em Química sem cerimônia e pelo carinho confortante de seus sorrisos e de seus abraços. Neste mesmo grupo, agradeço também à Profa. Dra. Célia Sousa e à Profa. Dra. Angela Sanches, que sempre acompanharam esse trabalho com empolgação e efetivas contribuições. Essas mulheres são cientistas, são pesquisadoras e conseguiram conquistar seu espaço com muito trabalho e competência. Além disso, cuidam de suas vidas pessoais brilhantemente, são filhas, algumas são mães, são casadas, são otimistas e não desistem nunca! Lutam para defender o planeta, os direitos das mulheres, defendem as lutas contra qualquer tipo de preconceito. São exemplos! Na prática, elas reconhecem que o acolhimento é muito mais produtivo que o simples “eu quero assim”, “refaça”, “passou do prazo”. São

orientadoras e amigas. E são exigentes e perfeccionistas, por isso estão onde estão. Serei eternamente grata.

Aos integrantes dos grupos Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte (GIEESAA) e Grupo Interinstitucional e Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão em Ciências (GIMEnPEC) pelo colaborativismo, criatividade e disponibilidade para acolher e ajudar a todos. O impensável acontece nesses grupos. Todos contribuem com todos a qualquer tempo. Graças a Deus, pela amiga Cláudia, que levou a mim e ao meu esposo, para nos apresentar às professoras Priscila Tamiasso-Martinhon e Célia Regina Sousa da Silva e, por meio delas, conhecemos esses grupos incríveis.

Por estes mesmos motivos, o meu agradecimento a todos os companheiros da nossa turma de mestrado PROFQUI 2018.2. As contribuições diretas do Élder, digo Éder Almeida, dicas de livros sobre a história das Ciências e sobre as fofocas da vida da cientista. À Luciana devo agradecer muito, especialmente pelo filme de 1943, baseado no livro *“Marie Curie, a biography by Ève Curie”*. e de tantos outros, que sempre tinham uma sugestão importante e interessante. A todos vocês, colegas de mestrado, que me trouxeram até aqui, eu sou grata.

Aos meus colegas de trabalho, professores, diretores e funcionários do Colégio Estadual Júlio Salusse por possibilitarem os encontros para as reuniões do grupo de teatro, por suas sugestões e apoio incondicional. A toda equipe do Colégio Municipal Odette Penna Muniz por me liberarem em diversos momentos para elaboração e aplicação do produto desta dissertação e, também, por me apoiarem durante todo o curso de mestrado.

Aos meus queridos alunos que se dispuseram confiantes e motivados a participarem do teatro, especialmente à Sarah Mattos Schuenck, por não ter desistido da ideia e por ter brilhado no palco.

Só pessoas muito abençoadas conseguem uma corrente de apoio tão eficiente, acolhedora e talentosa. Sendo assim, quero agradecer majoritariamente a Deus pela oportunidade concedida.

Por fim, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Obrigada sempre e muito!

*"Não basta consumir cultura: é necessário produzi-la.
Não basta gozar arte: necessário é ser artista!"*

*"Não basta produzir ideias: necessário é transformá-las
em atos sociais, concretos e continuados. "*

(Augusto Boal)

RESUMO

Contti, Patrícia Cabral Lima Medeiros de. **O TEATRO CIENTÍFICO CONTEXTUALIZADO NA VIDA E OBRA DE MARIE CURIE PARA O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA** / Patrícia Cabral Lima Medeiros de Contti. Rio de Janeiro, 2024. 138 f. Orientadora: Priscila Tamiasso Martinhon. Coorientadora: Jussara Lopes de Miranda. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Química. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, 2024.

Este trabalho propõe o emprego do teatro de teor científico no ensino de Química para motivar, envolver e facilitar a aprendizagem dos alunos das três séries do ensino médio regular de um colégio estadual em Nova Friburgo, RJ. A exemplo de algumas universidades brasileiras que mantêm, em seus grupos de divulgação científica, a prática teatral como recurso didático, sugere-se aos estudantes que participem de todas as etapas da elaboração de uma peça teatral, desde a pesquisa à encenação. Relata-se a sequência didática elaborada para execução deste projeto, com base em diferentes metodologias ativas e sob uma perspectiva D~D~A (Discente~Docente~Aprendente), agregando a essa *práxis* duas mini oficinas com aplicação de jogos teatrais para ensino de ciências através da historicidade dos elementos químicos rádio e polônio e da vida e obra de seus descobridores. O planejamento desta sequência didática, desde a escolha dos temas geradores até a redação dos roteiros dos esquetes, deu-se através da participação direta dos estudantes, considerando-se seus interesses, sugestões e conhecimentos prévios. A pesquisa científica necessária para elaboração dos roteiros refere-se à investigação da história da Tabela Periódica e das contribuições de Marie Curie, nos aspectos científico, social e cultural, com objetivo de humanizar as figuras dos cientistas, por vezes consideradas portadoras de dons inalcançáveis, valorizar o papel da mulher na Ciência, de aproximar o público alvo do mundo acadêmico e, não menos importante, de dar protagonismo aos jovens envolvidos no processo, incentivando sua criatividade, sua autonomia quanto aos objetivos, à pesquisa, à elaboração do produto e à avaliação dos resultados. Com esse estudo, observou-se que o comprometimento dos alunos envolvidos em todas as etapas deste trabalho, deu-se paralelamente à compreensão dos conteúdos, ao desenvolvimento de habilidades como integração, colaborativismo, aptidões para arte, vocações profissionais e de competências para pensar criticamente e tomar decisões, individuais e coletivas, na resolução dos problemas eventuais ou para reavaliação dos procedimentos. Tanto a sequência didática como as oficinas teatrais propostas estão apresentadas em um portfólio memorialístico, produto educacional desta dissertação.

Palavras-chave: Metodologia Ativa, Sequência Didática, Arte, Alfabetização Científica.

ABSTRACT

Contti, Patrícia Cabral Lima Medeiros de. **SCIENTIFIC THEATER CONTEXTUALIZED IN THE LIFE AND WORK OF MARIE CURIE FOR TEACHING THE PERIODIC TABLE** / Patrícia Cabral Lima Medeiros de Contti. Rio de Janeiro, 2024. 138 f. Advisor: Priscila Tamiasso Martinhon. Co-supervisor: Jussara Lopes de Miranda. Dissertation (master's degree) - Federal University of Rio de Janeiro. Institute of Chemistry. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, 2024.

This work proposes the use of scientific theater in the teaching of Chemistry to motivate, involve and facilitate the learning of students in the three grades of regular state high school in Nova Friburgo, RJ. Following the example of some Brazilian universities that maintain, in their scientific dissemination groups, theatrical practice as a teaching resource, students are suggested to participate in all stages of the preparation of a theatrical play, from research to staging. The didactic sequence designed to carry out this project is reported, based on different active methodologies and from a D~D~A (student~teacher~learner) perspective, adding to this practice two mini workshops with the application of theatrical games for teaching sciences through the historicity of the chemical elements radium and polonium and the life and work of their discoverers. The planning of this didactic sequence, from choosing the generating themes to writing the sketch scripts, took place through the direct participation of students, considering their interests, suggestions and prior knowledge. The scientific research necessary to prepare the scripts refers to the investigation of the history of the Periodic Table and the contributions of Marie Curie, in the scientific, social and cultural aspects, with the aim of humanizing the figures of scientists, sometimes considered to have unattainable gifts, to value the role of women in Science, to bring the target audience closer to the academic world and, not least, to give protagonism to the young people involved in the process, encouraging their creativity, their autonomy regarding objectives, research, product development and evaluation of results. With this study, it was observed that the commitment of the students involved in all stages of this work, occurred in parallel with the understanding of the contents, the development of skills such as integration, collaboration, skills for art, professional vocations and skills to think critically, and make individual and collective decisions to resolve potential problems or reevaluate procedures. Both the didactic sequence and the proposed theatrical workshops are presented in a memorial portfolio, the educational product of this dissertation.

Keywords: Active Methodology, Didactic Sequence, Art, Scientific Literacy.

PRELÚDIO

Ao cursar o Ensino Médio, resolvi negar a minha aptidão para a vida acadêmica, dizia com orgulho que não faria o curso normal, que jamais seria professora, embora esse fosse o apelo de minha mãe a fim de que eu tivesse logo uma profissão definida. Para atendê-la, iniciei o curso técnico em contabilidade e, após um ano de curso, percebi que limitaria o meu ingresso à Universidade porque não teria disciplinas como Física e Química, além do que o currículo de Matemática seria deficitário em relação aos cursos preparatórios para vestibulares. Decidi mudar para o curso de Formação Geral que concluí em 1988, no noturno, porque já havia sido emancipada para trabalhar em um banco.

Foi o banco que naquele momento me possibilitou pagar a única faculdade que eu poderia fazer sem sair da cidade. Cursei, na Faculdade de Filosofia Santa Doroteia, no primeiro semestre de 1989, um período do curso de Letras. Pude notar que, embora apaixonada por aprender idiomas, dar aulas de Língua Portuguesa não seria para mim a profissão mais entusiasmante. Foi assim que, em 1990, retornei para a faculdade, mas no curso de Licenciatura Curta em Ciências e Plena em Matemática.

Ainda no banco, não sabia bem o que fazer profissionalmente. Não desejava ser professora. Em 1995, esgotada com a rotina do mercado financeiro, tentei, pelos cinco anos seguintes, um comércio que é bem concorrido no município conhecido como a capital da moda íntima. Porém, já com um ano de confecção, surgiu um concurso para magistério na rede municipal e eu assumi 3 turmas de matemática do 6º ano.

Em 2000, quando encerrei a Longa Metragem Confecções, ingressei em uma escola da rede privada, fiz contratos temporários com a rede estadual e, por carência de professores, fui convidada a dar aulas de Química. Deste período para cá, principalmente na rede privada, sempre lecionei Química que, embora não fosse a minha disciplina de formação, foi e é o meu desafio diário que procuro vencer com entusiasmo, competência e amor.

Aproveitando bem a falta de especialistas, me ocupei em muitas unidades escolares, com muitas turmas e poucos horários disponíveis para atualizações e cursos de aperfeiçoamento. Algumas visitas a congressos, principalmente os promovidos pelas redes de ensino que se incorporavam às escolas em que eu trabalhava e duas tentativas de especialização Lato Sensu na modalidade semipresencial.

A primeira foi pela Universidade Federal Fluminense (UFF) em parceria com o Ministério do Exército em 2009 sobre Instrumentação para o Ensino de Matemática. Cursei todos os módulos com aprovação em todas as disciplinas, mas não concluí a pós-graduação por

não ter elaborado o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Esta dificuldade em escrever também me impedi de terminar a especialização em Química, pela Universidade Federal de Lavras. Também nesta oportunidade, cursei e obtive aprovação nas disciplinas de Química, porém, não consegui entregar os trabalhos de Metodologia do Ensino Superior, o que me impedi de fazer o TCC.

Deste momento para frente tive outras duas tentativas frustradas de fazer o mestrado em Matemática, pelo Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), em 2015 e em 2018. Há muito afastada da Matemática de nível superior, tive dificuldades com os estudos e perdi o curso, na PUC do Rio de Janeiro. Tentei novamente em 2018/1, quando ingressei na turma da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Menos assustada que da primeira vez, porém com o mesmo desânimo em relação aos conteúdos tratados que, para mim, pareciam tão distantes da realidade em sala de aula do Ensino Médio, sobretudo na rede pública.

Enfim, a oportunidade de mudar surgiu com a 2^a turma do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Neste momento, eu encontrei sentido para o estudo e abandonei o PROFMAT.

No mestrado em Química, não há conteúdo que não seja direcionado para o ensino, para o aluno, razão do professor buscar especialização. Com toda a dificuldade em escrever, este curso já se inicia falando sobre um produto em educação e, num grau de exigência crescente, com acompanhamento, com uma dinâmica colaborativa e com muito apoio dos docentes envolvidos, os textos vêm sendo elaborados. A dinâmica das avaliações diversificadas, para cada módulo em cada disciplina, é estímulo para nossa prática pedagógica com nossos alunos e cada conteúdo traz um questionamento ou uma nova informação útil e aplicável.

Sob orientação das Professoras Doutoras Priscila Tamiasso-Martinhon, Célia Sousa e Jussara Miranda, tive meu primeiro trabalho inscrito, aprovado e apresentado em um evento do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza (CCMN-UFRJ), o Workshop: Educação Ambiental e Ensino de Química (WEAQ), intitulado Contextualização do Teatro Científico em Educação Ambiental, em setembro de 2019. Em dezembro deste mesmo ano, fomos aceitos no Congresso Regional da Sociedade Brasileira de Química – SBQRJ e apresentamos o trabalho cujo título foi “O teatro científico empregado no ensino de química como metodologia ativa de aprendizagem da tabela periódica”.

Esta revisão de parte da minha biografia me permitiu reconhecer algumas escolhas inadequadas durante minha vida profissional além de perceber que, mesmo tendo deixado de

concluir tantos projetos, pude realizar tantos outros, aceitar e superar desafios, aplicar os conteúdos e técnicas que aprendi durante todo o processo vivenciado.

Efetivamente em sala de aula durante 27 anos, sendo 24 deles atuando em ensino de química, pude me encantar por esta Ciência a ponto de buscar, mesmo que tardiamente, a especialização e a certificação desse meu legado social.

Há muito ainda que se acrescentar aos meus próximos currículos e memoriais descritivos e, com certeza, esta etapa que vivo hoje, com o mestrado profissional ora finalizado, será um dos pontos mais consideráveis e valiosos para mim.

LISTA DE FIGURAS

	página
Figura 1 - Etapas da metodologia STEAM	41
Figura 2 - Símbolos para os átomos simples e para os átomos compostos, utilizados por Dalton	43
Figura 3 - Esboço do Parafuso Telúrico de Chancourtois planificado	45
Figura 4 - As oitavas de Newlands	46
Figura 5 - Árvore genealógica de Manya Salomee Skłodowska	47
Figura 6 - Os irmãos Skłodowski	48
Figura 7 - Wladislaw Skłodowski e suas filhas, da esquerda para direita, Manya, Bronislawa e Helena	49
Figura 8 - Manya Skłodowska aos 16 anos, em 1883	50
Figura 9 - A Tabela Periódica de Mendeleev publicada em 1869	51
Figura 10 - Selo comemorativo dos 150 anos da TP de Mendeleev	51
Figura 11 - Organização da Tabela de Mendeleev por ordem crescente de peso atômico na vertical e, por propriedades semelhantes, na horizontal	52
Figura 12 - O Casal Curie em um de seus passeios de bicicleta	53
Figura 13 - Marie Curie e suas filhas	55
Figura 14 - Propriedades do Polônio (Po)	56
Figura 15 - Propriedades do Rádio (Ra)	57
Figura 16 - Tabela Periódica de Moseley de 1913	60
Figura 17 - Evolução dos modelos atômicos através de desenhos	61
Figura 18 - A Tabela Periódica da IUPAC 2022	61
Figura 19 - Projetos e núcleos de divulgação científica (I)	66
Figura 20 - Projetos e núcleos de divulgação científica (II)	66
Figura 21 - Projetos e núcleos de divulgação científica (III)	67
Figura 22 - Grupos de Teatro Científico	68
Figura 23 - Congressos anuais do Ciência em cena	69
Figura 24 - Colégio Estadual (CE) localizado em Nova Friburgo	71

Figura 25 - Imagem dos alunos na 1 ^a reunião sobre o Teatro Científico	72
Figura 26 - Etapa (2) Leitura dos significados sensoriais registrados pelos alunos	73
Figura 27 - Cena da Peça “Os vingadores da Química” - Grupo Fanáticos da Química - Mossoró (RN)	74
Figura 28 - Aluno ao piano durante a reunião	75
Figura 29 - Tabela Periódica de Mendeleev	76
Figura 30 - Roteiro entregue aos alunos em maio de 2019 (I)	77
Figura 31 - Roteiro entregue aos alunos em maio de 2019 (II)	78
Figura 32 - Rodas de conversa	79
Figura 33 - Reunião semanal com alunos do grupo teatral	81
Figura 34 - <i>QR Code</i> com perguntas de 1 a 10 para cientista Marie Curie	83
Figura 35 - <i>QR Code</i> com informações da oficina implementada durante a III Confraternização Científica do GIEESAA e do GIMEnPEC	83
Figura 36 - <i>QR Code</i> com informações sobre a oficina “De onde vem essa energia?”	85
Figura 37 - A conversa entre Marie e Pierre Curie	86
Figura 38 - A conversa entre Marie Curie, Pierre Curie e Henri Becquerel	86
Figura 39 - Etapa 1: Contextualização das Percepções Sensoriais	91
Figura 40 - Jogos Teatrais	92
Figura 41 - Lista de alunos divididos em grupos de atuação	93
Figura 42 - Ficha técnica para inscrição no concurso de roteiros	96
Figura 43 - Making off da oficina realizada na III Confraternização Científica do GIEESAA e do GIMEnPEC	111
Figura 44 - Participantes atuando como jornalistas entrevistando Marie Curie	111
Figura 45 - Participantes da oficina interpretando os personagens Irène, Ève e Pierre Curie.	112
Figura 46 - Participantes da oficina interpretando Marie Curie e Albert Einstein	112
Figura 47 - Conferências da Solvay, em 1927	113
Figura 48 - Participantes reproduzindo parcialmente Conferências da Solvay, em 1927	113

Figura 49 - Registro impresso e afetivo entregue ao término da oficina	114
Figura 50 - Conversa entre Marie e Pierre Curie	115
Figura 51 - Diálogo entre Marie Curie, Pierre.Curie e Henri Becquerel	115
Figura 52 - Diálogo entre Irène e Pierre Curie	116
Figura 53 - Alunos convidados encenam uma peça teatral sobre segurança no Laboratório, no XII Encontro Regional da SBQ - Rio 2019	120
Figura 54 - Marie Curie representada pela Professora Patrícia de Contti	121
Figura 55 - Cartaz do pôster apresentado no XII Encontro Regional da SBQ - Rio 2019 (I); Teatro Grego: tragédia e comédia; Habilidades desenvolvidas com o uso do Teatro Científico.	121
Figura 56 Cartaz do pôster apresentado no XII Encontro Regional da SBQ - Rio 2019 (II); Temas Geradores: 150 anos da Tabela Periódica de Mendeleev e descobertas do Casal Curie; Habilidades desenvolvidas com o uso do Teatro Científico	122

LISTA DE QUADROS

	página
Quadro 1 - Finalidades da Lei de Diretrizes e Bases	32
Quadro 2 - Determinações da Lei de Diretrizes e Bases para o Ensino Médio	33
Quadro 3 - As Tríades de Döbereiner	44
Quadro 4 - Século XIX - A história da TP e Marie Curie, sua obra e sua vida	63
Quadro 5 - Século XX - A história da TP e Marie Curie, sua obra e sua vida	64
Quadro 6 - Roteiro elaborado pelo aluno PHSC (sem revisão)	97
Quadro 7 - Roteiro elaborado coletivamente por alunos do EM (sem revisão)	101
Quadro 8 - Questionamentos apresentados aos alunos após os jogos teatrais	116
Quadro 9 - Sequência Didática para elaboração e apresentação de esquetes de teor científico	118

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

a.C	- Antes de Cristo
ABP	- Aprendizagem Baseada em Problemas
ABPj	- Aprendizagem Baseada em Projetos
AC	- Alfabetização Científica
ACP	- Núcleo Arte e Ciência no Palco
BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
CCMN	- Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
CE	- Colégio Estadual
CTEAM	- Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática
CTEM	- Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemáticas
D~D~A	- Discente~Docente~Aprendente
DQ	- Departamento de Química
DQI	- Departamento de Química Inorgânica
EF	- Ensino Fundamental
EF I	- Ensino Fundamental I
EJA	- Educação de Jovens e Adultos
EM	- Ensino Médio
ENEM	- Exame Nacional do Ensino Médio

- GIEESAA** - Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte
- GIMEnPEC** - Grupo Interinstitucional e Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão em Ciências
- HFC** - História e a Filosofia da Ciência
- IA** - Inteligência Artificial
- IQ** - Instituto de Química
- LDB** - Lei de Diretrizes e Bases
- MCCAC** - Guia acessível em Libras - Museus e Centros de Ciências Acessíveis
- MEC** - Ministério da Educação
- NEM** - Novo Ensino Médio
- PCN** - Parâmetros Curriculares Nacionais
- Po** - Polônio
- PPP** - Projeto Político-Pedagógico
- PROFMAT** - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
- PROFQUI** - Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional
- Ra** - Rádio
- REM** - Reforma do Ensino Médio
- SD** - Sequência Didática
- SNCT** - Semana Nacional de Ciência e Tecnologia

- STEAM - Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics
- STEM - Science, Technology, Engineering and Mathematics
- SBQ - Sociedade Brasileira de Química
- TC - Teatro Científico
- TCC - Trabalho de Conclusão de Curso
- TDIC - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
- TP - Tabela Periódica
- UERN - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
- UFBA - Universidade Federal da Bahia
- UFC - Universidade Federal do Ceará
- UFF - Universidade Federal Fluminense
- UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFSCar - Universidade Federal de São Carlos
- UNESP - Universidade Estadual Paulista
- UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
- UNIRIO - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
- URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviética
- WEAQ - Workshop: Educação Ambiental e Ensino de Química

SUMÁRIO

		página
1	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	JUSTIFICATIVA.....	23
	.	
1.2	OBJETIVOS.....	24
1.2.1	Objetivo Geral.....	24
1.2.2	Objetivos Específicos.....	24
1.2.3	Objetivo Colateral.....	24
2	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	25
3	ABORDAGEM PEDAGÓGICA E REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	28
3.1	REFERENCIAIS PEDAGÓGICOS.....	28
3.2	ALGUMAS BASES LEGAIS DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA.....	32
3.3	METODOLOGIAS ATIVAS.....	37
3.4	UM PARALELO HISTÓRICO ENTRE A EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS, A ELABORAÇÃO DA TABELA PERIÓDICA E AS VIVÊNCIAS E CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS DE MARIE CURIE.....	41
3.4.1	De Döbereiner a Seaborg e do Urânio ao Rádio.....	42
3.5	TEATRO CIENTÍFICO.....	64
4	METODOLOGIA.....	70

4.1	MOMENTO 1: REUNIÃO GERAL.....	71
4.1.1	Etapa 1: Contextualização das percepções sensoriais.....	72
4.1.2	Etapa 2: Expressão dos significados sensoriais.....	73
4.1.3	Etapa 3: Descoberta das potencialidades individuais.....	73
4.1.4	Etapa 4: Caminhos Profissionais.....	74
4.1.5	Etapa 5: Pesquisa direcionada.....	75
4.2	MOMENTO 2: ENTREGA DAS PESQUISAS.....	78
4.3	MOMENTO 3: SEGUNDA REUNIÃO GERAL.....	79
4.4	MOMENTO 4: CONCURSO DE ROTEIROS.....	80
4.5	MOMENTO 5: ENSAIOS E TÉCNICAS.....	80
4.6	MOMENTO 6: APRESENTAÇÃO DAS PEÇAS.....	81
4.7	AS OFICINAS PARA APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	81
4.7.1	III Confraternização Científica GIEESAA e GIMEnPEC.....	82
4.7.2	Participação do Teatro Científico na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – Estação Biodiesel.....	85
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
5.1	REFLEXÕES SOBRE A REUNIÃO GERAL (MOMENTO 1).....	88
5.1.1	Acerca da Contextualização das percepções sensoriais (Etapa 1).....	90
5.1.2	Acerca da expressão dos significados sensoriais (Etapa 2).....	90

5.1.3 Acerca da descoberta das potencialidades individuais (Etapa 3).....	91
5.1.4 Acerca de Caminhos Profissionais (Etapa 4).....	92
5.1.5 Acerca da pesquisa direcionada (Etapa 5).....	94
5.2 REFLEXÕES SOBRE A ENTREGA DAS PESQUISAS (MOMENTO 2)	95
5.3 REFLEXÕES SOBRE A SEGUNDA REUNIÃO GERAL (MOMENTO 3).....	95
5.4 REFLEXÕES SOBRE CONCURSO DE ROTEIROS (MOMENTO 4)....	96
5.4.1 Acerca do roteiro: “150 anos da Tabela Periódica de Mendeleev”.....	97
5.4.2 Acerca do roteiro: “Entre linhas e curas”.....	101
5.5 REFLEXÕES SOBRE ENSAIOS E TÉCNICAS (MOMENTO 5).....	109
5.6 REFLEXÕES SOBRE APRESENTAÇÃO DAS PEÇAS E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS (MOMENTO 6).....	110
5.7 REFLEXÕES SOBRE AS OFICINAS PARA APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	110
5.7.1 Acerca da III Confraternização Científica GIEESAA e GIMEnPEC....	110
5.7.2 Acerca da participação do teatro científico na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - Estação Biodiesel.....	114
6 PRODUTO EDUCACIONAL.....	118
7 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS.....	123
REFERÊNCIAS.....	125

**ANEXO A: CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEATRO CIENTÍFICO
EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL - WORKSHOP EDUCAÇÃO
AMBIENTAL E ENSINO DE QUÍMICA (WEAQ – 2019).....**

135

**ANEXO B: O TEATRO CIENTÍFICO EMPREGADO NO ENSINO
DE QUÍMICA COMO METODOLOGIA ATIVA NA
APRENDIZAGEM DA TABELA PERIÓDICA - XVII ENCONTRO
REGIONAL DA SBQ – RIO 2019.....**

137

**ANEXO C: SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO O
EMPREGO DO TEATRO CIENTÍFICO PARA A
APRENDIZAGEM SÓCIOHISTÓRICA DA TABELA PERIÓDICA
– IV JALEQUIM - 2021.....**

138

1 INTRODUÇÃO

A propagação de ideias dos séculos passados, que perpetuam discursos sobre a dificuldade discente no campo das Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemáticas (CTEM, do inglês: *Science, Technology, Engineering and Mathematics, STEM*) acabam distanciando as novas descobertas científicas, dos conteúdos escolares e da vida cotidiana discente. Não raro, a associação deste mantra a narrativas que supervalorizam a subjetividade e abstração dos conceitos específicos de cada área, finda por desmotivar muitos estudantes ao arrebatamento pela poesia inerente ao campo da Química, da Física e da Matemática, impactando no processo de ensino-aprendizagem destes conteúdos (Miranda *et al.*, 2022; Tamiasso-Martinhon, 2021).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), eixo direcionador da prática docente nacional “ainda” vigente (aspas da autora), preconizam que é papel da escola promover condições para que o aprendizado se dê de forma envolvente, desafiadora, ética e colaborativa, a fim de contribuir para a formação de um cidadão pleno e respeitador dos valores essenciais para vida sua social (Brasil, 2000a). No concernente ao conteúdo curricular de Química, este Devir perpassa um letramento científico capaz, como por exemplo, de compreender as propriedades dos elementos químicos, direcionando escolhas conscientes e consistentes.

Contudo, o estudo da Tabela Periódica (TP) está entre os conteúdos que mais desafiam o processo de aprendizagem de Química. Curiosamente, foi exatamente o mapeamento das propriedades periódicas dos elementos químicos que possibilitou a generalização de comportamentos, a partir de classificações específicas, auxiliando em inúmeras descobertas científicas, além de consagrar a TP como “um valioso instrumento didático no ensino da Química” (Tolentino; Rocha-Filho; Chagas, 1997, p. 103).

De fato, cada elemento presente na TP tem uma história por trás de sua descoberta, que envolve desde a observação da natureza até o seu emprego em diversas técnicas, como por exemplo, a espectroscopia, a fusão e a fissão nuclear. Além disso, a perspectiva histórica também revela a vida dos pesquisadores e de suas equipes, completamente inclinados a buscar explicação e conhecimento, para gerar novas tecnologias e atender a uma sociedade na qual eles próprios se inserem. Este é um ofício contínuo e que exige muito empenho e disciplina, que pode perdurar por longos períodos. O que legitima a relevância em manter o olhar na obra e, especialmente, na vida dos cientistas por trás de suas descobertas.

Com base em motivar o aluno, de dar voz e aproxima-lo do conhecimento científico com alegria e entusiasmo, surge a problematização para o estudo deste projeto. Qual ferramenta poderia ser usada para protagonizar o aluno, fazê-lo pesquisar e aplicar o objeto de sua busca

de uma forma significativa para sua vida pessoal e acadêmica?

Metodologias decoloniais, capazes de sulear diálogos plurais (desiguais e combinados), talvez contribuam para o Devir de horizontes mais democráticos e equitativos (Miranda *et al.*, 2022). Neste contexto, a perspectiva Discente~Docente~Aprendente (D~D~A) vem sendo engendrada a partir de políálogos que propiciam modelos de aprendizagens sinergéticas capazes de enovelar compreensões, conhecimentos e cotidianos discentes reais e plurais (Tamiasso-Martinhon, 2021), a partir da triangulação ensino-pesquisa-extensão (Coelho; Tamiasso-Martinhon; Sousa; 2019), que problematizam a “necessidade de ler o mundo e suas idiossincrasias” (Fagundes *et al.*, 2023, p. 1).

Dentre os interlocutores que sulearam a reflexão D~D~A, presentes nessa pesquisa, cabe pontuar Vygotsky (1993), a partir da teoria sociocultural que destaca a relevância do contexto social e da interação entre os pares no processo de aprendizagem; Durlak e colaboradores (2011), que partem da premissa de que o envolvimento em atividades artísticas, como o teatro, contribui para o desenvolvimento de habilidades de comunicação, colaboração, expressão emocional e pensamento criativo; Morin (2003) que preconiza que uma cabeça bem-feita é uma cabeça apta a organizar os conhecimentos e, com isso, evitar sua acumulação estéril; e Paulo Freire (2019; 1996; 1987), que de tão íntimo se faz presente em toda *práxis* docente.

Nesse contexto, o teatro científico (TC) foi escolhido como ferramenta pedagógica por propiciar um ambiente colaborativo e participativo (Contti *et al.*, 2020), estimulando a troca de ideias e o diálogo entre os estudantes. Estas características contribuem para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais e a construção de conhecimento compartilhado, essenciais tanto no âmbito acadêmico quanto no profissional (Contti *et al.*, 2020). A intenção inicial foi interrelacionar arte, história da ciência, conteúdo específico de química, questões de gênero e questões trazidas pelos próprios discentes, incentivando a pesquisa científica, a criatividade, a socialização e a produção de conhecimento. A intenção pedagógica foi retirar o aluno de uma posição tradicionalmente passiva, convidando-o a assumir o papel de protagonista, capaz de refletir sobre os assuntos abordados, a partir de suas vivências, com uma dose de humor e liberdade, sem respostas memorizadas, estanques e descontextualizadas (Freire, 2019; 1996; 1987).

Ao trabalhar o tema gerador da nossa pesquisa, isto é, a Classificação Periódica dos elementos, não será abordada, exclusivamente, a sua organização espacial ou as sugestões anteriores à TP mais recente. Sem desqualificar o trabalho minucioso de classificar cada um deles, muito pelo contrário, pretende-se valorizar a descoberta dos diversos elementos, a determinação de propriedades físicas e químicas e, prioritariamente, a vida social e o trabalho

do cientista. Como seria exaustivo falar de todos os 118 elementos químicos atualmente conhecidos, vamos enfatizar a descoberta do Polônio e do Rádio. Sob essa perspectiva, abordaremos também dados da vida particular de Marie Curie e da sua luta contra o machismo culturalmente aceito no final do século XIX e inícios do século XX.

Assim, a presente dissertação tem por finalidade compartilhar reflexões sobre experiências à luz da D~D~A que emergiram a partir de diálogos plurais (desiguais e combinados) sobre a vida e obra de Marie Curie. Nesse contexto, o TC foi adotado como ferramenta metodológica ativa para a aprendizagem de química, imbricando a História da Ciência ao estudo da TP a partir do processo de descobertas de alguns elementos químicos. A hipótese inicial foi que abordagens mais participativas e colaborativas poderiam não só aumentar o interesse (de discentes e docentes), mas também identificar alguns obstáculos epistemológicos capazes de auxiliar na compreensão do conteúdo específico de química. Logo, espera-se que a participação direta dos estudantes na elaboração e execução dos esquetes, os valorize, dê a eles o reconhecimento de seus saberes e os permita ter curiosidade para futuras pesquisas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Entre os docentes do Ensino Médio (EM) comumente é constatada a falta de interesse dos alunos com relação ao estudo de ciências, incluindo a ciência química. Também é desmotivador para os profissionais da educação básica, encontrar, a cada ano, turmas de jovens que não se empenham em aprender ou aplicar os conteúdos abordados em suas disciplinas, mas apenas em progredir de séries com o mínimo de esforço e com as menores notas. A repetição deste modelo educacional é frustrante para ambas as partes e exige dos educadores uma reavaliação contínua de sua *práxis* docente a fim de planejá-la adequadamente e reverter a situação instalada de insatisfação e baixo rendimento.

Reavaliar as metodologias pedagógicas adotadas, pode significar em prosseguir com o ensino tradicional, de forma geral, levando para as salas de aula o conteúdo pronto, impresso nos livros didáticos e repeti-lo sistematicamente em exercícios e avaliações, fazendo com que os alunos decorem conceitos e fórmulas e cobrando deles, literalmente, o que foi exposto. Diversos estudos corroboram com a concepção de efemeridade da simples memorização, sem significado para o ouvinte/espectador.

1.2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos geral e os específicos e colaterais do projeto. Estes objetivos estão baseados na proposta de promoção da aprendizagem por meio do uso do teatro com conteúdo científico como metodologia ativa para melhoria da prática docente no ensino de química.

1.2.1 **Objetivo Geral**

Compartilhar reflexões sobre o emprego da perspectiva D~D~A (enquanto metodologia ativa transdisciplinar), a partir de diálogos plurais (poliálogo), desiguais e combinados, com a tríade ensino-pesquisa-extensão, durante a implementação de ações pedagógicas que adotaram o teatro científico enquanto ferramenta para aprendizagem de química, com base no tema gerador “Tabela Periódica”.

1.2.2 **Objetivos Específicos**

- a) Experienciar a perspectiva Discente~Docente~Aprendente (enquanto metodologia ativa transdisciplinar) a partir de seu diálogo com dimensões que envolvem aspectos Artísticos, Históricos, Filosóficos e Específicos de Química;
- b) criar uma sequência didática que oriente a produção de esquetes com conteúdo científico, sobre os temas propostos neste trabalho ou sobre outros assuntos referentes ao ensino de química;
- c) analisar qualitativamente os resultados da aplicação desta ferramenta pedagógica.

1.2.3 **Objetivo Colateral**

Utilizar teatro científico para problematizar questões de gênero para motivar alunos de Ensino Médio.

2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com Berbel (2011), o engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões. Uma opção para promover este foco no aluno como corresponsável por sua aprendizagem, dá-se pelo uso de metodologias ativas de aprendizagem, onde os alunos são desafiados através de problemas, são motivados à pesquisa e são instigados a lançar mão de soluções criativas, participando efetivamente de todo o processo. A pesquisa ensina a buscar, selecionar, priorizar, questionar e comprovar a veracidade dos conteúdos abordados, entre tantas outras habilidades que poderiam ser aqui mencionadas. E, a partir destes levantamentos, várias possibilidades de exposição e explanação desses dados podem surgir e tornar as aulas mais dinâmicas e motivadoras.

A opção por práticas pedagógicas mais colaborativas e interativas por parte dos estudantes são eficazes, porque, segundo os PCN,

Os alunos alcançam o aprendizado em um processo complexo, de elaboração pessoal, para o qual o professor e a escola contribuem permitindo ao aluno se comunicar, situar-se em seu grupo, debater sua compreensão, aprender a respeitar e a fazer-se respeitar; dando ao aluno oportunidade de construir modelos explicativos, linhas de argumentação e instrumentos de verificação de contradições; criando situações em que o aluno é instigado ou desafiado a participar e questionar; valorizando as atividades coletivas que propiciem a discussão e a elaboração conjunta de ideias e de práticas; desenvolvendo atividades lúdicas, nos quais o aluno deve se sentir desafiado pelo jogo do conhecimento e não somente pelos outros participantes (Brasil, 2000c, p. 52).

A citação acima pontua que alunos e professores têm um grande objetivo comum, o aprendizado, mas parece haver uma grande falha de comunicação entre eles, aparentando que, ao contrário, suas intenções são antagônicas e suas concepções são contraditórias. Esta falha se acentua na medida em que a sociedade se faz mais pragmática, mais seletiva em relação às informações que pretende obter e reter, mais pluridisciplinar e potencialmente mais ágil. É necessário, então, rever a prática pedagógica para atender este alunado, reconhecer seus saberes prévios, suas competências e desenvolver ao máximo suas habilidades físicas e intuitivas, cognitivas, interpretativas, argumentativas e de socialização. Segundo Freire (1996), é pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática.

Em estudo, Almeida e colaboradores revelam que,

Mais recentemente, a divulgação científica tem lançado mão, de forma cada vez mais recorrente e diversa, de elementos teatrais em suas iniciativas práticas. Nesse contexto, vários argumentos têm sido mobilizados em prol da união entre ciência e

teatro. Os divulgadores entusiastas dessa parceria e alguns autores que se debruçaram sobre o tema argumentam que, por meio das artes cênicas, é possível: mobilizar sentidos e emoções; abordar temas complexos de forma envolvente; tratar aspectos controversos, éticos e políticos da ciência; explorar o lado humano dos cientistas; desconstruir a suposta frieza da atividade científica e aproxima-la do público; e, por fim, estimular a reflexão sobre o avanço do conhecimento humano e suas implicações (Almeida *et al.*, 2018, p. 35).

O emprego do teatro para as aulas de ciências vai além do pragmatismo dos conceitos (Contti *et al.*, 2020), ele transforma quem participa da prática, ele liberta de preconceitos e questiona a ética e a própria ciência, ele exige criatividade e conhecimento, ele desmistifica a figura do cientista e o aproxima do público, humaniza também quem conta e quem ouve. Ao concordar com a citação de Almeida *et al.* (2018, p. 35), percebe-se que a construção do conhecimento pela pesquisa, pela interpretação do conteúdo a ser tratado, pela escolha da melhor forma de comunicação, pela vivência espontânea, é transformadora. Em seus resultados sobre esse estudo, o autor indica que

[...] a interação ciência e teatro pode e tem rendido bons frutos para a divulgação da ciência, de diversas formas e em diferentes níveis. [...]

Nossos estudos de caso e outros trabalhos mostram também que iniciativas teatrais com motes científicos têm permitido o acesso ao teatro a um público pouco familiarizado e com acesso restrito a essa forma de arte, e tem proporcionado a esse público, além de informação, prazer e diversão (Almeida *et al.*, 2018, p. 39).

Do modo como Almeida e colaboradores (2018) citam o emprego do teatro científico, o mesmo passa a ser a melhor proposição para contribuir para uma educação integral, proposta pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), conforme o excerto, a seguir, destacado:

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (Brasil, 2017, p. 14).

A BNCC é alvo de muitas críticas justas, mas a renovação da prática pedagógica em relação ao aluno do século XXI é uma discussão necessária. Temos em mãos a desgastante constatação dos problemas educacionais que se apresentam cada dia mais influenciadores de bons e maus comportamentos, de aprendizagem superficial que culmina em profissionais facilmente explorados, cidadãos cada vez mais dependentes de seus empregos de baixa renda, que aceitam morar inadequadamente, usar um transporte inseguro e mau conservado, não ter

acesso a atendimento médico satisfatório. Que pagam impostos e não reconhecem seus direitos, que votam sem noção real das necessidades de seu país e de seu povo preso em um sistema de não-ascensão dos menos favorecidos às classes sociais mais bem atendidas. Esse cidadão e essa cidadã tem muito da sua formação ética, afetiva e social desenvolvida no espaço escolar, é inevitável agir em prol da melhoria da educação para alcançarmos os objetivos pedagógicos de forma que agreguem valores de respeito, autoestima, de pronta resolução de problemas cotidianos, entre tantos outros. Não se quer afirmar que a BNCC seja a solução efetiva e definitiva, mas a discussão é necessária. É urgente repensar a prática pedagógica, para não obtermos e, apenas lamentar, resultados opostos ao planejado e esperado. No rol de novas ferramentas para uma formação integral, prazerosa e eficiente, destaca-se o teatro e o teatro de cunho científico. Mais adiante, retomaremos a discussão sobre a BNCC. Diniz (1995, p. 11) alega que "o Teatro e a Educação têm, necessariamente uma interrelação fundamental e criativa para o desenvolvimento do ser humano" e que, pela sua implementação, "realidade e fantasia não entram em conflito; pelo contrário, ambas são funções dentro de uma esfera mais vasta".

Teatro e ciência apresentam várias semelhanças como a necessidade de inspiração, criatividade e trabalho intensivo; a teimosia em experimentar e ser curioso e a convicção de que se pesquisa ou se cria algo novo (Rodgers, 2002). Portanto, o teatro científico foi a modalidade adotada para este trabalho de pesquisa com o objetivo de promover uma dinâmica apresentação e compreensão dos conteúdos no ensino de química.

3 ABORDAGEM PEDAGÓGICA E REFERENCIAIS TEÓRICOS

A abordagem pedagógica baseada no pressuposto freiriano da codificação-problematização-decodificação apresenta três momentos distintos: problematização, organização (do conhecimento) e aplicação do conhecimento (Freire, 1987). Este prognóstico - desenhado em sua origem para a Educação de Jovens e Adultos (EJA) - pode ser adaptado para o letramento científico de Química, além de permitir a incorporação de várias ferramentas de aprendizagem. No caso do emprego de uma leitura freireana de Teatro Científico, enquanto metodologia ativa de aprendizagem de Química, a problematização pode ser o momento em que se realiza a provocação inicial, que servirá de base para a pesquisa discente sobre os temas geradores selecionados, de acordo com a realidade dos participantes. É também neste momento que, coletivamente, discutem-se as estratégias para execução do trabalho. O segundo momento pedagógico se caracteriza pela apresentação, mediatisada pelo professor, dos conteúdos obtidos com a pesquisa científica realizada e da metodologia para obtenção de um produto que responda à questão geradora. O terceiro momento destina-se à aplicação do produto da pesquisa de forma criativa e eficiente para que haja construção de conhecimento. Também se faz necessário avaliar a prática durante todo o processo, com a participação de todos os envolvidos.

3.1 REFERENCIAIS PEDAGÓGICOS

Ah! Como é diferente o corpo movido pelo sonho, do corpo movido pelas certezas (Alves, 2012, p. 105).

Contar aos alunos sobre a história da TP é certamente um caminho interessante para iniciar o tema. Seguir com sua organização atual e demonstrar sua eficiência enquanto ferramenta de consulta do químico é necessário, e muitos alunos se admiram ao constatarem que há muita informação em cada grupo ou período ali definido. Concluir com os artifícios criados para analisar as propriedades periódicas e os diversos “jeitinhos” (aspas da autora) de manipular a tabela e decorar regras de nomenclaturas para os compostos inorgânicos, é afastar os alunos do conhecimento e condená-los à repetição, à automatização do conhecimento e ao fazer só para obter a resposta certa, a vaga na série seguinte ou na Universidade, sem a devida compreensão e assimilação de conteúdo. É o corpo movido pelas certezas e pouco conhecimento construído.

Na mesma direção, a contextualização histórica não se ocupa apenas com a menção a nomes de cientistas e a datas da história da ciência, mas de partilhar conhecimentos científicos enquanto construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando

e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura.

Atribuir aos alunos a função de pesquisar sobre a história da TP até os dias atuais, e contá-la aos seus pares, através da encenação teatral, aliando arte e ciência, com humor e conteúdo, pode despertar neles a curiosidade, o gosto pela investigação e, no mínimo, agregar habilidades àquelas já tradicionalmente requeridas no ensino de química, como por exemplo, expressão oral e corporal e contextualização. Permitir a sua efetiva participação pode possibilitar que sonhos sejam exercitados enquanto aprendem. Trazê-los para este momento de criação é abraçar a ideia de provocar, nestes estudantes a sensação de pertencimento, de responsabilidade e de alegria em poder produzir material para informar, divertir e dar mais qualidade de vida aos indivíduos de sua comunidade escolar e a si próprio.

A arte é tida como entretenimento, sendo vista como uma forma de criatividade baseada em idiossincrasias pessoais, não tendo necessidade de dar explicações ou desfazer equívocos. A ciência, no entanto, está imersa numa área de racionalização pura e metódica, que explica observações e valida teorias com base em fatos (Frazetto, 2002).

Usar o teatro para ensinar Química é aproximar ciência e arte, é humanizar conceitos científicos abstratos (Oliveira *et al.*, 2019), é avaliar valores éticos, questionar a viabilidade econômica e social dos avanços tecnológicos que os estudos científicos exigem, é trabalhar em equipe e respeitar as limitações de cada participante, cumprir prazos e entender a importância individual para o sucesso (com ou sem tensionamento inter relacionais) do projeto coletivo. Muitas são as competências e as habilidades em questão, direta ou indiretamente associadas à prática que se pretende realizar.

A Arte, enquanto área do conhecimento humano, contribui para o desenvolvimento da autonomia reflexiva, criativa e expressiva dos estudantes, por meio da conexão entre o pensamento, a sensibilidade, a intuição e a ludicidade. Ela é, também, propulsora da ampliação do conhecimento do sujeito sobre si, o outro e o mundo compartilhado (Brasil, 2017, p. 484).

Ainda, segundo a BNCC, é necessário que se incentive as pesquisas e os processos de criação autorais, individuais e coletivas, com a utilização de diferentes linguagens das artes, dentre elas, o teatro. Esta prática possibilitaria a constituição de um espaço em que as pessoas se respeitam em seus modos de ser e pertencer culturalmente, e passam a compreender e acolher as diferenças e a pluralidade de formas de existência. As manifestações artísticas em análise podem surgir de temas norteadores, interesses e inquietações, e ter como referência, manifestações populares, tradicionais, modernas, urbanas e contemporâneas (Brasil, 2017).

Pouco provável, porém, seria trabalhar todos os conteúdos químicos do EM à luz do teatro. Obviamente, não é o que se deseja propor, pelo contrário, manter o foco na motivação do aluno, em seu envolvimento com o próprio processo de aprendizagem, seja durante a pesquisa, ou da elaboração dos textos e das cenas, seja durante as apresentações ou pelas avaliações posteriores, esta é a prerrogativa. É necessário dar a devida atenção aos conteúdos relevantes e às informações essenciais para que o aproveitamento acadêmico dos temas tratados, a partir do uso dessa metodologia, seja evidente e o trabalho do professor, peça importante como condutor e orientador, não seja inclusive banalizado.

Segundo Kishimoto (1996), a função lúdica do jogo está relacionada ao caráter de diversão e prazer que ele propicia. Enquanto a função educativa se relaciona com a apreensão de conhecimentos, habilidade e saberes. Para Cunha (2012), na escolha de um jogo, devem-se considerar dois aspectos: o motivacional – ligado ao interesse do aluno pela atividade (equilíbrio entre a função lúdica e função educativa); e o de coerência – ligado à totalidade de regras, dos objetivos pedagógicos e materiais utilizados para o seu desenvolvimento em sala de aula. E, neste projeto, o jogo didático é o teatro científico, que engloba essas duas funções de forma mais ritmada.

Atualmente, a BNCC,

[...] reconhece 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, 2017, p. 12).

Quando se reflete sobre a real importância da explicação, da elucidação, da apresentação dos temas curriculares em sua natureza determinista, é possível identificar a diferença entre explicação e compreensão, mais além, entre compreensão intelectual e compreensão humana. Segundo Morin (1999), a explicação é suficiente para a compreensão intelectual, mas é insuficiente para compreensão humana, uma vez que esta é subjetiva e requer a empatia, o reconhecer-se no outro, em suas emoções.

O teatro, enquanto manifestação artística, extrapola a compreensão intelectual do conteúdo científico, dando a este um elemento humano, empático (Oliveira *et al.*, 2019), a oportunidade de se colocar no lugar dos cientistas, ou das descobertas científicas ou até dos benefícios e malefícios provocados pelo uso das tecnologias desenvolvidas por esses ou aquelas, entre outros. Há peças em que os atores interpretam a vida dos cientistas, outras em que trazem os elementos químicos ou algumas substâncias químicas para a cena e, ainda, há os espetáculos que questionam danos ao meio ambiente e desenvolvimento promovido pelo

surgimento de novas tecnologias. Assim, o mesmo conteúdo, pode ser humana e intelectualmente compreendido. “A compreensão, sempre intersubjetiva, necessita de abertura e generosidade” (Morin, 1999, p. 95).

Considera-se então, neste projeto, o teatro enquanto uma ferramenta generosa que pode possibilitar aos alunos a compreensão de conteúdos árduos ou abstratos demais que muitas vezes seriam apenas decorados e repetidos à exaustão para promoção à série seguinte ou o ingresso à uma Universidade. Em resumo, segundo Morin (1999, p. 113), “[...] em um certo sentido, tudo é físico, mas, ao mesmo tempo, tudo é humano”.

Marcel Proust (2006, p. 164) dizia que “Uma verdadeira viagem de descobrimento não é encontrar novas terras, mas ter um olhar novo”. Percepção que adentra neste projeto ao entender que falar da TP não é um tema inovador, mas que a virada de chave é refletir sobre como falar, como despertar interesse, criatividade e empatia sobre o tema, pode ser o caminho para resolução de um antigo problema dos educadores, a apatia e o consequente baixo rendimento acadêmico. É preciso ousar, provocar, perturbar o sistema, pensar em ações que sejam pluridisciplinares, como são as pessoas, alvos dos ensinamentos e principalmente propagadores deles, pesquisadores de novos conceitos, descobridores de novas técnicas, futuros cientistas.

Esses alunos, que hoje ocupam lugares em salas de aula mundo afora, podem sim seguir para linhas de pesquisa nas diversas áreas do conhecimento ou podem simplesmente não divulgar informações equivocadas, mal interpretadas a respeito das ciências. Podem entender a política e a ética que acompanham todo investimento financeiro e intelectual em torno de uma pesquisa. Podem também reconhecer práticas que são prejudiciais à vida e ao planeta ou podem simplesmente gostar de ciência e tecnologia. Enfim, considera-se a diversidade de material humano em cada sala de aula e opta-se por incluir mais uma metodologia ativa, inserindo cada vez mais o aluno no processo de construção de conhecimento. Na mesma linha de propostas para solução desses entraves na relação professor-conteúdo-aluno, Jacques Labeyrie (2002, p. 24) afirma que “Quando não se encontra solução em uma disciplina, a solução vem de fora da disciplina”.

Ciência e Arte juntas, como ferramentas pedagógicas para promoção da aprendizagem de conteúdos científicos, mas, sobretudo como produção cultural para instigar a reflexão e fomentar discussões sobre temas sociais também relevantes, como por exemplo, a ética, as políticas públicas de investimento em cultura e educação, entre outros, as diversas formas de preconceito, o cerceamento dos direitos dos cidadãos como o direito à liberdade de expressão. No Pequeno Organon para o Teatro, Bertolt Brecht (MIA, 2018, parte 14) diz que “somos filhos

de uma era científica” e “nossa vida está condicionada pela ciência”. Desta forma, as ciências¹, assim como as artes¹, são obras sociais e fazem parte da cultura de uma determinada sociedade, em seu contexto histórico, político e econômico.

3.2 ALGUMAS BASES LEGAIS DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

Nesse trabalho, não há pretensão de aprofundamento das análises sobre as bases legais nacionais para a educação, mas comentar e criticar alguns pontos de algumas delas, que interferem direta ou indiretamente na prática pedagógica dos docentes, em especial dos docentes da educação básica.

A Lei nº 9.394/96, que estabelece as diretrizes e bases da educação no país (Brasil, 2017), tem como objetivo regular e organizar todo o sistema brasileiro de educação, passando da educação básica ao ensino superior, no âmbito de todos os processos formativos dos cidadãos, sejam aqueles que se dão no ambiente familiar ou profissional, nas escolas ou universidades, nos movimentos sociais e culturais. A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) foi base para a elaboração de novas políticas públicas educacionais, como os PCN, a BNCC e a, mais recente, Reforma do Ensino Médio (REM). Embora constantemente reformulada e adaptada às novas demandas da sociedade brasileira, a LDB ainda norteia toda a educação nacional.

A LDB estabelece que o EM deve contribuir de forma equilibrada para alcançar alguns objetivos, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Finalidades da Lei de Diretrizes e Bases

- a) a formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa;
- b) o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- c) a preparação e orientação básica para a sua integração ao mundo do trabalho, com as competências que garantam seu aprimoramento profissional e permitam acompanhar as mudanças que caracterizam a produção no nosso tempo;
- d) o desenvolvimento das competências para continuar aprendendo, de forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudos.

Fonte: Brasil (2000a).

Além dessas considerações, a LDB incorpora as seguintes determinações do Conselho Internacional para Educação do século XXI (Delors, 1996) destacadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Determinações da Lei de Diretrizes e Bases para o Ensino Médio

¹A autora destaca que a perspectiva D~D~A é capaz de compreender interpretações caleidoscópicas à epistemologia, e que por essa razão, é possível que sirva de alicerce às pluralidades.

- a) a educação deve cumprir um tripló papel: econômico, científico e cultural;
- b) a educação deve ser estruturada em quatro alicerces: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser.

Fonte: Brasil (2000a).

Os PCN (Brasil, 2000a) foram publicados em 1998, sendo uma reforma curricular proposta pelo Ministério da Educação (MEC), com base na LDB, tendo como principais objetivos, segundo o próprio texto da proposta curricular, dar significado ao conhecimento escolar, contextualizá-lo e propor que os conteúdos fossem trabalhados de forma interdisciplinar, incentivando o raciocínio e a capacidade de aprender dos jovens, a fim de prepará-los para a vida adulta. Paralelamente, os PCN buscam orientar os professores quanto ao uso de novas abordagens e metodologias, para cumprir os novos princípios da reforma curricular, priorizando no EM, a transmissão de conteúdos básicos e a preparação dos alunos para o uso das novas tecnologias. Um dos diferenciais importantes dos PCN foi a introdução dos Temas Transversais, como ética, saúde, meio ambiente, pluralidade cultural, orientação sexual, trabalho e consumo. Esses temas não são definidos como novas disciplinas curriculares, sua aplicação não é obrigatória, mas as escolas podem propor projetos paralelos e transdisciplinares, contextualizados e adaptáveis às realidades regionais e culturais de suas comunidades escolares.

Muitos professores concordam com a importância de trabalhar os Temas Transversais articulados com seus componentes curriculares, mas como não encontram, nos PCN, as explicações suficientes para essa abordagem, acabam por trabalhar superficialmente cada tópico. Os PCN então são alvos de críticas, dentre elas a de revelarem-se parâmetros amplos e vagos, sem diretrizes claras para a prática pedagógica, o que implica em diferentes interpretações e falta de uniformidade na implementação dos currículos nas escolas, como aponta Demo (2008).

Também já fica definida nos PCN, a criação de uma BNCC para unificar o ensino em todo território nacional, dividindo os conteúdos em 3 áreas de conhecimento, a saber:

- a) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (Brasil, 2000b);
- b) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Brasil, 2000c);
- c) Ciências Humanas e suas Tecnologias (Brasil, 2000d).

Em síntese, a BNCC (Brasil, 2018) define competência como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do

pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. Seu texto garante que, ao longo da Educação Básica, as aprendizagens essenciais por ela definidas devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais que se inter-relacionam entre as três grandes áreas do conhecimento. Cada uma destas áreas também apresenta habilidades e competências específicas e, no caso deste trabalho, destacam-se algumas que se referem às artes e às ciências da natureza. Como competência específica da área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, é possível destacar, dentre outras, a que diz que o aluno deverá ser capaz de

[...] utilizar de diferentes linguagens (artísticas, corporais e verbais) para exercer, com autonomia e colaboração, protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva, de forma crítica, criativa, ética e solidária, defendendo pontos de vista que respeitem o outro e promovam os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável, em âmbito local, regional e global (Brasil, 2017, p. 492).

Para garantia das competências específicas da área de Ciências da Natureza, algumas habilidades precisam ser desenvolvidas, dentre elas,

Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental (Brasil, 2017, p. 561).

A BNCC (Brasil, 2018), documento publicado pelo MEC para o Ensino Fundamental (EF) e para o EM, propõe unificar os currículos, influenciar na formação inicial e continuada dos educadores, a produção de materiais didáticos, as matrizes de avaliações e os exames nacionais. Propõe também mudanças para dar fim à desigualdade da educação básica no Brasil.

No entanto, uma das principais críticas à BNCC, aponta na direção contrária dessas propostas, julgando como prescritiva e centralizadora a sua abordagem ao determinar conteúdos específicos e competências que devem ser aplicadas, sem liberdade de escolha ou adaptação às necessidades regionais e culturais de cada comunidade escolar. Segundo Giordani, uma abordagem desse tipo desconsidera os contextos e demandas da sociedade na qual a escola se insere, o que acaba por limitar a criatividade pedagógica e a flexibilidade curricular (Giordani; Souza, 2020). Isso resulta na falta de consideração pelos avanços da pedagogia crítica, das teorias socioculturais e das perspectivas inclusivas, que defendem uma educação mais participativa, contextualizada e voltada para a formação integral do indivíduo (Freire, 2019; Vygotsky, 2007).

Além disso, a BNCC apresenta uma visão reducionista da educação, priorizando principalmente as habilidades cognitivas e os conteúdos acadêmicos, em detrimento do

desenvolvimento de habilidades socioemocionais, do estímulo à criatividade, ao pensamento crítico e à cidadania ativa. Essa ênfase excessiva nos aspectos cognitivos pode levar a uma formação fragmentada e desconectada da realidade dos estudantes, negligenciando a formação integral e o desenvolvimento das competências necessárias para a vida em sociedade (Sacristán, 2013).

Os educadores vivenciam na prática as mudanças curriculares. Elas são propostas para obtenção de efeitos imediatos e são revogadas antes de completarem seu ciclo. Em educação, não é assim tão exato, infelizmente. Para exemplificar, as consequências da pandemia de covid-19 para a educação, serão percebidos por, no mínimo, uns 15 anos. Um aluno que cursaria a alfabetização em 2020, foi promovido ao 2º ano da educação básica e, aquele que ainda se matricularia para iniciar na escola, precisou esperar 2 anos ou iniciar precocemente seus estudos do 2º ano, sem nenhum acompanhamento. Quando se pensa sobre esta realidade que citamos, fala-se principalmente da educação pública. Há muito que se reestruturar nas últimas reformas para que se promova a construção do conhecimento em todas as suas áreas satisfatoriamente. Dessa forma, uma reforma educacional é necessária, mas os termos em que amparam não são suficientes para gerar satisfação nos alunos, nos profissionais educadores, no mercado de trabalho que aguarda qualificação.

A Lei nº 13.415/2017 ou Lei da Reforma do Ensino Médio (REM) ou Lei do Novo Ensino Médio (NEM) (Brasil, 2017), trouxe diversas alterações significativas para a educação nacional. Segundo o MEC, ela modificou as diretrizes e bases da educação, regulamentou o fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica, revogou a obrigatoriedade do ensino de espanhol no EM e estabeleceu a política de fomento às escolas de EM em tempo integral.

A principal mudança foi o aumento da carga horária mínima anual do EM que passou de 800 para 1.400 horas. Além disso, a lei tornou obrigatórias apenas as disciplinas de matemática e língua portuguesa nos três anos do EM. O currículo do EM foi dividido em duas partes: uma BNCC e outra diversificada, com itinerários formativos em linguagens, matemática, ciências da natureza, ciências humanas e formação técnica e profissional. A Lei nº 13.415/2017 também determinou que o ensino da arte, especialmente em suas expressões regionais, seja obrigatório na educação básica, e que a língua inglesa seja oferecida a partir do sexto ano do ensino fundamental.

Assim, o NEM é uma reforma educacional que propõe a flexibilização do currículo dessa etapa da educação básica, possibilitando que os estudantes optem por diferentes itinerários formativos de acordo com seus interesses e projetos de vida. No entanto, essa

proposta apresenta uma série de desafios e contradições para ser efetivada nas escolas públicas brasileiras, especialmente no que se refere à garantia do direito à educação de qualidade para as classes populares. Neste texto, pretende-se relatar alguns desses desafios e contradições, que abordam as políticas curriculares do EM no Brasil sob diferentes perspectivas.

Um dos principais desafios é a escassez de espaço físico disponível nas escolas públicas para oferecer os itinerários formativos no contraturno, como prevê a legislação. Isso leva muitas instituições a buscar alternativas para incluir tais itinerários no turno regular de aulas, o que implica na redução da carga horária das disciplinas da BNCC. Essa medida, por sua vez, exige uma reorganização curricular e uma adaptação dos conteúdos programáticos, que podem comprometer a formação integral dos estudantes. Além disso, é preciso considerar a disponibilidade dos docentes para ministrar as disciplinas dos itinerários no mesmo horário, o que nem sempre é possível devido às condições de trabalho e à formação dos professores. Como consequência, muitas escolas públicas acabam optando por oferecer apenas um tema ou trilha em cada itinerário, limitando assim as escolhas dos estudantes e a pretendida diversidade curricular.

Essa situação revela as contradições entre o discurso oficial da reforma do Ensino Médio e a realidade das escolas públicas. Segundo Silva e Santos (2019), a reforma expressa os interesses políticos e econômicos do governo federal, que se alinha ao projeto neoliberal de educação, marcado pela privatização, pela padronização e pela desvalorização do conhecimento crítico e emancipatório. Nesse sentido, a flexibilização curricular não representa uma forma de atender às demandas das diferentes juventudes e suas culturas, mas sim uma estratégia de adequar a educação às exigências do mercado de trabalho e aos interesses das elites dominantes. Assim, a REM nega o direito à educação democrática e plural, que deveria garantir o acesso dos estudantes ao conhecimento mais amplo da realidade social e histórica.

Para Ferretti e Silva (2018), essa concepção é questionável porque se baseia em critérios quantitativos e utilitaristas, que desconsideram as dimensões políticas, culturais e humanísticas da educação. Além disso, Ferretti e Silva (2018) apontam que a REM está articulada com outras medidas promovidas pelo governo, como a Emenda Constitucional 95/2016 (Brasil, 2016), que congela os gastos públicos em educação por 20 anos, e a BNCC, que define os conteúdos mínimos obrigatórios para todas as etapas da educação básica. Essas medidas visam reduzir o papel do Estado na garantia do direito à educação pública e gratuita, abrindo espaço para a atuação de empresas privadas no setor educacional.

Pinto (2018) analisa as mudanças nas políticas curriculares do EM no Brasil, tendo como foco o Novo Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Em sua pesquisa, Pinto busca

compreender como o Novo Enem se articula com as reformas educacionais neoliberais e como ele interfere na organização curricular do EM. O autor argumenta que o Novo Enem tem um papel central na REM, ao considerar que ele é o instrumento que avalia e regula o currículo dessa etapa da Educação Básica. O autor aponta ainda que o Novo Enem promove um esvaziamento dos conteúdos escolares e uma precarização da educação pública, uma vez que sua base se respalda em uma lógica de competências e habilidades, que descontextualiza o conhecimento e desconsidera as especificidades das diferentes áreas do saber.

É possível citar outras críticas ao NEM, como o notório saber e a educação tecnicista, ambos com finalidades claras de desqualificar o ensino, o profissional da área de educação e de formar cidadãos que atendam exclusivamente ao mercado em detrimento de suas possíveis carreiras profissionais com formação de nível superior. A compreensão da complexidade do NEM e das dificuldades enfrentadas pelas escolas públicas para implementar seus itinerários formativos, dispor de espaço físico e de professores capacitados, realocar os professores que tiveram suas cargas horárias reduzidas, requer uma análise crítica-reflexiva sobre as políticas educacionais brasileiras e seus impactos na formação dos estudantes. Nesse sentido, uma reflexão mais aprofundada sobre as questões relacionadas ao NEM e suas implicações na construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

3.3 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

As metodologias ativas de aprendizagem constituem alternativas pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e de aprendizagem no aprendiz, envolvendo-o na aprendizagem por descoberta, investigação ou resolução de problemas (Valente, 2018). Para o autor as metodologias ativas são pontos de partida para avançar para processos mais profundos de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas. Essas metodologias são fundamentadas em teorias como o construtivismo, o socioconstrutivismo e a aprendizagem significativa, enfatizando a importância da interação social, da reflexão e da aplicação prática do conhecimento.

São diversos tipos de práticas pedagógicas que se classificam como metodologias ativas e, e este trabalho não se propõe a enumerá-las ou defini-las detalhadamente, mas sim citar algumas de suas características comuns e elucidar os motivos pelos quais o teatro de teor científico se enquadra como uma destas práticas.

Com mais de 30 anos, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), proposta por Barrows (1996), continua sendo uma metodologia inovadora passível de adaptações a vários

assuntos de diversas disciplinas e a diferentes práticas pedagógicas. Esta metodologia destaca-se por utilizar problemas reais como ponto central da aprendizagem, estimulando a investigação, a busca de informações e a colaboração entre os estudantes. Gijselaers (1996) defende que a ABP contempla três princípios fundamentais sobre a aprendizagem, a saber:

- a) a aprendizagem é um processo construtivo e não receptivo, no qual novas informações se associam a conhecimentos prévios, podendo somar-se aos conceitos anteriores e ratificá-los, alterá-los completamente ou serem descartadas por não assumirem significados coerentes para o aprendiz;
- b) saber sobre o conhecimento (metacognição) afeta a aprendizagem, isto porque ao pensar sobre o processo cognitivo, o indivíduo estabelece objetivos, seleciona estratégias e avalia os resultados obtidos, incorporando novas associações ou repensando a metodologia para que, de fato, a aprendizagem se dê;
- c) fatores contextuais e sociais influenciam a aprendizagem, o ambiente e a forma de apresentação das situações-problema interferem na aprendizagem como agentes facilitadores ou inibidores, práticas que permitem a interpretação, a investigação e a socialização das percepções dos alunos aprofundam sua capacidade de crítica, possibilitam a aceitação das diversas opiniões de um grupo e a chegada a um consenso, fundamentais para a aprendizagem e para a vida em sociedade.

Toda metodologia ativa se baseia na problematização, porém, esta apresentação ao aluno do tema a ser discutido se dá em diferentes formatos, como é o exemplo do uso de jogos como recursos pedagógicos. A chamada gamificação pode contar com jogos prontos em mídias digitais, como Minecraft Mojang© 2020, onde os jogadores precisam elaborar estratégias em logística para a própria sobrevivência e de sua comunidade, ou através de jogos lúdicos criados ou adaptados pelos educadores para atenderem aos seus planejamentos específicos (Lorenzoni, 2016).

Outra metodologia ativa amplamente discutida é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj), que propõe a realização de projetos práticos e interdisciplinares para desenvolver habilidades e competências dos estudantes. Jonassen e Hung (2008) destacam a importância da contextualização e da aplicação do conhecimento na solução de problemas complexos. Também é relevante mencionar a contribuição de Thomas e Brown (2011), que discutem a ABPj no contexto da cultura digital e da produção colaborativa de conhecimento.

Como uma forma de estimular a inteligência colaborativa, a criatividade e o caráter prático do uso das tecnologias, surge o movimento *maker*, onde é possível criar, projetar, fazer e inovar. Uma característica importante desse movimento é o “faça você mesmo” (“junto com

os outros”) que reúne pessoas em torno de uma série de atividades, incluindo fabricação têxtil, robótica, culinária, artesanato em madeira, eletrônica, fabricação digital e reparação mecânica (Medeiros *et al.*, 2016).

O ensino híbrido, do inglês *blended*, mantém o método tradicional aliado às diversas metodologias ativas através de projetos para despertar o interesse dos alunos e envolvê-los no processo de aprendizagem. O ensino híbrido proporciona ao aluno maior autonomia, disciplina, flexibilidade de horários em grande parte das atividades, mas, também, a interação com o grupo nos momentos presenciais (Spinardi; Both, 2018).

A sala de aula invertida, do inglês *flipped classroom*, é outra proposta de metodologia ativa que segue regras básicas difundidas através do relatório *Flipped Classroom Field Guide* (Guide, 2023), por meio da qual o aluno deve ser inicialmente orientado a respeito de fontes para obtenção de informações relevantes sobre o assunto a ser discutido ou já contar com algum conhecimento prévio do tema. Em seguida, são sugeridos vários questionamentos e desafios através de problemas bem planejados e estruturados, cujas soluções devem ser prontamente discutidas e toda participação por parte dos estudantes deve ser avaliada como parte de seu desempenho acadêmico, com a finalidade de incentivá-lo a continuar ou melhorar sua participação.

Pinto e colaboradores (2012) explica que a aprendizagem entre pares, do inglês: *Peer Instruction*, mobiliza os alunos durante as aulas por meio de atividades que exigem aplicação de conceitos, argumentação sobre e explicação desses conceitos aos colegas de classe. As discussões para “convencer o colega” (aspas da autora), quebram a inevitável monotonia das aulas expositivas passivas e, mais importante, os estudantes não se limitam a assimilar o material que lhes é apresentado, eles devem pensar por si mesmos e verbalizar seus pensamentos (Mazur, 2015).

As metodologias que envolvem Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (CTEAM, do inglês: *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics, STEAM*) são adotadas para trabalhar a interdisciplinaridade e a multidisciplinaridade de forma criativa. Como todas as outras formas de metodologias ativas citadas neste trabalho, a denominada CTEAM também se baseia na resolução de problemas, porém mais especificamente de problemas relacionados às áreas de interesse arroladas na própria sigla, e que foram assim agrupadas para tratar das dificuldades de aprendizagem que muitos estudantes demonstravam ter com estas disciplinas em especial.

Esta prática tem conexão com o movimento *maker*, já que também sugere experimentação e elaboração de um produto, porém se revela mais ampla ao visar o letramento

científico, tecnológico, matemático e artístico dos estudantes. Assim como as demais metodologias ativas discutidas, não é obrigatória a presença de ferramentas digitais envolvidas nas práticas, mas reconhece-se que são importantes facilitadoras na execução destas propostas pedagógicas.

Segundo Bacich e Moran (2016), para que uma metodologia seja classificada como STEAM considera-se o cumprimento de seis etapas básicas, a saber:

- a) gerar um problema que esteja contextualizado com a realidade dos alunos e que exija soluções criativas e enriquecedoras;
- b) orientar as etapas da pesquisa que será a base da construção do conhecimento através da participação efetiva dos estudantes;
- c) tratar os temas de forma interdisciplinar que é o diferencial da metodologia STEAM e o que requer a aplicação de diversas habilidades em um único contexto;
- d) fomentar a autonomia do indivíduo e da turma, propondo atividades coletivas onde são desenvolvidas a empatia, a argumentação, entre tantas outras habilidades;
- e) construir e apresentar um produto fim para dar visibilidade e reconhecimento ao trabalho dos participantes;
- f) avaliar continuamente o desenvolvimento dos alunos durante todo o processo, incluindo a participação dos estudantes nesta etapa do projeto.

Estas seis etapas estão representadas na Figura 1.

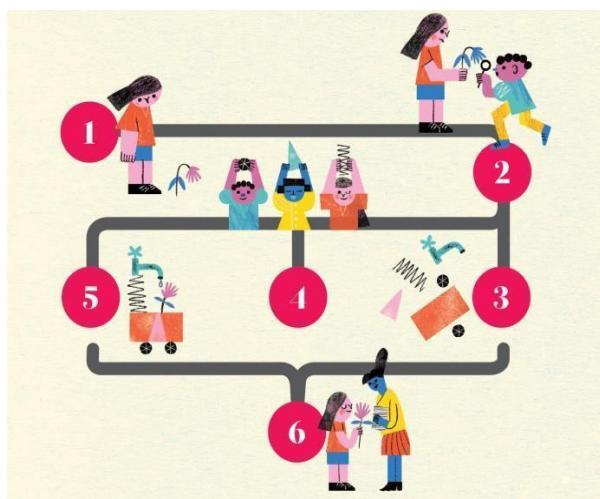


Figura 1 - Etapas da metodologia STEAM

Fonte: Rico (2019, n.p.).

Se o desejo é formar cidadãos proativos, criativos e capazes de refletir e reavaliar constantemente suas próprias ações, então é essencial que os caminhos pedagógicos sejam

facilitadores de sonhos, e que alunos tenham condições de exercitar habilidades e de exercerem suas competências de maneira livre e libertadora.

3.4 UM PARALELO HISTÓRICO ENTRE A EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS, A ELABORAÇÃO DA TABELA PERIÓDICA E AS VIVÊNCIAS E CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS DE MARIE CURIE

Como disseram os compositores de “Como uma onda”, Lulu Santos e Nelson Motta,

Nada do que foi será
De novo do jeito que já foi um dia
Tudo passa, tudo sempre passará
[...]

Tudo que se vê não é
Igual ao que a gente viu há um segundo
Tudo muda o tempo todo no mundo
[...]

Em sua teoria do desenvolvimento cognitivo, Jean Piaget (2013), afirma que a busca pelo conhecimento é uma necessidade inata do ser humano, tendo portanto uma relação com a estrutura biológica. Segundo ele, a busca pelo conhecimento é um processo contínuo que começa na infância e continua ao longo da vida, que a curiosidade e a exploração são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo e que a busca pelo conhecimento é a chave para o progresso humano (Jófili, 2002).

Segunda a teoria sociocultural do desenvolvimento cognitivo de Lev Vygotsky (2008), a busca pelo conhecimento é indispensável e inerente ao desenvolvimento humano. Nesse contexto, a aprendizagem deveria ser concebida como um processo contínuo, que ocorre ao longo da vida. De acordo com a teoria da educação crítica de Paulo Freire (1967), a busca pelo conhecimento é um processo libertador, que permite que as pessoas se tornem agentes de mudança em suas próprias vidas e em suas comunidades. Segundo Freire, a busca pelo conhecimento é fundamental para a transformação social e para a construção de uma sociedade mais justa, igualitária e equitativa (Saul; Saul, 2016).

A História e a Filosofia da Ciência (HFC) ratificam essa constante busca pelo conhecimento, seja narrando e interpretando os pensamentos filosóficos, seja difundindo o conhecimento adquirido em cada tempo, ou ainda, mostrando os avanços que a humanidade vem conquistando em toda sua existência. “A Filosofia da Ciência está vazia sem História da Ciência; a História da Ciência está cega sem Filosofia da Ciência” (Lakatos, 1970, p. 91). A partir dessa afirmação pretende-se rever brevemente alguns conhecimentos que foram difundidos ao longo do tempo, revisitando alguns de seus principais autores, a fim de contar a

história da Tabela Periódica, cercada pelas descobertas científicas relacionadas a ela. À luz da HFC, pretende-se também humanizar a história desses filósofos e cientistas, sem desvalorizar o trabalho árduo que realizaram, suas genialidades e, acrescentando às suas obras, alguns fatos de suas vidas.

3.4.1 De Döbereiner a Seaborg e do Urânia ao Rádio

Os resultados das pesquisas científicas, realizadas pelos participantes desse trabalho, para montagem dos roteiros teatrais sobre os temas geradores, a saber, Tabela Periódica (TP) e vida e obra de Marie Curie, foram utilizados na elaboração de uma espécie de linha do tempo com os principais acontecimentos, relativos aos temas, durante os séculos XIX e XX. Essa linha do tempo aborda paralelamente os trabalhos para criação da TP, alguns modelos atômicos, as contribuições científicas de Marie Curie e outros fatos históricos, como epidemias, guerras, momentos culturais e outros. Destacam-se a seguir, em tópicos, algumas descobertas e os cientistas que trabalharam para realizá-las. Com as datas e os locais dos acontecimentos citados, pretende-se apenas situar o leitor a respeito do momento histórico e sociocultural no qual os fatos ocorreram.

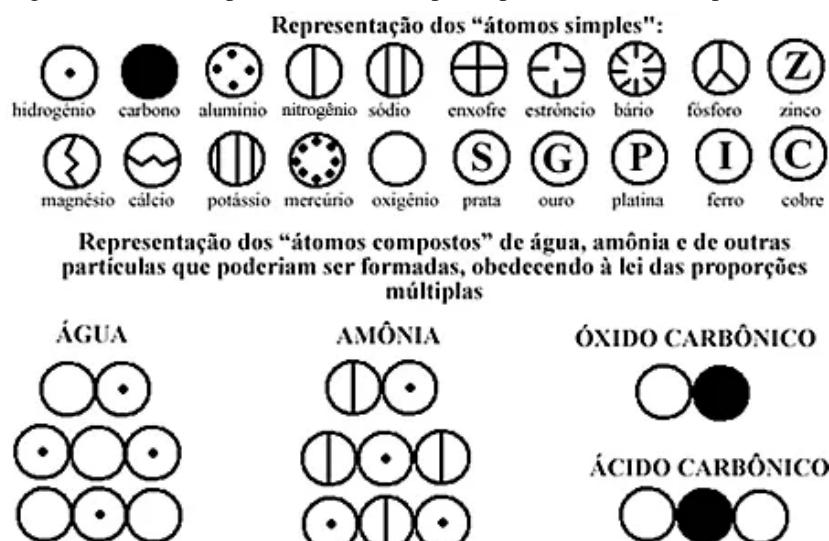
O químico analítico Martin Heinrich Klaproth (1743-1817), no laboratório da Universidade de Berlim, preparou uma solução de uraninita e ácido nítrico, neutralizada com hidróxido de sódio e obteve o diuranato de sódio, um composto de cor amarela. Aquecendo o $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$ em carvão vegetal, Klaproth obteve um óxido de urânia. Então, em 1789, era conhecido o elemento urânia. Apenas em 1841, porém, Eugéne Melchior Peligot conseguiu a primeira amostra do urânia metálico, a partir do aquecimento do tetracloreto de urânia com potássio. No final do século XIX, Henri Becquerel, descobriu suas propriedades radioativas (Lopes, 2015).

Paralelamente às descobertas dos elementos, os estudos sobre a estrutura atômica e sobre como organizar os elementos químicos em uma tabela, avançavam em ritmo acelerado durante os séculos XIX e XX. As leis quantitativas de Lavoisier, Proust e Dalton possibilitaram um avanço no estudo da composição das substâncias. A teoria de Dalton possibilitou que conceitos teóricos fossem aplicados em atividades práticas (Filgueiras, 2004).

Ele construiu sua teoria atômica defendendo que toda matéria é constituída de átomos, partículas esféricas, maciças, indivisíveis e sem carga elétrica. Dalton definiu elemento químico com um conjunto de átomos de mesma massa atômica, mesmo tamanho e mesmas propriedades. A combinação entre átomos distintos, em proporções variáveis, produziria

substâncias diferentes. As substâncias formadas pela combinação de átomos diferentes seriam chamadas de átomos compostos. E esses átomos compostos deveriam ser uma combinação de átomos simples em proporção pequena. Para Dalton, os átomos não poderiam ser destruídos, eles apenas poderiam se reagrupar para formar novas substâncias. A Figura 2 traz alguns dos símbolos utilizados por Dalton para representar elementos e substâncias.

Figura 2 - Símbolos para os átomos simples e para os átomos compostos, utilizados por Dalton



Fonte: Manual da Química (s. d., n.p.).

Os símbolos representados na Figura 2 concretizaram imageticamente uma interpretação abstrata das ligações químicas interatômicas e a composição das substâncias. Com eles, a Teoria das Múltiplas Proporções de Dalton era graficamente elucidada. Além disso, percebe-se que Lei das Proporções Definidas de Proust se faz presente como parte da Teoria das Múltiplas Proporções de Dalton, isto porque Proust defendia que as substâncias deveriam apresentar uma composição definida, formada por determinadas proporções em massa dos seus reagentes. Sendo assim, a relação entre átomos que se combinam em determinadas proporções para a formação de uma substância, e as massas dos reagentes se combinando em proporções definidas para formar essa substância definem em si a mesma conclusão (Viana; Porto, 2007, p. 66).

A teoria de Dalton perdurou por quase 100 anos, mas, em 1898, Joseph John Thomson (1856-1940), percebeu, através de testes com a ampola de Crookes, que a matéria continha cargas negativas, os elétrons. Deduziu que o átomo era sim esférico, mas não era maciço, isto é, toda superfície do átomo e seu interior eram cravejados por elétrons. Sua massa era positiva, porque a carga total do átomo deveria ser nula. Em 1906, Thomson recebeu o Nobel de Física, por seu estudo com eletricidade.

A preocupação em agrupar e organizar as substâncias já conhecidas continuava e envolvia o esforço de muitos cientistas. Não foi um trabalho fácil, levou alguns anos e muita dedicação para obtermos uma Tabela periódica tal como a conhecemos atualmente.

Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849), fez uma contribuição significativa para a história da Tabela Periódica. Ele observou que, em certos conjuntos de elementos que compartilham propriedades químicas semelhantes, o peso atômico do elemento intermediário é aproximadamente a média aritmética dos pesos atômicos dos outros dois elementos. Essa observação atraiu grande interesse da comunidade científica, pois sugeriu a existência de uma lei numérica subjacente que governa o comportamento químico dos elementos. A primeira descrição publicada do sistema de Tríades de Döbereiner foi apresentada no artigo “*An Attempt to Group Elementary Substances According to Their Analogies*”, em tradução livre, “Uma tentativa de agrupar substâncias elementares de acordo com suas analogias”, publicado em 1829 (Romero; Cunha, 2019).

O Quadro 3, a seguir, traz as cinco tríades que Döbereiner conseguiu agrupar.

Quadro 3 - As Tríades de Döbereiner

Lítio	Cálcio	Cloro	Enxofre	Manganês
Sódio	Estrôncio	Bromo	Selênio	Cromo
Potássio	Bário	Iodo	Telúrio	Ferro

Fonte: Ciência em Ação (2020).

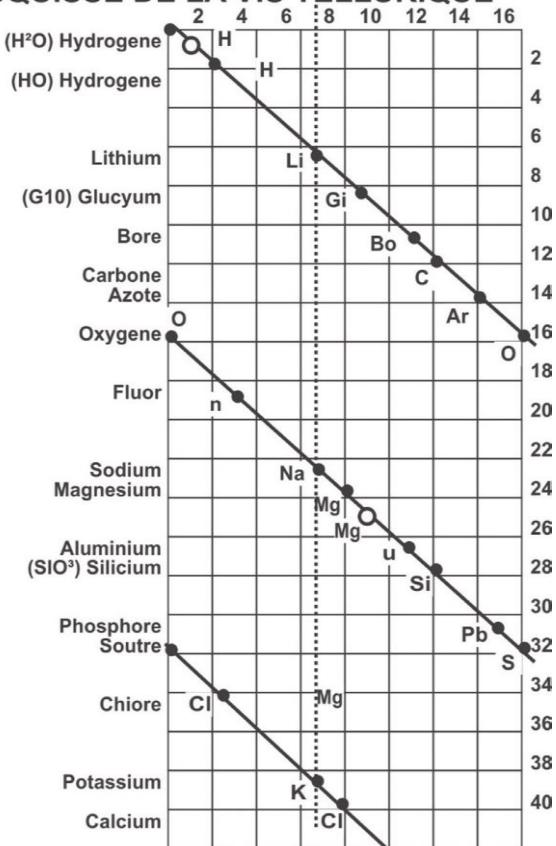
A partir dessas tríades ficou mais complexo identificar outras, uma vez que o peso do elemento escrito no meio desses agrupamentos, já não se aproximava mais da média aritmética do peso dos outros dois elementos.

No ano de 1859, nasceu Pierre Curie em Paris, França, filho do médico Eugène Curie e de Sophie-Claire Curie, cujo pai era um rico industrial.

Em 1862, o geólogo e mineralogista francês, Alexandre E. B. de Chancourtois, propôs uma classificação inovadora dos elementos químicos conhecidos. Ele sugeriu que os elementos poderiam ser organizados em ordem crescente de suas massas atômicas na superfície de um cilindro, formando uma espiral. Esta espiral foi desenhada em uma linha diagonal que formava um ângulo de 45° com a horizontal, de tal forma que os elementos com propriedades semelhantes se alinhavam na mesma linha vertical. Sua organização em espiral ficou conhecida como Parafuso Telúrico de Chancourtois. Ele foi o primeiro a reconhecer que as propriedades semelhantes se repetiam a cada sete elementos. Com isso, ele percebeu que as propriedades dos elementos eram uma função de suas massas atômicas. Com base neste esquema, representado

pela Figura 3, ele foi capaz de prever a estequiometria de vários óxidos metálicos.

Figura 3 - Esboço do Parafuso Telúrico de Chancourtois planificado
ESQUISSE DE LA VIS TELLURIQUE



Fonte: Lima; Barbosa; Filgueira (2019, p. 1130).

Contudo, a proposta de Chancourtois, demonstrada na Figura 3, não teve grande divulgação ou reconhecimento, uma vez que o esquema proposto era de certa complexidade e abrangia também compostos (Mendes, 2011).

Em 1863, John A. R. Newlands propôs um modelo alternativo para a organização dos elementos químicos. Ele sugeriu que os elementos poderiam ser arranjados em um modelo periódico agrupado em oitavas, em ordem crescente de suas massas atômicas. Esta proposta deu origem à “Lei das Oitavas”, que estabelecia que as substâncias simples exibiam propriedades análogas de tal maneira que, ao considerar uma substância específica, essa propriedade se repetiria na oitava substância subsequente, quando organizadas em ordem crescente de seus pesos atômicos (Tolentino; Rocha-Filho; Chagas, 1997). Por algumas situações ainda assemelhando-se a apenas coincidências, seu artigo só foi aceito em 1865 e sua publicação só foi autorizada em 1869. A Figura 4 a seguir é uma imagem da Tabela proposta por Newlands, cuja organização se aproxima muito da que nos trouxe Mendeleev.

Figura 4 - As oitavas de Newlands

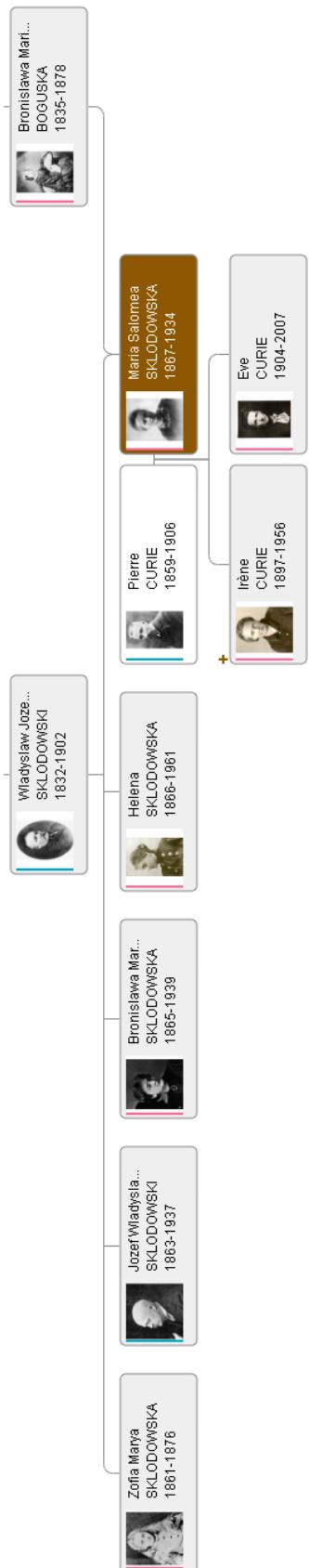
	<i>Nº</i>		<i>Nº</i>		<i>Nº</i>		<i>Nº</i>		<i>Nº</i>		<i>Nº</i>		<i>Nº</i>		
H	1	F	8	Cl	15	Co/Ni	22	Br	29	Pd	36	I	42	Pt/Ir	50
Li	2	Na	9	K	16	Cu	23	Rb	30	Ag	37	Cs	44	Os	51
G		Mg	10	Ca	17	Zn	24	Sr	31	Cd	38	Ba/V	45	Hg	52
Bo	4	Al	11	Cr	19	Y	25	Ce/La	32	U	39	Ta	46	Tl	53
C	5	Si	12	Ti	18	In	26	Zr	33	Sn	40	W	47	Pb	54
N	6	P	23	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	Th	56

Fonte: Fabri (2013, p. 42).

A Tabela da Figura 4 não conta com espaços vazios e há casos em que 2 elementos ocupam o mesmo espaço na classificação, por justamente apresentarem pesos atômicos muito próximos.

Em 1867, nasceu, em Varsóvia, Polônia, Manya Salomee Skłodowska. Sua mãe era Branislawa Skłodowska (1835-78), professora e musicista, e seu pai era Wladislaw Skłodowski (1832 - 1902), professor de física e matemática. Manya era a filha mais nova do casal Skłodowski, ela tinha 3 irmãs e um único irmão. A Figura 5 a seguir se refere à árvore genealógica de Manya Salomee Skłodowska.

Figura 5 - Árvore genealógica de Manya Salomee Sklodowska



Fonte: Szczerba (s. d., n.p.).

Como observado na Figura 5, Zofia Manya Skłodowska era a irmã mais velha de Manya,

ela infelizmente sofreu um acidente fatal e veio a falecer quando tinha aproximadamente 15 anos. A Figura 6 traz os cinco irmãos juntos.

Figura 6 - Os irmãos Skłodowski



Fonte: Marie Curie Weebly (s. d., n.p.).

Seu irmão, Józef, se graduou em medicina pela Universidade de Varsóvia em 1886. Ele também trabalhou na chefia interna do *Hospital Infant Jesus*, foi presidente da sociedade médica de Varsóvia e também participou com suas irmãs na fundação do Instituto do Rádio.

Bronisława, dois anos mais velha que Manya. Carinhosamente chamada de Bronia, pela família. Anos mais tarde, Bronia faria um acordo com Manya, de ir primeiro para universidade na França cursar medicina e, quando formada, ajudaria o pai delas a arcar com os estudos Manya. Nesse período, Manya aceita o trabalho de governanta das crianças, na residência dos Zorawski, oito quilômetros ao norte de Varsóvia, entre 1886 e 1889. Durante esses três anos afastada de sua família, Manya e o filho mais velho da família, Kazimierz Zorawski, tiveram um envolvimento afetivo. Ela se apaixonou verdadeiramente por ele, um brilhante matemático. Infelizmente, os Zorawski não concordaram com o casamento deles devido à grande diferença de classe social entre eles.

Helena Skłodowska-Szalay foi uma educadora polonesa, inspetora de escolas de Varsóvia, ativista educacional e membro do comitê eleitoral feminino do partido político União dos Estados Nacionais. Manya e Hela fundaram uma escola para meninas em Varsóvia. A família para os Skłodowski era muito importante, não foram raros os momentos em que a cientista, esposa, mãe, Marie Skłodowska Curie, pensou em retornar à Varsóvia. Sempre que podia fazia suas visitas. Essa imagem retratada pela Figura 7 registra um momento em família,

o pai Wladislaw e suas três filhas (Pasachoff, 2000, tradução minha).

Figura 7 - Wladislaw Skłodowski e suas filhas, da esquerda para direita, Manya, Bronislawa e Helena



Fonte: Wikipedia (2015, n.p.).

Manya Salomé Skłodowska, uma filha muito atenciosa e uma irmã orgulhosa, foi também uma estudante brilhante, nada submissa às imposições russas quando da invasão de seu país, a Polônia. O país invadido perdeu o direito à sua própria cultura, sua liberdade religiosa cristã, seu idioma, perderam empregos e terras e ela, assim como seu pai, sempre defenderam a liberdade de sua terra natal. Mesmo tendo enfrentado duas perdas muito traumatizantes em sua infância, primeiro Zofia, e quando tinha apenas 10 anos, a tuberculose levou sua mãe à óbito. Nunca perdeu as esperanças e autoconfiança para prosperar nos estudos e, de certa forma, contribuir para um mundo melhor. Mas, em alguns momentos difíceis de uma guerra, das dificuldades financeiras, ela chegou a pensar em desistir de ir para Paris e seguir sua vida mais próxima de seu pai e sua família. Sua irmã Bronislawa sempre a incentivou e evitou que esses planos de não ir para Paris, como o combinado entre elas, fosse em frente. Ela não se eximiu de trabalhar para melhorar as economias da sua família, enquanto seu pai dirigia a escola que fundou e que não vinha sendo muito frequentada naqueles anos de invasão. Ele mantinha sua posição política declarada e firme, e certamente, por isso também, sofria retaliações por parte dos apoiadores da Rússia.

A Figura 8 traz a imagem de uma fotografia da adolescente Manya Skłodowska. Ainda na casa dos pais, com muitos planos para o futuro.

Figura 8 - Manya Skłodowska aos 16 anos, em 1883

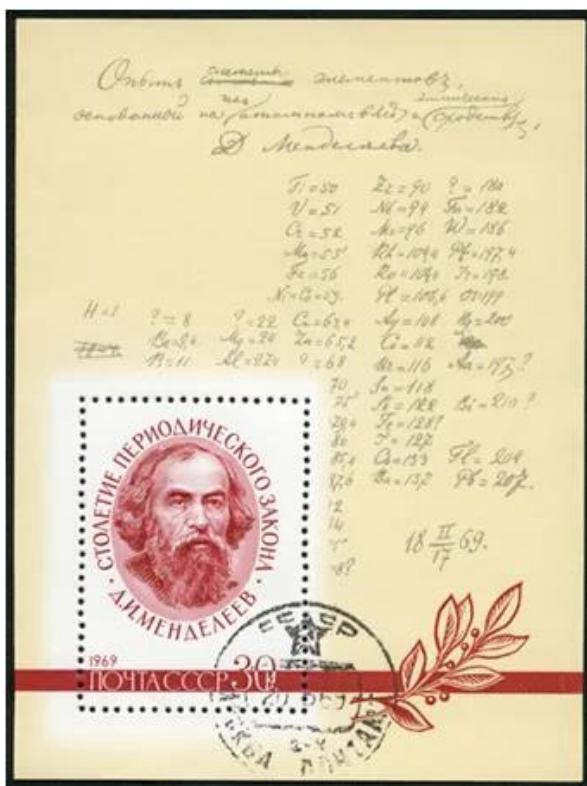


Fonte: Musée Curie (2011, n.p.).

O modelo de tabela periódica que conhecemos atualmente, foi proposto por Dmitri Mendeleev (1864-1937), no ano de 1869. O modelo de tabela periódica que conhecemos atualmente, foi proposto pelo químico russo Dmitri Mendeleev, no ano de 1869. A finalidade fundamental de criar uma tabela era para facilitar a classificação, a organização e o agrupamento dos elementos químicos conforme suas propriedades. Mendeleev organizou os elementos em ordem crescente de massa atômica e os agrupou em colunas, chamadas de grupos, e em linhas, chamadas de períodos. Ele deixou espaços vazios na tabela para elementos que ainda não haviam sido descobertos. A partir daí, a tabela periódica passou por diversas modificações e atualizações, como a inclusão de novos elementos e a mudança na ordem dos elementos (Soares, 2019; Leite; Porto, 2015).

A Figura 9 a seguir retrata o selo comemorativo dos 100 anos da Tabela de Mendeleev, a impressão desse selo foi feita na antiga União das Repúblicas Socialistas Soviética (URSS), atual Rússia.

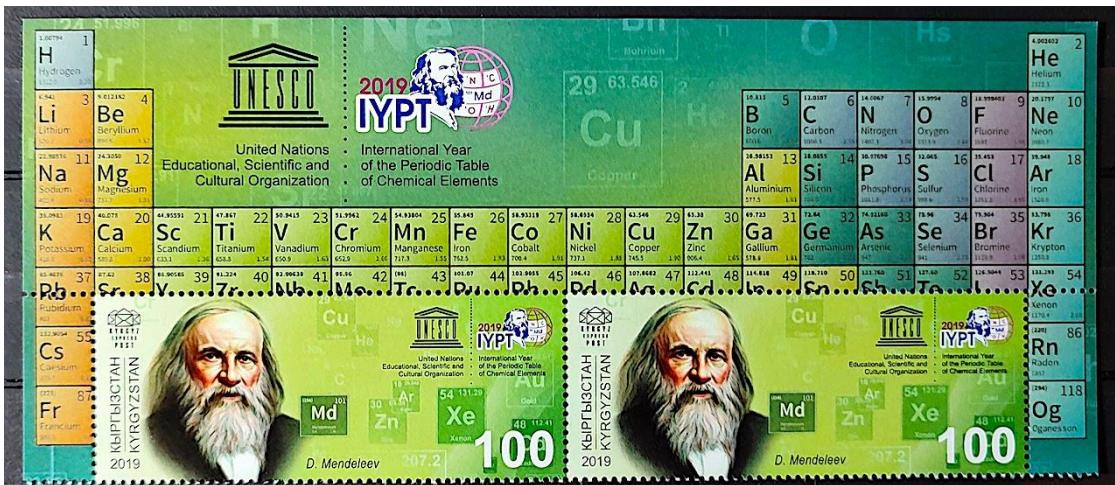
Figura 9 - A Tabela Periódica de Mendeleev publicada em 1869



Fonte: Fogaça (s. d., n.p.).

É reconhecida a excelente contribuição que a Tabela de Mendeleev trouxe para a Ciência química, aos 100 anos e aos 150 anos, muitas comemorações em homenagem ao trabalho de Mendeleev foram espalhados pelo mundo. No Brasil, no ano de 2019, foi comemorado o Ano Internacional da Tabela Periódica de Mendeleev. A Figura 10 traz o selo de 2019 em comemoração à essa descoberta.

Figura 10 - Selo comemorativo dos 150 anos da TP de Mendeleev



Fonte: Filatelia Halibunani (2022, n.p.).

A tabela do selo retratado anteriormente, na Figura 10, já está completa como conhecemos.

se em 2019. Mas, na TP 1869, havia alguns espaços vazios já reservados para os futuros elementos que posteriormente seriam descobertos ou sintetizados e que teriam as propriedades já previstas por Mendeleev. Observe essa organização inicial, na Figura 11 a seguir.

Figura 11 - Organização da Tabela de Mendeleev por ordem crescente de peso atômico na vertical e, por propriedades semelhantes, na horizontal

Ueber die Beziehungen der Eigenschaften zu den Atomgewichten der Elemente. Von D. Mendeleeff. — Ordnet man Elemente nach zunehmenden Atomgewichten in verticale Reihen so, dass die Horizontalreihen analoge Elemente enthalten, wieder nach zunehmendem Atomgewicht geordnet, so erhält man folgende Zusammenstellung, aus der sich einige allgemeinere Folgerungen ableiten lassen.

		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 = 59	Pd = 106,6	Os = 199
		Co = 59	Cu = 63,4	Hg = 200
H = 1			Ag = 108	
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122
	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	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Cs = 133
		? = 45	Ce = 92	Ba = 137
		?Er = 56	La = 94	Pb = 207
		?Yt = 60	Di = 95	
		?In = 75,6	Th = 118?	

1. Die nach der Grösse des Atomgewichts geordneten Elemente zeigen eine stufenweise Abänderung in den Eigenschaften.
2. Chemisch-analoge Elemente haben entweder übereinstimmende Atomgewichte (Pt, Ir, Os), oder letztere nehmen gleichviel zu (K, Rb, Cs).
3. Das Anordnen nach den Atomgewichten entspricht der *Werthigkeit* der Elemente und bis zu einem gewissen Grade der Verschiedenheit im chemischen Verhalten, z. B. Li, Be, B, C, N, O, F.
4. Die in der Natur verbreitetsten Elemente haben *kleine* Atomgewichte

Fonte: Miotto (2022, n.p.).

Em 1860, Julius Lothar Meyer (1830-1895), após participar de um congresso em Karlsruhe, Alemanha, iniciou suas pesquisas a fim de associar as propriedades dos 63 elementos conhecidos às suas massas atômicas. Ele conseguiu, em 1870, relacionar a propriedade do volume atômico, que ele mesmo conseguiu determinar, à massa dos elementos, mas, enquanto pesquisava, ele publicou diversos artigos sobre seus estudos. Mendeleev tinha a mesma intenção na Rússia, provar a relação de periodicidade das demais propriedades às massas atômicas. Além disso, Mendeleev conseguiu estabelecer essa relação de periodicidade para diversas propriedades e, além disso, conseguiu até prever a existência de novos elementos, cujas propriedades já haviam sido determinadas. Por esse motivo, as descobertas de Lothar Meyer ficaram em segundo plano (Leite; Porto, 2015).

Nos anos seguintes muitos fatos aceleraram o desenvolvimento das Ciências. O final do século XIX e primeira metade do século XX foi de muita transformação social, econômica,

científica, cultural e social. Ocorreu nesse período que Pierre Curie concluiu seu curso de Física (1877) e que, prematuramente, a mãe de Manya Skłodowska faleceu vítima da tuberculose (1878).

Em 1891, Manya Skłodowska chega a Paris para obter seus títulos em Física e Matemática pela Sorbonne. A partir de então adota o nome francês e passa a ser conhecida como Marie Skłodowska. Dois anos depois já havia complementado e concluído sua formação em Ciências Físicas e, em 1894, formou-se também em Matemática. Foi nesse ano que ela conheceu o amor de sua vida, o amigo e companheiro, Pierre Curie. É certo que ela não sabia disso quando o conheceu, seu interesse era mesmo profissional. Mas as duas mentes brilhantes de ambos os cientistas os fizeram encantar-se mutuamente e, em menos de um ano, já estavam casados. Casados e trabalhando muito. Também gostavam de seu tempo livre, de seus passeios pelos campos de bicicleta, nadar livremente no mar ou nos rios. Juntos sentiam-se seguros e felizes. A foto do casal Curie em um de seus passeios juntos está representada pela Figura 12.

Figura 12 - O Casal Curie em um de seus passeios de bicicleta



Fonte: Briggs (2019, n.p.).

Röntgen (1845-1923), ao fazer experimentos com o tubo de raios catódicos descobriu em 1895 os raios X. E, muito pouco tempo depois, em 1896, Henri Becquerel descobriu as propriedades radioativas do Urânio.

O alemão Wilhelm Conrad Röntgen, viveu na Holanda desde 1848 com a família. Lá

fez escola técnica. Não conseguiu garantir uma vaga em alguma universidade da Alemanha e, por isso, matriculou-se no Instituto Politécnico Federal de Zurique, na Suíça, onde se formou em engenharia mecânica e obteve o doutorado. Depois retornou à Alemanha e lecionou em várias universidades (Nüsslin, 2020).

Em 1895, Röntgen estava investigando as propriedades dos raios catódicos, que são feixes de elétrons emitidos por um tubo de vidro contendo gás rarefeito e submetido a uma alta tensão elétrica. Ele notou que, ao cobrir o tubo com papel preto, uma tela revestida com um material fluorescente brilhava a uma certa distância do tubo, mesmo na ausência de luz. Ele concluiu que o tubo emitia algum tipo de radiação invisível, capaz de atravessar materiais opacos e sensibilizar a tela. Röntgen realizou vários experimentos para estudar as características dos raios X, como sua intensidade, direção, polarização, refração, difração e absorção. Ele também descobriu que os raios X podiam produzir imagens das estruturas internas dos objetos, como ossos e metais, ao impressionar uma placa fotográfica. Foi então que o alemão obteve a primeira radiografia da história ao expor a mão de sua esposa aos raios X por 15 minutos. Röntgen recebeu inúmeras honrarias e prêmios, entre eles o primeiro Prêmio Nobel de Física, em 1901, por seu trabalho que levou ao início da radiologia. Foi um cientista modesto, rigoroso e criativo, que contribuiu para o avanço da física e da medicina. Ele abriu as portas para o estudo da estrutura da matéria, da radioatividade, da física atômica e da física nuclear (Nüsslin, 2020).

Becquerel (1896 *apud* Cordeiro; Peduzzi, 2010) propôs inicialmente que a radiação do urânio se devia à luminescência ou à fosforescência, sem perceber que se tratava de um fenômeno novo e diferente. Sua descoberta não despertou muito interesse na comunidade científica, que estava mais voltada para os estudos dos raios X e outras radiações eletromagnéticas. Além disso, o método fotográfico que Becquerel empregou para detectar a radiação do urânio era impreciso e sujeito a interferências químicas. Foi somente com o trabalho do casal Curie (1898 *apud* Cordeiro; Peduzzi, 2010) que se reconheceu a existência de novos elementos radioativos que emitiam radiações espontâneas e contínuas, independentes da luz ou de outras fontes externas. O casal Curie introduziu o termo radioatividade e utilizou métodos elétricos para medir e caracterizar as radiações dos diferentes elementos. Apesar disso, Becquerel foi laureado com o Prêmio Nobel de Física em 1903, juntamente com o casal Curie, pela descoberta da radioatividade, o que gerou algumas controvérsias entre os historiadores da ciência (Cordeiro; Peduzzi, 2010).

Marie Curie tem sua primeira filha, Irène Curie (1897-1956). Mais tarde, Irène se formou em Química e casou-se com o físico Frédéric Joliot-Curie (1926-1956). Passando a se chamar Irène Joliot-Curie, ela e o esposo receberam o Nobel de Química em 1935 pela

descoberta da radioatividade artificial (Aidar, 2022).

Sete anos depois, nasce a segunda filha do Casal Curie, Ève Curie (1904-2007). Ève não seguiu pela mesma área de seus pais, ela optou por escrever livros, foi jornalista também, além de pianista. Ève se casou com Henry Richardson Labouisse Jr. e passou a ter o nome de casada Ève Denise Curie Labouisse. Ela ganhou notoriedade por escrever a biografia de sua mãe. O livro deu origem ao filme americano da categoria drama, “Madame Curie”, que estreou em dezembro de 1943, foi dirigido por Mervyn LeRoy. Os atores principais Greer Garson (Marie Curie) e Walter Pidgeon (Pierre Curie) receberam o óscar de melhor atriz e de melhor ator. A Figura 13 mostra Marie Curie e suas duas filhas.

Figura 13 - Marie Curie e suas filhas



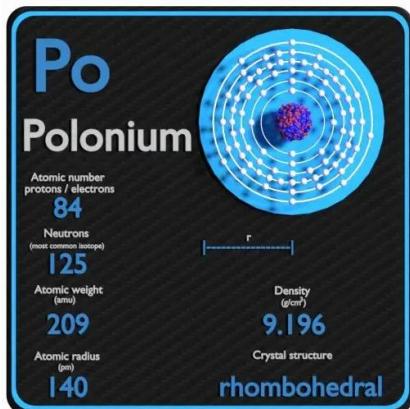
Fonte: Nobel Prize (s. d., n.p.).

Irène foi mãe de Hélène Langevin-Joliot e Pierre Joliot. Muito curioso é que a neta de Marie Curie casou-se com o neto de Paul-Langevin, Michel Langevin, e tiveram um filho. Yves, bisneto de Marie e Pierre Curie, é astrofísico. Hélène também é física e casou-se com um físico. Ela hoje tem 96 anos de idade. Tal fato é curioso, uma vez que Paul Langevin foi assistente de Pierre Curie, e, depois de sua morte, dizendo apoiar Marie Curie, se aproximou dela e eles viveram um relacionamento afetivo. O casamento que ele dizia estar acabado, não estava e, às vésperas de sua indicação para seu segundo prêmio Nobel, agora em Química, foi vítima de misoginia pelos seus pares machistas e pela maioria das mulheres da sociedade. A ainda esposa

de Paul Langevin descobriu tudo e tornou pública a traição (Aidar, 2022).

Além de ser mãe pela primeira vez, Marie Curie inicia sua tese sobre radiação. Ela e seu esposo começam a trabalhar com as rochas de pechblenda retiradas do minério de urânio (uraninita). Eles sentem-se intrigados com o fato de, mesmo isolando o urânio das amostras, ainda havia radiação partindo do minério, e mais desafiador era constatar que, reiterado o urânio, a intensidade da radiação era ainda maior. Ela e Pierre Curie deduziram que havia na pechblenda um novo elemento, conseguiram identificá-lo, isolá-lo e deram a ele o nome de Polônio (07/1898). Para surpresa do casal Curie, isolado o Polônio, a radiação emitida era ainda maior do que a do urânio e a do polônio. Sim, havia outro elemento muito mais radioativo que os outros dois, ao qual deram o nome de Rádio. Mais estudos, mais trabalho pesado nos fundos de laboratório inadequado, cedido pela Sorbonne. Tudo isso para identificar esse elemento. Eles obtinham das rochas, o pó. Esse pó era diluído, aquecido e cristalizado, diversas vezes. Eles então tentaram obter cloreto de bário da pechblenda, só que, após muito esforço, conseguiram outro cloreto. O polônio é um elemento monoatômico, mas o Rádio não. Foram muitas toneladas de pechblenda até a obtenção de 0,1g de cloreto de rádio (1902) (Altman, 2008). Ilustra-se, na Figura 14, algumas propriedades físicas e químicas dos elementos Polônio.

Figura 14 - Propriedades do Polônio (Po)

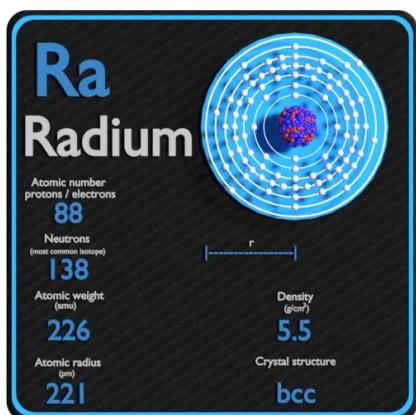


Fonte: Material Properties (s.d.a, n.p.).

Além das informações contidas na Figura 14, o polônio é usado como emissor de partículas alfa, fonte de calor, fonte de nêutrons e calibrador de detectores de radiação. É altamente radioativo e tóxico, com uma dose letal estimada em menos de 10 mg. Se acumula na planta do tabaco e pode causar contaminação interna (Elduque Palomo, 2019).

O rádio é ainda mais radioativo que o polônio, e algumas de suas propriedades estão escritas na Figura 15, a seguir:

Figura 15 - Propriedades do Rádio (Ra)



Fonte: Material Properties (s.d.b, n.p.).

A descoberta do rádio teve um papel importante na história da ciência, pois permitiu o desenvolvimento de novas teorias atômicas e a descoberta de novos fenômenos nucleares. Apesar do rádio ser um elemento cuja radiação pode causar danos à saúde, como queimaduras, cegueira, leucemia e câncer, poucos anos após a sua descoberta, este metal já era utilizado na medicina, na indústria e no comércio, como fonte de radiação para tratamento de câncer (radioterapia) e radiografia (Raios-X), calibração de instrumentos, tintas luminosas e produtos de beleza, entre outras aplicações. Em alguns casos, como emprego do Rádio para produção de batons, cosméticos, roupas íntimas, cremes dentais e muitos outros itens de uso cotidiano, sem o conhecimento dos efeitos da radiação, foi o causador do aumento veloz nos casos de câncer e leucemia. Só depois da exposição em massa é que os efeitos surgiram tão evidentes, custaram infelizmente muitas vidas, mas atualmente há mais fiscalização e legislação para evitar a contaminação pelo uso inadequado de produtos químicos. O rádio tem comportamento muito semelhante ao do Cálcio, no que diz respeito a se acumular nos ossos e nos dentes (Afonso, 2010).

Pela descoberta do Polônio e do Rádio, o Casal Curie foi laureado com o Prêmio Nobel de 1903 em Física. Henri Becquerel dividiu o prêmio com eles por seus estudos sobre radioatividade. Não foi facultado o direito de Marie Curie participar da cerimônia de premiação, pelo simples motivo de ser uma mulher. Becquerel foi um dos homens da época a concordar com essa absurda proibição. Pierre Curie não conseguiu mudar a decisão da Academia de Ciências da França nem da Fundação Nobel na Suécia. Ela continuou seu trabalho com dedicação e brilhantismo.

De volta à evolução dos modelos atômicos, depois de quase 100 anos da publicação da teoria atômica de Dalton, Thomson, J. J. (1856-1940) trouxe novas descobertas. Ele era filho de um comerciante de livros raros e antigos e com 14 anos ingressou no curso de engenharia e,

aos 19, iniciou sua formação em matemática (Frazão, 2023c). Os estudos de Thomson abarcavam várias áreas da física, tais como raios catódicos, espectroscopia, eletromagnetismo e teoria quântica. Ele foi um físico britânico, pesquisador do eletromagnetismo no laboratório Cavendish. Membro do Royal Society, aos 24 anos, publicou um artigo no qual afirmava que massa e energia se equivalem, isto é, esse artigo já servia de base para a Teoria de Einstein. Casado com Rosa Paget, sua aluna, tiveram um filho chamado George Paget Thomson. Ao realizar um experimento com Ampola de Crookes, gases rarefeitos e eletricidade, Thomson pode deduzir que os raios catódicos tinham carga negativa e que a matéria possuía carga elétrica, mas que o átomo todo tinha carga nula. Essa descoberta ocorreu em 1897, quando descobriu-se essa partícula de carga negativa chamada então de elétron. Refutou o modelo de Dalton e formulou um modelo atômico baseado em uma esfera de carga elétrica positiva, na qual estariam incrustados os elétrons. Em 1903, publicou sua mais importante obra “Condução de eletricidade através dos gases”. Ele atuou como professor no Laboratório Cavendish, em Cambridge, e foi laureado com o Nobel de física em 1906. Seu filho também recebeu o Nobel de Física em 1937.

Em 19 de abril de 1906, Pierre foi accidentalmente morto após ter sido atropelado por uma carroça, meio de transporte comum no início do século XX em Paris. Ele tinha sido assumido, há pouco, a cátedra de Física da Sorbonne. Cerca de uma mês após o seu falecimento, Marie Curie foi convidada para ocupar sua vaga, desde então se tornou a primeira professora de Física mulher na Sorbonne (Frazão, 2021a).

Marie Curie e o químico francês André Debierne (1874-1949) isolaram o elemento metálico rádio puro. Isso ocorreu em 1910. Em 1911, Marie Curie recebeu seu 2º Prêmio Nobel, agora em Química, por isolar o rádio metálico. Primeira pessoa a receber dois prêmios Nobel em duas áreas diferentes. Mesmo no meio de escândalos sobre seu relacionamento com Paul Langevin, mesmo ele sendo casado, havia também muitas discussões sobre o perigo da exposição à radioatividade. Foi um momento muito conturbado em sua vida. A saudade de seu esposo retirava de Marie, a vontade de continuar com seu legado (Frazão, 2021b).

Também, em 1911, um novo modelo atômico é publicado por Ernest Rutherford (1871-1937), um físico neozelandês. Segundo as experiências de Rutherford, nas quais utilizava uma finíssima lâmina de ouro, que seria bombardeada por partículas alfa (α), provenientes de uma amostra de polônio radioativo, descoberto pelo Casal Curie. Quando mediou a radiação que atravessava sem desvios a lâmina de ouro, percebeu que o átomo apresentava espaços vazios. Já as partículas alfa desviadas, o alertaram para o fato de haver partículas negativas no espaço externo ao átomo. E ainda deduziu que as partículas que batiam na lâmina e retrocediam,

indicavam que havia carga positiva nesse núcleo. Analisando a quantidade de partículas que atravessavam a lâmina, percebeu que no átomo existe muito espaço vazio, e um núcleo pequeno, denso e positivo. O primeiro modelo de átomo nuclear fora conhecido.

Dois anos após o modelo atômico de Rutherford, em 1913, Niels Bohr (1885-1962), através de testes sobre ondas eletromagnéticas, pode quantizar a energia em cada nível da eletrosfera dos átomos. Bohr concluiu que os elétrons se movem em órbitas circulares, com energia bem definida e constante (nível de energia) para cada elétron de um átomo.

Atualmente, são conhecidos 118 elementos químicos e todos têm sua localização nas colunas e nos períodos da Classificação Periódica dos Elementos Químicos. Isso só foi possível com a contribuição do cientista inglês Henry Moseley (1887 - 1915). Moseley foi um cientista inglês que nasceu em uma família de cientistas notáveis em várias áreas. Ele estudou em escolas prestigiadas, como Eton College e Trinity College, e se formou em Ciências Naturais, com ênfase em Matemática e Física. Moseley trabalhou com Ernest Rutherford, um dos pioneiros da física nuclear, e realizou experimentos com raios X e raios catódicos, que o levaram a estabelecer uma relação entre o comprimento de onda dos raios X emitidos pelos elementos e seus números atômicos. Essa descoberta permitiu reordenar, completar e justificar a tabela periódica proposta por Mendeleev, usando o número atômico como critério de organização. Dessa forma, Moseley corrigiu as inconsistências e as lacunas que existiam na proposta anterior de Mendeleev. Além disso, a lei de Moseley confirmou o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio, mostrando que as frequências dos raios X podiam ser obtidas pela fórmula de Balmer-Rydberg, obtida por Niels Bohr. A lei de Moseley também indicou a existência de um efeito de blindagem da carga nuclear pelos elétrons de orbitais mais intensos (Leite; Porto, 2015). A Tabela de Moseley foi publicada em 1913, em ordem crescente de números atômicos, está representada na Figura 16 a seguir.

Figura 16 - Tabela Periódica de Moseley de 1913



Fonte: Tom da Química (2012, n.p.).

Moseley morreu aos 27 anos na Primeira Guerra Mundial, quando se alistou como voluntário para lutar pela Grã-Bretanha. Sua morte foi considerada uma grande perda para a ciência, pois ele poderia ter feito mais descobertas importantes.

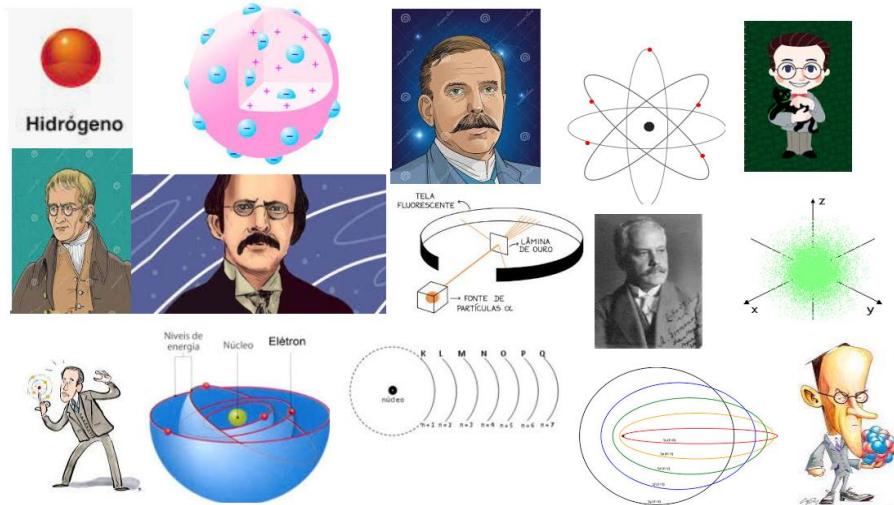
Sommerfeld, em 1924, provou que os níveis energéticos são subdivididos em subníveis energéticos e que as órbitas não eram circulares, mas elípticas (Brown, 2005).

Erwin Schrödinger, em 1926, lançou as bases da Mecânica Quântica Ondulatória, onde admitia que os elétrons se comportassem como partículas-ondas (Greca; Moreira; Herscovitz, 2001). Seu modelo atômico é chamado de Orbital ou Quântico, e é válido até hoje (Cavalcante; Tavolaro; Haag, 2005). Os princípios fundamentais da mecânica quântica incluem o Princípio da Dualidade, que afirma resumidamente que a matéria tem propriedades de onda e partícula; o Princípio da Incerteza, que estabelece que é impossível determinar, simultaneamente, a posição e o momento de uma partícula; o Princípio do Orbital, que descreve a distribuição espacial dos elétrons em torno do núcleo atômico; o Princípio da Exclusão, que estabelece que dois elétrons não podem ocupar o mesmo estado quântico simultaneamente; e o Princípio da Máxima Multiplicidade, que afirma que os elétrons tendem a se organizar de modo a maximizar o número de spins paralelos (Brown, 2005).

Em 1932, James Chadwick, descobriu as partículas neutras chamadas por ele de nêutrons. Os nêutrons não têm carga elétrica, mas apresentam a mesma massa relativa dos prótons, além disso é a segunda partícula nuclear (Guio; Dorsch, 2023).

A Figura 17 traz uma montagem de imagens que retratam a evolução dos modelos atômicos.

Figura 17 - Evolução dos modelos atômicos através de desenhos



Fonte: Adaptado de Conceitos do Mundo (s. d.); The Josh Abraham (s. d.); Fogbird (s. d.); The Scando Review (2023); Lima (s. d.); Yavuz (s. d.); Valkurare (2021); Pell (2019); Dopol Store (s. d.); Wikipedia (2022); Media Store House (s. d.).

Na década de 50, Glenn Seaborg, fez a última grande modificação na estrutura da TP. Após descobrir o elemento plutônio em 1940, Seaborg identificou os demais elementos transurânicos (do número atômico 94 até ao 102). Reconfigurou a tabela periódica, organizando duas linhas com 14 colunas para distribuir a série dos actinídeos abaixo da série dos lantanídeos. Em 1951, Seaborg foi laureado com o Prêmio Nobel de Química por esse trabalho. Outra homenagem a ele foi com o nome dado ao elemento de número atômico 106, o Seabórgio (Flôr, 2007). A Figura 18 mostra a versão mais atualizada da TP, segundo a União Internacional de Química Pura e Aplicada (do inglês: *International Union of Pure and Applied Chemistry*, IUPAC).

Figura 18 - A Tabela Periódica da IUPAC 2022

IUPAC Periodic Table of the Elements																																																																																															
1 H hydrogen 1.0000000000000002	2 He helium 4.0000000000000005	3 Li lithium 6.94 6.9400000000000005	4 Be beryllium 9.0122 9.012200000000001	5 B boron 10.81 10.810000000000001	6 C carbon 12.011 12.011000000000001	7 N nitrogen 14.007 14.007000000000001	8 O oxygen 15.999 15.999000000000001	9 F fluorine 18.998 18.998000000000001	10 Ne neon 20.180 20.180000000000001	11 Na sodium 22.989 22.989000000000001	12 Mg magnesium 24.302 24.302000000000001	13 Al aluminum 26.981 26.981000000000001	14 Si silicon 28.081 28.081000000000001	15 P phosphorus 30.973 30.973000000000001	16 S sulfur 32.062 32.062000000000001	17 Cl chlorine 35.453 35.453000000000001	18 Ar argon 39.95 39.950000000000001	19 K potassium 39.098 39.098000000000001	20 Ca calcium 40.078 40.078000000000001	21 Sc scandium 44.956 44.956000000000001	22 Ti titanium 47.867 47.867000000000001	23 V vanadium 50.942 50.942000000000001	24 Cr chromium 51.986 51.986000000000001	25 Mn manganese 54.938 54.938000000000001	26 Fe iron 55.845 55.845000000000001	27 Co cobalt 58.933 58.933000000000001	28 Ni nickel 58.693 58.693000000000001	29 Cu copper 63.546 63.546000000000001	30 Zn zinc 65.38 65.380000000000001	31 Ga gallium 69.723 69.723000000000001	32 Ge germanium 72.030 72.030000000000001	33 As arsenic 74.922 74.922000000000001	34 Se selenium 78.911 78.911000000000001	35 Br bromine 79.904 79.904000000000001	36 Kr krypton 83.796 83.796000000000001	37 Rb rubidium 84.911 84.911000000000001	38 Sr strontium 87.621 87.621000000000001	39 Y yttrium 88.902 88.902000000000001	40 Zr zirconium 91.224 91.224000000000001	41 Nb niobium 92.907 92.907000000000001	42 Mo molybdenum 95.941 95.941000000000001	43 Tc technetium 97.901 97.901000000000001	44 Ru ruthenium 98.902 98.902000000000001	45 Rh rhodium 101.07 101.070000000000001	46 Pd palladium 102.903 102.903000000000001	47 Ag silver 107.87 107.870000000000001	48 Pt platinum 191.06 191.060000000000001	49 Ir iridium 192.22 192.220000000000001	50 Hg mercury 200.59 200.590000000000001	51 Tl thallium 204.58 204.580000000000001	52 Sn tin 210.2 210.200000000000001	53 Sb antimony 214.51 214.510000000000001	54 Te tellurium 219.2 219.200000000000001	55 Cs cesium 132.911 132.911000000000001	56 Ba barium 137.33 137.330000000000001	57-71 lanthanides 137.91 137.910000000000001	72 Hf hafnium 178.49 178.490000000000001	73 Ta tantalum 180.95 180.950000000000001	74 W tungsten 183.04 183.040000000000001	75 Re rhenium 186.21 186.210000000000001	76 Os osmium 190.23 190.230000000000001	77 Ir iridium 192.22 192.220000000000001	78 Pt platinum 195.09 195.090000000000001	79 Au gold 196.97 196.970000000000001	80 Hg mercury 200.59 200.590000000000001	81 Tl thallium 204.58 204.580000000000001	82 Pb lead 206.98 206.980000000000001	83 Bi bismuth 210.2 210.200000000000001	84 Po polonium 219.0 219.000000000000001	85 At astatine 222.0 222.000000000000001	86 Rn radon 222.0 222.000000000000001	87 Fr francium 223.0 223.000000000000001	88 Ra radium 226.0 226.000000000000001	89-103 actinides 227.0 227.000000000000001	104 Rf rutherfordium 227.0 227.000000000000001	105 Db dubnium 246.0 246.000000000000001	106 Sg seaborgium 247.0 247.000000000000001	107 Bh bohrium 247.0 247.000000000000001	108 Hs hassium 260.0 260.000000000000001	109 Mt mendelevium 261.0 261.000000000000001	110 Ds darmstadtium 267.0 267.000000000000001	111 Rg roentgenium 269.0 269.000000000000001	112 Cn copernicium 269.0 269.000000000000001	113 Nh nihonium 269.0 269.000000000000001	114 Fl ferrovium 269.0 269.000000000000001	115 Mc moscovium 269.0 269.000000000000001	116 Lv livovium 269.0 269.000000000000001	117 Ts tennessine 269.0 269.000000000000001	118 Og oganesseon 269.0 269.000000000000001	119 Nh nihonium 269.0 269.000000000000001	120 Fl ferrovium 269.0 269.000000000000001	121 Mc moscovium 269.0 269.000000000000001	122 Lv livovium 269.0 269.000000000000001	123 Ts tennessine 269.0 269.000000000000001	124 Og oganesseon 269.0 269.000000000000001

Fonte: IUPAC (2022, n.p.).

Lise Meitner foi uma física austríaca que se destacou no estudo da radioatividade e da

física nuclear. Foi uma das pioneiras na descoberta da fissão nuclear, mas não recebeu o devido reconhecimento por sua contribuição. Ela teve que enfrentar muitos desafios e preconceitos por ser uma mulher na ciência, especialmente na Europa dominada pelos nazistas. Meitner nasceu em 1878 em Viena, em uma família judia. Ela se interessou pela física desde cedo e se tornou a primeira mulher a obter um doutorado em física na Universidade de Viena. Ela se mudou para Berlim em 1907, onde trabalhou com o químico Otto Hahn por mais de 30 anos. Juntos, eles investigaram vários elementos radioativos e suas propriedades (Lima, 2020).

Em 1938, Meitner e Hahn realizaram um experimento que mudaria a história da ciência. Eles bombardearam urânio com nêutrons e observaram que o resultado continha bário, um elemento muito mais leve. Meitner, que havia fugido da Alemanha nazista para a Suécia, interpretou esse fenômeno como a divisão do núcleo do átomo, ou fissão nuclear. Ela também calculou a enorme quantidade de energia liberada nesse processo, usando a famosa equação de Einstein $E=mc^2$. Meitner comunicou sua descoberta a Hahn, que publicou os resultados em uma revista científica sem mencionar o nome de Meitner. Em 1944, Hahn recebeu o Prêmio Nobel de Química pela descoberta da fissão nuclear, enquanto Meitner foi ignorada pela academia sueca (Mizrahi, 2005). Muitos historiadores consideram isso uma grande injustiça, pois Meitner teve um papel fundamental na compreensão teórica do fenômeno.

Meitner continuou sua carreira científica na Suécia até se aposentar em 1960. Ela recebeu vários prêmios e honrarias, mas nunca o Nobel. Ela morreu em 1968, aos 89 anos, em Cambridge, na Inglaterra. Ela é lembrada como uma das mais importantes físicas do século XX e uma inspiração para muitas mulheres na ciência. Um elemento químico, o meitnério, foi batizado em sua homenagem. Maitner como Marie Curie, foram mal reconhecidas por seus trabalhos, receberam pouco ou nenhum dinheiro para continuarem suas pesquisas. Marie, antes de conhecer Pierre, chegou a viver em situação financeira muito difícil, não tinha muitas vezes a alimentação diária mínima e morava em quartos para estudantes, muitas vezes em situação precária (Curie, 1938).

Marie Curie, ainda contribuiu mais com a sociedade francesa e todas as outras que necessitavam ou que posteriormente precisaram, ela criou aparelhagens de Raios-X móveis e, com sua filha Irène, evitaram a amputação desnecessária de muitos soldados nos campos de batalha durante a 1ª Guerra Mundial.

Quando ela faleceu, em 1934, vítima de anemia aplástica, muito provavelmente pela exposição à radiação, ainda se lembrava de seus feitos e principalmente da alegria, da garra, e da satisfação pessoal, com as quais viveu intensamente, amou sua família, lutou por seus direitos, contribuiu com sua imensa capacidade intelectual, estudou e trabalhou duro, dividiu o

conhecimento em suas aulas e suas publicações.

Os quadros 4 e 5 a seguir referem-se ao resumo dos acontecimentos e descobertas sobre a evolução das estruturas atômicas e da TP e Marie Curie, de meados do século XIX a meados do século XX.

Quadro 4 - Século XIX - A história da TP e Marie Curie, sua obra e sua vida

ÉCULO XIX -CONTEXTO HISTÓRICO E SÓCIO-CULTURAL DO PERÍODO DO DESENVOLVIMENTO DA TABELA PERIÓDICA E DAS DESCOBERTAS DE MARIE CURIE	
VARIOLA - 1906 A 1980 - 300 MILHÕES DE MORTOS	1803 - Teoria de Dalton
TUBERCULOSE (1850-1950) - 1 BILHÃO DE MORTOS	1829 - As triades de Döbreiner
1800 até 1899	15/05/1859 – Pierre Curie, nasce em Paris, França, filho do médico Eugène Curie e de Sophie-Claire Curie, cujo pai era um rico industrial.
1800 até 1899	1862 - Parafuso Telúcio de Chancourtois
1800 até 1899	1863 - John Newlands (1837 - 98) propôs o agrupamento dos elementos em grupos de 7, considerando a ordem crescente para suas massas atômicas. Desse modo verificou que o 1º elemento de cada grupo tinha propriedades semelhantes ao 8º e assim sucessivamente. Sua classificação periódica ficou conhecida como "As oitavas de Newlands".
1800 até 1899	1865 - Nasce Bronislawa, dois anos antes de sua irmã Manya. Carinhosamente chamada de Bronia, pela família. Anos mais tarde, Bronia faria um acordo com Manya, de ir primeiro para universidade na França e, quando formada, ajudaria o pai delas a arcar com os estudos Manya.
1800 até 1899	1867 - Nasce, em Varsóvia na Polônia, Manya Salome Skłodowska. Sua mãe era Bronislawa Skłodowska (1835-78), professora e musicista, e seu pai era Władisław Skłodowski (1832 - 1902), professor de física e matemática.
1800 até 1899	1869 - Dimitri Mendeleev publica a 1ª versão da Tabela Periódica.
1800 até 1899	1877 - Pierre é titulado em física.
1800 até 1899	1878 - Falecimento da mãe de Marie Skłodowska, por tuberculose.
1800 até 1899	1891 - Marie Skłodowska chega a Paris para obter seus títulos em Física e Matemática pela Sorbonne
1800 até 1899	1893 - Marie Skłodowska se forma em Ciências Físicas pela Universidade de Sorbonne
1800 até 1899	1894 - Marie Skłodowska se forma em Matemática na mesma Universidade.
1800 até 1899	1894 - Marie Skłodowska é apresentada a Pierre Curie.
1800 até 1899	1895 - Marie e Pierre Curie se casam.
1800 até 1899	1895 - Röntgen publica a descoberta dos raios X, ao estudar ondas eletromagnéticas. Fez importantes contribuições com seus estudos sobre filmes fotográficos, fluorescência e fosforescência.
1800 até 1899	1898 - J. J. Thomson - Descoberta do elétron e Modelo atômico
1800 até 1899	1897 - Marie Curie tem sua primeira filha, Irène Curie (1897-1956). Além disso, inicia sua tese sobre radiação.
1800 até 1899	1898 - Marie e Pierre Curie descobriram os elementos radioativos Polônio e Rádio, em julho e em dezembro, respectivamente.
1800 até 1899	1898 - J. J. Thomson - Descoberta do elétron e Modelo atômico
1800 até 1899	1899 - Ao pesquisar as radiações eletromagnéticas, determinou a Constante de Planck, usada para calcular a energia do fóton. Um ano depois, descobriu a lei da radiação térmica, chamada Lei de Planck da Radiação. Essa foi a base da teoria quântica.

Fonte: Autoria própria (2023).

Quadro 5 - Século XX - A história da TP e Marie Curie, sua obra e sua vida

SÉCULO XX - CONTEXTO HISTÓRICO E SÓCIO-CULTURAL DO PÉRIODO DO DESENVOLVIMENTO DA TABELA PERIÓDICA E DAS DESCOPERTAS DE MARIE CURIE		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1; padding-right: 10px;"> TIFO - 1918 A 1922 - 3 MILHÕES DE MORTOS GRIPE ESPANHOLA - 1918 A 1919 - 250 MILHÕES DE MORTOS TUBERCULOSE (1850-1950) - 1 BILHÃO DE MORTOS VARIOLA - 1906 A 1980 - 300 MILHÕES DE MORTOS </div> <div style="flex: 1; background-color: #FFF080; padding: 10px;"> 1902 - Marie Curie - Obtenção de sais de rádio (RaCl_2) a partir do minério uraninita 1903 - H. Becquerel, Marie e Pierre Curie recebem o Nobel de Física. Becquerel por seus estudos da radiação espontânea. Os Curie pela descoberta dos elementos Po e Ra. Ela foi impedida de ir à cerimônia de premiação por ser uma mulher. 1904 - Nasce a segunda filha do Casal Curie, Ève Curie (1900-58). 1906 - Morre Pierre Curie e Marie Curie assume seu lugar de professor na Sorbonne. 1ª mulher a fazê-lo. 1907 - Morre Dimitri Ivanovic Mendeleev </div> <div style="flex: 1; background-color: #FFF080; padding: 10px;"> 1910 - Marie Curie e André Debierne (1874-1949) isolam o elemento metálico rádio puro. 1911 - Marie Curie recebe seu 2º Prêmio Nobel, agora em Química, por isolar o rádio metálico. 1ª pessoa a receber dois prêmios Nobel em duas áreas diferentes. No meio de escândalos sobre seu relacionamento com Paul Langevin, mesmo ele sendo casado, havia também muitas discussões sobre o perigo da exposição à radioatividade. Foi um momento muito conturbado em sua vida. A saudade de seu esposo retirava de Marie, a vontade de continuar com seu legado. 1911 - Ernest Rutherford - Modelo atômico nuclear ou planetário 1913 - Niels Bohr - Estrutura atômica - Mecânica quântica - Modelo atômico 1914 a 1918 - Primeira Guerra mundial. A Polônia é invadida por russos, aliados à França e à Grã-Bretanha. Alemanha e Império Austro-Húngaro estavam juntos. Marie consegue subsídios para utilizar aparelhos de raio X nos campos de batalha. </div> <div style="flex: 1; background-color: #FFF080; padding: 10px;"> 1920 1924 - Louis de Broglie - Atribuiu ao elétron, além de seu comportamento de partícula (fóton), um comportamento de onda. Princípio da dualidade onda e partícula, base para a Teoria de Mecânica quântica. 1926 - Schrödinger - Equação de Schrödinger - Mecânica Quântica - Modelo Nuvem eletrônica. 1927 - Heisenberg enuncia o Princípio da Incerteza. 1930 a 1950 1934 - Após sua última visita à Polônia, Marie Curie retorna a Paris e logo se interna no Sanatório de Sancellemoz, vítima de anemia aplástica. 1938 - Otto Hahn e Lise Meitner descobrem a fissão nuclear do urânio. Só ele recebe o prêmio. Ela não foi premiada por ser mulher e judia. 1939 a 1945 - Segunda Guerra Mundial. A Alemanha invade a Polônia e, em resposta às agressões, a Inglaterra e a França declaram guerra aos alemães. 1945 - Teste da 1ª bomba atômica desenvolvida no Estados Unidos. O teste foi no Novo México. Um mês após o teste, o exército americano teve permissão oficial para atacar Hiroshima no Japão com suas ogivas nucleares. Foram 136 mil mortos. Três dias depois, o ataque foi sobre Nagasaki. Assim, a Guerra terminou, com vitória dos Estados Unidos e uma enorme questão ética para os cientistas que trabalharam no Projeto Manhattan. </div> </div>	CUBISMO - 1907 A 1914 EXPRESSIONISMO - 1905 A 1920 FAUVISMO - 1900 A 1935	

Fonte: Autoria própria (2023).

Marie Curie, a filha, a professora, a governanta, a universitária, a esposa, a mãe, a Doutora, a primeira mulher a receber o Nobel de Física e a primeira pessoa a receber o 2º Nobel em uma área diferente, neste caso em Química, primeira Professora de Física da Sorbonne, a mãe pela 2ª vez, a viúva, a corajosa, a insubmissa, a genial, a ativista, todas dentro de uma só e simples mulher.

3.5 TEATRO CIENTÍFICO

Todo processo de desenvolvimento para o alcance da alfabetização científica (AC) favorece a liberdade intelectual dos sujeitos, tratando ciência e tecnologia sob os aspectos humanos, éticos e políticos. Desta forma, a ciência e a tecnologia deixam de ser vistas como algo de utilidade somente prática, como ferramenta, e passam a ser consideradas como parte da cultura. Ou seja, elas entram para o rol de hábitos, pensamentos, crenças e visão de mundo dos sujeitos (Moreira; Marandino, 2015).

O teatro de teor científico pode tratar assuntos complexos e levá-los para discussão posterior em sala de aula (Saraiva, 2007); pode tratar de citar cientistas famosos ou não, suas biografias e descobertas científicas, com ênfase em experimentos práticos (Gunderson, 2006)

ou, ainda, pode envolver as duas práticas anteriores e ainda ter a função de entreter e motivar os participantes (Barbacci, 2002-2004).

Para Bião (2009), a arte pode submeter-se aos outros construtos, mas não se limita às proposições de outros campos como ciência, política, educação, entre outros. Assim, o teatro de temática científica é arte e, como arte, pode criativamente tratar de qualquer assunto com propriedade, dando-lhes realismo e sentido próprios.

Segundo Pavis (2008), o teatro científico pode ser didático, quando pretende deixar uma mensagem para seus os espectadores e para os que atuam em suas peças, e o teatro de tese é um tipo de teatro didático que permite questionamentos filosóficos, éticos ou políticos e leva o seu público a uma reflexão a respeito de seu papel social, envolvendo-os emocionalmente e provocando discussões a respeito dos assuntos abordados.

Historicamente, há peças didáticas com conteúdo científico muito antigas, que não serão abordadas neste trabalho. Contemporaneamente, Bertold Brecht é o pioneiro neste campo, em 1956, com a estreia da peça “Vida de Galileu”. A partir daí, Brecht cria as *Lehrstücke*, as peças didáticas, de grande influência no contexto sociohistórico em que foram encenadas, carregadas de críticas ao sistema capitalista e que propunha reflexões e mudanças de comportamento ao seu público, mas, principalmente, aos atuantes. “A arte segue a realidade” (Brecht apud Ewen, 1991, p. 196). Outros autores se seguiram a Brecht como Friedrich Dürremant, em 1960, com “Os Físicos” ou como Heinar Kipphardt, em 1964, com a peça “O caso Oppenheimer”.

No Brasil, ao longo dos últimos 20 anos, várias universidades e instituições tornaram-se adeptas ao emprego do teatro como ferramenta de divulgação científica. Muitas são as peças encenadas por estes grupos e muitas são as premiações que eles recebem por tamanho profissionalismo e qualidade que demonstram. As Figuras 19, 20, 21 e 22 trazem alguns destes grupos teatrais e alguns links e *QR codes* para acesso aos seus canais de comunicação.

A Figura 19 mostra o espaço de divulgação científica e tecnológica da Universidade Federal do Ceará (UFC) chamado Seara da Ciência. Este espaço conta com laboratórios de pesquisa, um amplo salão de exposições, cursos e apresentações de teatro e shows científicos, com a finalidade de aproximar o público-alvo da ciência de forma interdisciplinar. Também traz o Núcleo Ouroboros de Divulgação Científica, um projeto do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (DQ/UFSCar), que visa estreitar o contato da população infantil, jovem e adulta do conhecimento científico e da cultura, através de peças de teatro e apresentações circenses itinerantes.

Figura 19 - Projetos e núcleos de divulgação científica (I)

Universidade/Instituição	UFCE	UFSCar
Ano da Criação	1999	2004
Grupo Teatral	Seara da Ciência	Núcleo Ouroboros de Divulgação Científica
Canais de Comunicação	 https://seara.ufc.br/teatro-e-video/teatro/ 	 https://nucleoouroboros.wordpress.com/ 
Última Publicação	Em atividade	Em atividade

Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 20 traz os canais de comunicação do Projeto Ciênica, ligado à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) no polo Macaé, projeto esse que tem como um de seus objetivos divulgar ciência e arte, através de discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e teatro e suas implicações para educação. Também mostra um contato com o Núcleo Arte e Ciência no Palco (ACP), uma companhia de teatro paulista, que tem o objetivo de utilizar-se da arte para questionar conflitos éticos e consequências dos avanços tecnológicos e científicos.

Figura 20 - Projetos e núcleos de divulgação científica (II)

Universidade/Instituição	UFRJ - Macaé	Núcleo ACP
Ano da Criação	2012	1998
Grupo Teatral	Ciênica	Arte e Ciência no Palco
Canais de Comunicação	 https://www.projetocienica.com.br/sobre 	 https://nucleoacp.wordpress.com/ 
Última Publicação	Em atividade	Em atividade

Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 21 mostra um canal de comunicação com o grupo teatral Fanáticos da Química, formado por licenciandos em Química da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), além de mostrar o contato do Museu da Vida Fiocruz, que funciona na Fundação Casa

de Oswaldo Cruz no Campus da Fiocruz, e é um espaço que integra ciência, cultura e sociedade, através de exposições, atividades interativas, multimídias, peças teatrais e laboratórios.

Figura 21 - Projetos e núcleos de divulgação científica (III)

Universidade/Instituição	UERN	Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)
Ano da Criação	2000	1999
Grupo Teatral	Fanáticos da Química	Museu da Vida
Canais de Comunicação	 https://www.instagram.com/fanaticosdaquimica/ 	 museudavida FIOTCRUZ http://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/noticias/11-visitacao/805-teatro-no-museu-da-vida 
Última Publicação	Em atividade	Em atividade

Fonte: Autoria própria (2023).

O Show da Química é um programa de extensão vinculado à Universidade Federal da Bahia (UFBA), concebido em 2005, cujo propósito central reside na apresentação da disciplina Química por meio de uma abordagem lúdica e fundamentada cientificamente, através da linguagem teatral acompanhada de humor, para despertar o interesse nos alunos do EM e no público em geral.

Com o objetivo de divulgar informações acerca da importância da Química na sociedade, o Grupo Alquimia, formado por alunos da graduação em Química da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em 1988, leva informações aos moradores em suas cidades natais. A partir do uso de experimentos, os autores do projeto estruturam desde o tema à produção das apresentações. É possível acessar e saber mais acerca dos grupos “Show da Química” e “Alquimia” na Figura 28.

Figura 22 - Grupos de Teatro Científico

Universidade/Instituição	UFBA	UNESP
Ano da Criação	2005	1988
Grupo Teatral	Show da Química	Alquimia
Canais de Comunicação	 https://showdaquimicaufba.wixsite.com/home 	 https://www.instagram.com/alquiminsta/ 
Última Publicação	Em atividade	Em atividade

Fonte: Autoria própria (2023).

Não seria possível destacar todos os grupos, mas a intenção é demonstrar que esta proposta já vem sendo utilizada há bastante tempo com sucesso na tarefa de fazer divulgação científica e de ser ferramenta para o ensino de ciências, especialmente a química. Alguns exemplos dessas divulgações científicas através do Teatro Científico, são os museus e centros de ciências como Seara da Ciência em Fortaleza (CE), Museu Espaço Ciência Viva no Rio de Janeiro (RJ), Museu de Artes e Ofícios em Belo Horizonte (MG), dentre outros. Há um guia em libras que reúne um Grupo de Museus e Centros de Ciências Acessíveis por todo o país, cuja sigla é MCCAC (MCCAC, 2016-2023).

Conforme o próprio site, o Ciência em Cena é um festival de teatro e divulgação científica de abrangência internacional e de periodicidade anual. Sua primeira edição ocorreu no ano de 2007, na UFSCar. Desde o seu início esse festival já percorreu as cidades de São Carlos (SP), Mossoró (RN), Fortaleza (CE), Caxias (MA), Pacoti (CE), Salvador (BA) e Itapipoca (CE), dentre outras, promovendo trocas de experiências e de cultura. Em 2021, a edição do Ciência em Cena se deu de forma on-line, por conta da pandemia de Covid-19. A Figura 23 traz os cartazes de divulgação de alguns destes encontros.

Figura 23 - Congressos anuais do Ciência em cena



Fonte: Ciêncica (2017, n.p.).

Embora já tão fortalecido e consolidado, o movimento teatral brasileiro, em níveis da educação básica e superior, ainda tem a manutenção de sua atividade desafiada, seja por falta de apoio financeiro, seja por falta de políticas educacionais que o valorize enquanto produção sociocultural de grande relevância.

O teatro científico é uma abordagem inovadora na comunicação científica que busca aproximar a ciência do público por meio da linguagem teatral. Ao combinar elementos do teatro com conhecimentos científicos, essa forma de expressão proporciona uma experiência envolvente, interativa e acessível, estimulando o engajamento e o interesse pela ciência.

4 METODOLOGIA

Neste projeto, adotou-se o teatro científico como ferramenta ativa na abordagem do tema TP, com ênfase na descoberta dos elementos radioativos Rádio (Ra) e Polônio (Po) e na vida e obra de Marie Curie. A proposta foi inicialmente desenhada com intuito de estimular os alunos das três séries do Ensino Médio (EM) do Colégio Estadual (CE), em Nova Friburgo, Estado do Rio de Janeiro. A metodologia Discente~Docente~Aprendente (D~D~A) envolveu desde a pesquisa do conteúdo até a atuação nos palcos, passando por todas as atividades que envolvem esta arte. O produto educacional consiste em uma sequência didática, que passou por um planejamento pedagógico reverso, com intuito de permitir que outros educadores empreguem o teatro científico como ferramenta pedagógica em suas aulas.

A abordagem pedagógica adotada baseou-se no pressuposto da codificação-problematização-decodificação de Freire (1987), constituído de três momentos pedagógicos: problematização, organização (do conhecimento) e aplicação do conhecimento. No caso do emprego do Teatro Científico como metodologia ativa de aprendizagem de Química, tem-se, na problematização, a apresentação do questionamento principal do trabalho, que servirá de base para pesquisa sobre os temas geradores selecionados de acordo com a realidade dos participantes. É também neste momento que, coletivamente, discutem-se as estratégias para execução do trabalho. O segundo momento pedagógico se caracteriza pela apresentação, mediatisada pelo professor, dos conteúdos obtidos com a pesquisa científica realizada e da metodologia para obtenção de um produto que responda à questão geradora. O terceiro momento destina-se à aplicação do produto da pesquisa de forma criativa e eficiente para que haja construção de conhecimento. Também se faz necessário avaliar a prática durante todo o processo, com a participação de todos os envolvidos.

A Figura 24 traz a imagem do colégio, indicando a presença de uma quadra coberta.

Figura 24 - Colégio Estadual (CE) localizado em Nova Friburgo



Fonte: Acervo pessoal (2019).

De acordo com o seu Projeto Político-Pedagógico (PPP) de 2019 (FONTE), o Decreto de criação nº 8.432 de 22 de junho de 1962 (Brasil, 1962) e o Decreto de transformação nº 31.282, de 16 de maio de 2002 (Brasil, 2002), cujo tema é Pluralidade Cultural, é missão do CE proporcionar acesso a um ensino de qualidade a diferentes segmentos da população, criando vínculos fortes e duradouros com nossos alunos e contribuir para o desenvolvimento científico, tecnológico, cultural e social das comunidades onde atuamos, sempre com o comprometimento ético e responsabilidade social.

No terceiro turno de 2019, o CE ofereceu a abertura de três turmas, uma de cada série do EM e, com elas, todo projeto se iniciaria e se desenrolaria por 6 momentos principais, destacados e detalhados a seguir: (1) Reunião Geral, (2) Entrega das pesquisas e apresentação através de Rodas de Conversas, (3) Segunda Reunião Geral, (4) Concurso de Roteiros, (5) Ensaios e Técnicas e (6) Apresentação das peças e Avaliação dos resultados. Cada momento será descrito separadamente e de forma detalhada.

4.1 MOMENTO 1: REUNIÃO GERAL

O primeiro momento foi implementado em março de 2019 e planejado para dois tempos de aula. Esta reunião teve duração de 100 minutos, divididos em 5 etapas, sendo estas:

- a) contextualização das percepções sensoriais (15 minutos);
- b) expressão dos significados sensoriais (15 minutos);
- c) descobertas das potencialidades individuais (20 minutos);
- d) caminhos profissionais (30 minutos);
- e) pesquisa direcionada (20 minutos).

O encontro ocorreu no refeitório da unidade escolar, previamente preparado para acomodar cerca de 65 alunos das três séries, em horário cedido pelos professores das demais disciplinas. A Figura 25 mostra uma parte dos alunos reunidos neste momento.

Figura 25 – Imagem dos alunos na 1^a reunião sobre o Teatro Científico



Fonte: Acervo pessoal (2019).

4.1.1 Etapa 1: Contextualização das percepções sensoriais

Neste primeiro momento do encontro, as turmas foram questionadas oralmente sobre seus conhecimentos prévios a respeito do teatro e do teatro de conteúdo científico. Este questionamento incluiu perguntas como: (1) vocês já foram ao teatro?; (2) Quantas vezes?; (3) Já participaram de alguma peça teatral?; (4) Com que função?; (5) Quanto tempo faz?; (6) O que acharam da experiência?; (7) Vocês se lembram da história contada na peça?; (8) Vocês já assistiram alguma peça teatral cujo assunto era científico?; (9) Vocês acham que uma peça sobre ciência pode ser engraçada?; (10) Vocês gostariam de participar de uma experiência aliando teatro e ciência?

Assim, curiosos com as perguntas iniciais e com o que seria proposto a eles, foi pedido que registrassem suas primeiras impressões e sensações com fotos.

4.1.2 Etapa 2: Expressão dos significados sensoriais

Dando sequência à reunião, solicitou-se aos alunos que escrevessem em poucas palavras quais emoções eles sentiam naquele momento e que depositassem os papéis com as anotações em uma urna. Esta segunda etapa da reunião foi denominada Expressão dos significados sensoriais e está representada pela Figura 26.

Figura 26 - Etapa (2) Leitura dos significados sensoriais registrados pelos alunos



Fonte: Acervo pessoal (2019).

As percepções sensoriais foram lidas aleatoriamente para o grupo, que teceu comentários quando sentiam necessidade de fazê-lo.

4.1.3 Etapa 3: Descoberta das potencialidades individuais

Os alunos assistiram uma apresentação de *slides* contando um pouco da história do Teatro Científico no Brasil e as contribuições de alguns dos principais grupos teatrais de divulgação científica universitários nacionais. Foi exibido um pequeno trecho de 10 minutos do vídeo da peça "Vingadores da Química", escrita por Bruno Ventura, encenada pelo grupo Fanáticos da Química e apresentada no VIII Ciência em Cena, no Teatro Florestan Fernandes da UFSCar, em agosto de 2014. A Figura 27 traz uma cena desta peça.

Figura 27 - Cena da Peça “Os vingadores da Química” - Grupo Fanáticos da Química - Mossoró (RN)



Fonte: Ventura (2017, n.p.).

Em seguida, os alunos tiveram um momento para comentários sobre o trecho da peça que haviam acabado de assistir.

4.1.4 Etapa 4: Caminhos profissionais

Como parte da proposta, explicou-se aos jovens estudantes que a arte cênica requer o conhecimento das próprias emoções e que é necessário entendê-las e expressá-las livremente. Logo após a dinâmica, iniciou-se a terceira etapa da sequência didática que buscava descobrir as potencialidades individuais dos alunos.

Logo após a dinâmica, iniciou-se a terceira etapa da sequência didática que buscava descobrir as potencialidades individuais dos alunos. Eles escolheram e se dividiram espontaneamente em cinco grupos, segundo suas habilidades e aptidões próprias, formando equipes para as diversas áreas de atuação teatral. Nesse momento, foram registrados os nomes dos interessados em cada grupo de trabalho. Os alunos inscritos em cada um dos grupos assumiram responsabilidades específicas para atuar (1) no palco, como atores e diretores; (2) na montagem do cenário, incluindo iluminação, som e decoração; (3) no figurino e maquiagem; (4) na elaboração dos textos que serão encenados; e (5) na divulgação do espetáculo e na escolha do lugar para a apresentação da peça.

Neste ponto do encontro, convidou-se um adolescente de 14 anos, aluno do 2º turno da própria escola, para uma apresentação ao piano. Este aluno também frequenta a Casa da Música da Universidade Cândido Mendes, sendo considerado por muitos musicistas da região como um virtuose. Apesar de muito jovem, já domina diversos instrumentos e se apresenta profissionalmente, inclusive com composições de sua autoria. A Figura 28 traz o aluno em sua apresentação durante a reunião.

Figura 28 - Aluno ao piano durante a reunião



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Após a apresentação musical, o aluno contou um pouco de sua história precoce com a música, sua rotina disciplinada de estudos e a vontade que o motiva a aprender sempre, além de se oferecer para participar da apresentação teatral. Durante esta roda de conversa, os alunos foram motivados a questionar a sua futura formação profissional. Assim finalizamos a quarta etapa da reunião.

4.1.5 Etapa 5: Pesquisa direcionada

A metodologia utilizada para a realização desse trabalho é de caráter aplicado e exploratório, através de um estudo bibliográfico. Segundo Prodanov e De Freitas (2013, p. 51), o principal objetivo de uma pesquisa de caráter aplicado é motivar a construção de novos conhecimentos, necessários e suficientes, para a evolução da ciência com aplicabilidade direcionada para a solucionar problemas específicos. Ainda segundo Prodanov e De Freitas (2013, p. 51), a pesquisa exploratória tem o objetivo de fornecer mais esclarecimentos sobre o tema a ser estudado, a fim de tornar possível sua descrição e delimitação. Assume-se que uma pesquisa de natureza exploratória, geralmente, se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica, isto é, um pesquisa que se baseia em referenciais já publicados, frutos de estudos anteriormente realizados.

Por tratar-se do teatro de temática científica, a pesquisa e o conhecimento específicos de conteúdos comprovadamente científicos devem ser uma prioridade, tal qual a capacidade de encenar determinada situação. Neste momento, foram distribuídos os roteiros para que, os

diferentes grupos formados, iniciassem suas pesquisas, dividindo-se o tema gerador em subtemas descritos a seguir. Considerando-se os aspectos histórico, cultural, ético, social e ambiental, foi solicitado aos alunos as seguintes pesquisas:

- relatos das histórias da criação da TP e algumas curiosidades sobre as vidas pessoais e profissionais de seus idealizadores;
- informações sobre a estrutura atual da TP e os dados que ela contém sobre cada elemento;
- diferentes modelos de classificação periódica do elementos, os seus pontos positivos e negativos;
- justificativa da comemoração do Ano Internacional da Tabela Periódica em 2019, proposta pela Assembleia Geral da Nações Unidas e a UNESCO, para celebrar os 150 anos da tabela proposta por Mendeleev, representada na Figura 29;

Figura 29 - Tabela Periódica de Mendeleev

Fonte: Chapman (2019, p. 570).

- conquistas do casal Curie em relação à radioatividade e que destacassem curiosidades sobre as vidas pessoais e profissionais destes pesquisadores;
- situação do teatro científico no Brasil, destacando os principais grupos e suas produções.

As Figuras 30 e 31 apresentam o roteiro entregue aos alunos em maio de 2019 para dar-lhes orientações a respeito de suas pesquisas.

Figura 30 - Roteiro entregue aos alunos em maio de 2019 (I)

 <p>Colégio Estadual Júlio Salusse</p>	Aluno (a):	Turma: _00_
	ANO: º 2º BIMESTRE	Data: ___/05/ 2019
	Disciplina: Química	Professora: Patrícia de Contti
	ATIVIDADES EM QUÍMICA – ROTEIRO DE PESQUISA	

- Assuntos: Tabela Periódica; Descobertas do Casal Curie

Queridos Alunos

Em nossa primeira reunião sobre o Teatro Científico, combinamos de pesquisar sobre três temas:

1. A História da Tabela Periódica (1º ano)
2. A descoberta dos elementos Rádio e Polônio (2º ano)
3. O teatro Científico (3º ano)

Algumas sugestões de leitura:

Tabela Periódica:

TOLENTINO, Mario; ROCHA-FILHO, Romeu C.; CHAGAS, Aécio Pereira. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química nova**, v. 20, n. 1, p. 103-117, 1997.

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40421997000100014&script=sci_arttext

Sesquicentenário da Tabela Periódica de Mendeleev

http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc41_2/02-Editorial-41-2.pdf

Radioatividade:

PUGLIESE, Gabriel. Um sobrevôô no "Caso Marie Curie": um experimento de antropologia, gênero e ciência. **Revista de Antropologia**, v. 50, n. 1, p. 347-385, 2007.

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-77012007000100009&script=sci_arttext&tlang=pt

STRATHERN, Paul. Curie e a radioatividade em 90 minutos. Zahar, 2000.

<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=mJnvjYsKWjYC&oi=fnd&pg=PA6&dq=curie+e+a+radioatividade+em+90+minutos&ots=btYgRDtimu&sig=42mAR86N8842g3GBkcyYdGI3N0A#v=onepage&q=curie%20e%20a%20radioatividade%20em%2090%20minutos&f=false>

Teatro Científico:

MOREIRA, Leonardo Maciel; JUNIOR, Marcos Antonio de Abreu Lopes. CIÊNICA: divulgação da ciência e tecnologia por meio do teatro. **Revista Ciência em Extensão**, v. 11, n. 2, p. 140-150, 2015.

https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/1044

VENTURA, Bruno et al. Teatro no Ensino de Química: Relato de Experiência. 2018.

<http://rvq-sub.sbg.org.br/index.php/rvq/article/view/2220>

Com esta pesquisa, queremos abordar também:

- O momento histórico, social e cultural nos quais estas contribuições e descobertas aconteceram;
- Alguns aspectos humanos e curiosidades das vidas pessoais e profissionais dos cientistas envolvidos;
- O papel da mulher na ciência;
- O valor destas conquistas científicas para as nossas vidas atualmente;
- A importância da ciência e da arte.
- A história do teatro científico e os principais grupos teatrais brasileiros em atividade nas universidades e na educação básica.

Fonte: Acervo pessoal (2019).

Figura 31 - Roteiro entregue aos alunos em maio de 2019 (II)

Lembrando que queremos dados relevantes para criarmos nossas histórias com embasamento científico.
Vamos poder criar com liberdade sobre como queremos contar essas histórias,
mas precisamos criar acerca de fatos reais.

1. Dividam as turmas em grupos e pesquisem sobre os temas da sua série.
2. O que conseguirem com suas pesquisas será apresentado em rodas de conversas, por turmas, em um primeiro momento e, sem seguida, será compartilhado com os outros alunos das outras séries.
3. Prazo para as apresentações: 10 de junho de 2019, na aula de química.
4. Esta pesquisa, será parte da composição da sua média de disciplina. **O Trabalho valerá 3,0 pontos do 2º bimestre**
5. É necessário entregar uma parte escrita, contendo
 - Capa: Nome da Escola; Nome do Trabalho; Nome da Disciplina; Nome da Professora (0,2 pontos)
 - Contracapa: Nome dos componentes do grupo; turma (0,2 pontos)
 - Introdução: O que se pretende conhecer com a pesquisa feita (1 página). (0,3 pontos)
 - Desenvolvimento: Dados encontrados (2 a 3 páginas). (0,6 pontos)
 - Conclusão: Como essa pesquisa vai ajudar no projeto do Teatro (1 página). (0,3 pontos)
 - Referências bibliográficas: sites, livros, referências de onde vocês encontraram. (0,2 pontos)
 - Apresentação durante as mesas redondas; organização; originalidade; pontualidade (1,2 pontos)

Bom trabalho!!!!

Fonte: Acervo pessoal (2019).

4.2 MOMENTO 2: ENTREGA DAS PESQUISAS

As pesquisas sobre os temas geradores foram apresentadas por grupos de cada turma, em rodas de conversa, nas aulas de Química e corresponderam a uma das avaliações parciais do 2º bimestre. A turma 1005 de 1º ano do EM, pesquisou sobre a história da TP; a turma 2004 de 2º ano do EM trouxe informações sobre a descoberta da radioatividade e a contribuição do casal Curie em relação a esta descoberta; já a turma 3003 de 3º ano do EM ficou com a incumbência de trazer informações sobre o teatro científico e ideias de como poderiam abordar os temas geradores através dele. A Figura 32 retrata uma destas participações dos alunos durante as apresentações de seus trabalhos.

Figura 32 - Rodas de conversa



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Ao contrário do planejado, ao invés de nos reunirmos todos para uma roda de conversa entre os grupos, os resultados das pesquisas de uma dada série foram repassados para as demais turmas em suas aulas semanais da disciplina. O motivo desta mudança de planos foi o menor número de aulas do 2º bimestre, em função das três semanas destinadas às avaliações, às aulas e às provas de recuperação, onde um número reduzido de alunos participou presencialmente. Para resumir os principais temas das pesquisas, os alunos elaboraram apresentações em *power point* que foram exibidas e apresentadas pela professora, para as três séries.

4.3 MOMENTO 3: SEGUNDA REUNIÃO GERAL

Nesta reunião, que se deu no início do 3º bimestre, com muito suco e pipoca, exibiu-se o filme “Madame Curie” de 1943, baseado no livro de Ève Curie. Um clássico dirigido por Mervyn Leroy, estrelado por Greer Garson (Marie Curie) e Walter Pidgeon (Pierre Curie), indicado ao Oscar durante todos os anos entre 1940 e 1946 em diversas categorias, em preto e branco. Como a grande maioria dos alunos se mostrou muito interessada em assistir todo o filme que tem duração de 124 minutos, usou-se posteriormente um tempo de aula de Química para que cada turma pudesse terminar de ver toda a sequência de cenas e comentar suas impressões e suas ideias para representar a mesma história em seus roteiros para a peça.

Nesta aula, na qual conclui-se a exibição do filme, os alunos interessados em participar de um concurso, para escolha do melhor roteiro a ser encenado no ano seguinte, receberam uma ficha técnica para registrarem o resumo de suas ideias centrais no prazo de 20 dias.

4.4 MOMENTO 4: CONCURSO DE ROTEIROS

Embora a culminância do concurso de roteiros tenha sido programada para início de dezembro de 2019, por motivos diversos já apresentados no início do tópico 4, poucos alunos conseguiram encaminhar seus textos para análise e revisão.

Alguns professores de Artes e de Língua Portuguesa da escola, entre eles, Cimara Patti Silveira de Barros, Carlos Wagner Marinelle Francisco, Andrea Dutra Lima Donato e Suely de Fatima Lima Leal se mostraram dispostos a colaborar com a revisão dos textos, assim como a Professora Dra. Jussara Lopes de Miranda, associada ao Departamento de Química Inorgânica do Instituto de Química (DQI/IQ) da UFRJ e orientadora deste trabalho, porém, pelos motivos elencados anteriormente, estas correções foram adiadas para início de 2020, a fim de que outros alunos pudessem dar também as suas contribuições para a elaboração das peças. Foram realizados dois roteiros a saber: “150 anos da Tabela Periódica de Mendeleev” e “Entre linhas e curvas”.

4.5 MOMENTO 5: ENSAIOS E TÉCNICAS

Com esta etapa do projeto, pretendia-se motivar os alunos novos e os já apresentados à proposta do Teatro Científico, finalmente concluir o concurso de roteiros adiado e delegar a cada aluno a sua função na equipe, dentre elas as que se referem à escolha dos figurinos, à montagem dos cenários, à atuação nos palcos, à direção do espetáculo e à sua divulgação, entre tantas outras e, assim, todos poderiam colaborar, de acordo com suas aptidões pessoais, para que a apresentação acontecesse da forma planejada. Já que as turmas começaram muito esvaziadas, adotou-se a realização de reuniões semanais, de 1 hora a 1 hora e meia, para leituras, pesquisas e produções textuais. Esperava-se ainda, nesta etapa do projeto, complementar as ideias fantasiosas e criativas dos alunos, com mais informações de caráter científico, orientando suas pesquisas e fornecendo melhores fontes de busca de conteúdo. Em um destes encontros, discutiu-se o nome do grupo teatral e, entre as indicações, elegeu-se “Os Curie em cena!”. A Figura 33 apresenta imagens de uma dessas reuniões em 2020.

Figura 33 - Reunião semanal com alunos do grupo teatral



Fonte: Acervo pessoal (2020).

Os ensaios se iniciaram logo após a escolha democrática dos roteiros, em horários a combinar, até o final do 1º bimestre.

4.6 MOMENTO 6: APRESENTAÇÃO DAS PEÇAS

Segundo o cronograma elaborado para aplicação deste produto, no final de abril, ocorreria a pré-estreia, uma apresentação interna da peça escrita, montada e encenada pelos próprios alunos, para as turmas do EM do 1º turno, em local a combinar. A estreia se daria durante a Semana da Química na UFRJ, de 4 a 8 de maio de 2020. O distanciamento social, em decorrência da pandemia de Covid-19, impediu a realização integral dos momentos 5 e 6 desta sequência didática.

Programou-se que as avaliações dos resultados do uso do teatro de teor científico como metodologia ativa, no ensino de química, para a aprendizagem dos conteúdos TP, destacando-se a descoberta dos elementos Rádio e Polônio, se daria em enquetes realizadas com os alunos participantes e com o público presente durante as apresentações.

4.7 AS OFICINAS PARA APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Com a intenção de divulgar a sequência didática, produto desse mestrado, planejamos a participação em duas oficinas. A primeira recebeu o nome de “Oficina em 3 atos: jogos teatrais

no ensino de química”. Sua realização foi em agosto de 2023 e o público constituía-se de licenciandos em Química pela UFRJ e licenciados em diferentes disciplinas da área das ciências da natureza e educação, além dos membros do Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte (GIEESAA) e do Grupo Interinstitucional e Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão em Ciências (GIMEnPEC). A ficha técnica para esta oficina será apresentada a seguir.

Além dessa atividade, ocorreu em novembro, uma outra participação do nosso trabalho, também em forma de oficina, em um encontro científico chamado Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) ESTAÇÃO BIODIESEL, realizado na UFRJ, por iniciativa das Professoras Doutoras Jussara Miranda, Priscila Tamiasso-Martinhon, Célia Sousa e Grazieli Simões. Nesse evento para professores de Química e alunos da rede pública do município do Rio de Janeiro, tratamos do tema energia, baseado na radioatividade dos elementos rádio e polônio, descobertos pelo Casal Curie. O nome da prática foi “De onde vem essa energia?”.

4.7.1 III Confraternização Científica GIEESAA e GIMEnPEC

O objetivo da “Oficina em 3 atos: jogos teatrais no Ensino de Química”, realizada quando da III Confraternização Científica GIEESAA e GIMEnPEC, foi apresentar atividades motivadoras para posterior emprego de peças teatrais de divulgação científica, dentro de salas de aulas e escolas da educação básica.

Inicialmente, uma breve apresentação da proposta e das pessoas envolvidas. A tutora da oficina, vestida de Marie Curie, participa de uma entrevista com jornalistas, cujos nomes estão relacionados a elementos químicos e eles se apresentam como tais, suas roupas e microfones estão disponíveis para escolha, suas perguntas também foram previamente elaboradas e a cientista, ali representada, respondia a todos.

As perguntas e as respostas feitas à Marie Curie obtidas através da ferramenta *ChatGPT*. A figura 34 mostra o *Qr Code* com perguntas de 1 a 10 lidas pelos voluntários (APÊNDICE XX).

Figura 34 - *QR Code* com perguntas de 1 a 10 para cientista Marie Curie



Fonte: Acervo do GIEESAA (2023).

Em seguida, para o 2º ato, alguns voluntários, entre os presentes professores e alunos, recebem uma imagem de uma personalidade científica com o diálogo impresso atrás da foto. Chamou-se “Jogos teatrais: encenando de improviso conversas com Marie Curie”. Foram elaborados 5 roteiros, totalmente escritos com emprego de Inteligência Artificial (IA), ferramenta Chat GPT.

A seguir os QR Codes da proposta da oficina, dos roteiros e da avaliação realizada com os participantes. A Figura 35 é referente ao QR Code que apresenta a Proposta da Oficina proposta para a III Confraternização Científica do GIEESAA e do GIMEnPEC; o Ato 1 (Apresentação); o Ato 2 (Explicação do Narrador e Conversas entre os cientistas); as cenas 1, 2, 3, 4, 5, 6; e o Ato 3 (Ato final - Avaliação).

Figura 35 - *QR Code* com informações da oficina implementada durante a III Confraternização Científica do GIEESAA e do GIMEnPEC



Fonte: Acervo do GIEESAA (2023).

O terceiro ato referente à avaliação da atividade proposta, constitui-se de sentenças que deveriam ser julgadas afirmativamente (sim) ou negativamente (não). As questões foram respondidas de forma dinâmica com movimentos para direita e para esquerda, ou levantando uma das mãos, sentando-se ou permanecendo de pé, para dizer não e sim, respectivamente e, também, respondendo verbalmente com sim ou não. Apenas duas das perguntas apresentaram uma única resposta diferente das demais, todas as outras questões foram respondidas de forma unânime.

Uma das divergências aconteceu na resposta à seguinte pergunta: Após a realização do ato 1 da oficina, isto é, após se apresentarem com jornalista com nome e características de elementos químicos, você julgaria ser possível empregar o teatro científico em suas aulas, para abordar diversos conteúdos de Química e de outras disciplinas? Essa era a questão 3, primeiro item. Apenas uma pessoa respondeu que não.

A outra resposta diferente das demais, foi para a pergunta que pedia a opinião sobre ser ou não possível aplicar práticas como essa do teatro em todas as aulas. Apenas uma pessoa disse sim a essa possibilidade.

Ratificando a avaliação, todos responderam unanimemente sim para as seguintes questões:

- 1) O ato 1 alcançou o objetivo de apresentar a cientista Marie Curie de uma forma lúdica?
- 2) participando efetivamente ou apenas assistindo e interagindo, o ato 1 foi:
 - a) cansativo?
 - b) interessante?
 - c) motivador?
- 3) que mensagem o ato 1 deixou para sua prática pedagógica?
 - a) que não é possível discutir temas relevantes através da teatralização?
 - b) que esses diálogos podem ser mais bem elaborados para tratar qualquer tema científico através da arte?
 - c) no ato 2, para quem estava apenas assistindo e para os que atuaram, as falas foram claras?
- 4) as figuras dos rostos foram suficientes para a performance que se pretendia apresentar?
 - a) a representação os levou a pensar nesses possíveis encontros?
 - b) a atuação dos colegas foi essencial para a comunicação?
- 5) a partir destes jogos, seria viável escrever uma peça sobre:

- a) o papel da mulher na ciência?
 - b) química ambiental?
 - c) os efeitos biológicos da radiação?
 - d) os avanços tecnológicos alcançados a partir dessas descobertas?
- 6) por fim, quem gostou muito da oficina, por gentileza, dê dois passos para frente! Quem gostou um pouquinho, permaneça onde está. Quem não achou a proposta nem um pouco interessante, dê dois passos para trás.

Após essa avaliação diagnóstica, verificou-se que a oficina foi bem aproveitada, mas que há itens a melhorar, como os diálogos e as próprias questões avaliativas.

4.7.2 Participação do Teatro Científico na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - Estação Biodiesel

Nossa proposta de atividade para a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) Estação Biodiesel, chamada “De onde vem essa energia?” tratou de uma oficina para o emprego do teatro de cunho científico, realizada com alguns alunos da 3^a série do EM do Colégio Nacional - Quintino Bocaiúva. A Figura 36 é referente ao *Qr Code* que encaminha ao planejamento da oficina apresentada durante a SNCT, que ocorreu nos espaços formativos e de convivência coletiva da UFRJ.

Figura 36 - *QR Code* com informações sobre a oficina “De onde vem essa energia?”



Fonte: Acervo do GIEESAA (2023).

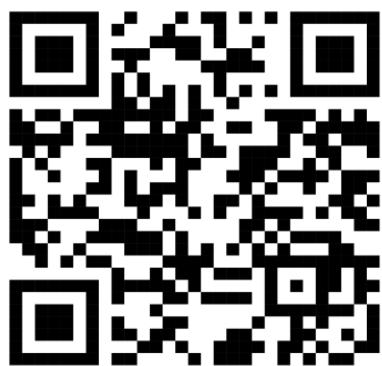
Por motivos diversos e alheios à nossa vontade, o tempo disponível foi menor do que 60 minutos e optou-se por fazer apenas a parte referente ao ato 2, dos diálogos entre as personagens escolhidas, e o ato 3, das avaliações orais. As Figuras 37 e 38 que se seguem trazem as imagens das apresentações durante os diálogos.

Figura 37 - A conversa entre Marie e Pierre Curie



Fonte: Acervo do GIEESAA (2023).

Figura 38 - A conversa entre Marie Curie, Pierre Curie e Henri Becquerel



Fonte: A autora (2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão a seguir são referentes à avaliação do primeiro momento, o primeiro encontro com os alunos para apresentação do teatro científico. Também são discutidas as dificuldades apresentadas durante a aplicação da sequência didática, por razões não diretamente ligadas à prática pedagógica, mas sim ao desfecho do ano letivo de 2019 e o início do ano letivo de 2020.

Como na maioria dos anos, o final de um ano letivo em uma escola estadual tem suas peculiaridades, muitos alunos se evadem por questões pessoais, e, dentre os que continuam matriculados, há os que, estando aprovados, com somatório de notas superior a 20,0 pontos anuais e com poucas faltas, e não frequentam mais as aulas ou, se frequentam, pouco produzem em termos acadêmicos, com raras exceções. Existem também os alunos que não terão mais chances de somar 20,0 pontos anuais pois tiveram baixos rendimentos nos bimestres iniciais e, portanto, já estando reprovados, se desmotivam e não participam das atividades; restando apenas um percentual mínimo de alunos que ainda contribuem participando ativamente das aulas. Especialmente em 2019, o ano letivo acabou bem mais cedo, com aplicação do ENEM no início de novembro e viagens culturais financiadas com verba do governo estadual, deste modo, o trabalho com o teatro produziu pouco neste período. Neste contexto de esvaziamento, a proposta foi aplicar toda sequência didática até agosto do ano letivo de 2020.

As duas aulas de Química semanais da grade curricular do EM na rede pública, se reduzem aproximadamente a 70 ou 80 minutos no 3º turno, por questões de segurança e transporte para os alunos retornarem às suas casas. A dificuldade de encontrá-los fora de seu horário de estudo é aumentada porque uma boa parte deles trabalha no contraturno. Estas questões não impedem a vontade destes jovens de participar de propostas desafiadoras, como esta do teatro, mas dificultam sua concretização.

Em 2020, mesmo com poucos alunos, houve empolgação e respostas positivas por parte de todos os envolvidos, isto é, alunos, professores e direção da escola. Assim sendo, optou-se pelo uso de textos, livros, artigos bem direcionados ao conteúdo que se desejava trabalhar, facilitando o trabalho dos estudantes fora da escola. Reservou-se então 15 minutos de cada aula da disciplina para avaliar o encaminhamento das etapas do projeto e mais uma aula mensal, para tomada de decisões e discussões em grupos.

Embora o início da aplicação do produto com os alunos, nos primeiros dias de fevereiro e março de 2020, tenha se apresentado produtiva e empolgante, a pandemia da covid-19 nos obrigou ao distanciamento, e tudo que caminhava como planejado e de acordo com o

cronograma de preparação, ensaios e apresentações, precisou aguardar o retorno presencial das aulas.

As aulas presenciais voltaram a acontecer no final do ano de 2021, mas grande parte dos alunos não retornou à escola, porque lhes era facultada a escolha pelo sistema híbrido, através de apostilas e aulas on-line. Em 2022, as aulas deveriam recomeçar normalmente, mas o afastamento por praticamente dois anos da escola, a falta de convívio social, aliada à pressão de uma camada da população negacionista e contrária às vacinas, geraram medo, apatia e descompromisso com a escola. O vínculo socioemocional que sempre havia sido preservado entre toda a comunidade escolar e a sensação de pertencimento àquele grupo, foram sendo desconstruídos com o período da pandemia de covid-19.

Os conteúdos que, obviamente, não foram apresentados satisfatoriamente durante a pandemia, além da aprovação quase automática formaram uma lacuna de dois anos na formação acadêmica desses alunos, que deveria ser trabalhada sem prejuízo de nenhuma para os estudantes. Isso gerava uma ansiedade coletiva, principalmente para os alunos concluintes do EM.

Para surpresa, repetindo a sequência didática, iniciada em 2019, com os novos alunos matriculados em 2022, a receptividade e a motivação foram as mesmas. Só que com cerca de 30 alunos, com baixa frequência, incorrendo em evasão e transferências de outras escolas para a nossa e vice-versa. Uma movimentação incomum em inícios de anos letivos. Chegamos a ter 10 alunos na 1^a série, 2 na 2^a série e cerca de 15 alunos na 3^a série do EM. Segundo Miranda e colaboradores (2009), a motivação dos alunos deve ser promovida a partir do emprego de atividades que priorizem a criatividade, a emancipação e tomada de decisões, no ambiente de sala de aula ou fora dele. Seguindo o raciocínio da autora, Miranda acrescenta que, ao impor excessivamente a disciplina com intenção motivadora, poderá ter efeito indesejado para e acarretar problemas de ordem social (aluno-professor-escola).

5.1 REFLEXÕES SOBRE A REUNIÃO GERAL (MOMENTO 1)

O planejamento inicial foi atravessado pelo confinamento social. Ele foi desenhado inicialmente para atender as demandas de alunos de 1º, 2º e 3º anos do CE, localizado em Nova Friburgo, região serrana do Estado do Rio de Janeiro. A escola oferece turmas a partir do 6º ano do Ensino Fundamental I (EF I) até o 3º ano do EM, em 3 turnos, manhã, tarde e noite, e situa-se em uma localidade que atende alunos cujas realidades socioeconômicas são bem diversificadas. Neste contexto, existem alunos da zona rural que enfrentam dificuldades de

transporte a cada chuva mais forte e que precisam ajudar as famílias em suas tarefas no campo, outros que moram em comunidades carentes e violentas nas proximidades da escola e aqueles que residem em áreas mais centrais, do bairro e da cidade. A maioria dos alunos pertencem às classes mais pobres, o que os obriga a trabalhar formal ou informalmente mais cedo ou, na pior das hipóteses, sucumbirem aos apelos do tráfico de entorpecentes. O curso noturno em especial é um turno de poucos alunos, com muita evasão e muitos problemas, principalmente o baixo rendimento e o elevado índice de reprovação, além de haver muitas faltas e pouco interesse pelos estudos. Para mantê-lo funcionando e continuar atendendo à comunidade a qual pertence, o corpo docente do CE é motivado a participar ativamente da elaboração de projetos e a buscar soluções criativas para envolver os estudantes em suas atividades.

O primeiro encontro com os alunos do EM do noturno do CE, reuniu cerca de 65 alunos muito interessados no assunto que estava sendo apresentado a eles. Durante o primeiro contato com o assunto teatro e teatro científico, eles demonstraram empolgação e curiosidade por todas as propostas, até o final desse momento 1.

O encontro ocorreu no refeitório da unidade escolar, previamente preparado para acomodar cerca de 65 alunos das três séries, em horário cedido pelos professores das demais disciplinas.

Durante todo o encontro, percebeu-se que, se a intenção era despertar o interesse dos alunos para o arte do teatro, principalmente, relacionando arte, história e filosofia da arte e da ciência , cultura e ciência, e, além disso, interesse pela leitura, pela pesquisa, e por todas as funções dentro prática teatral, nosso momento 1 nos levou a crer a ferramenta é eficiente.

Não temeram quando foram apresentados aos temas geradores, TP e a história de vida de Marie Curie e seus feitos pela ciência e pelo estudo da radioatividade. Entenderam que teriam que estudar bastante e, novamente, se mostraram empolgados e confiantes. Outro fato relevante foi a observação de que muitos gostaram de se apresentar e demonstrar seus talentos. Contavam suas profissões, seus hobbies, seus talentos. A autoconfiança de muitos deles se fez notar. Outros, muito tímidos e ansiosos, ainda resistiam, mas não se opunham.

As observações da práxis realizada estão em acordo com a percepção de Oliveira e colaboradores (2019), que em suas pesquisas defendem que a contextualização teatral científica é uma estratégia pedagógica que pode contribuir para o ensino de química, desde que seja planejada e executada de forma adequada, levando em conta os objetivos, os conteúdos, os recursos e o público-alvo.

5.1.1 Acerca da contextualização das percepções sensoriais (Etapa 1)

Ao responderem aos questionamentos iniciais, que foram feitos para fazê-los pensar no assunto, alguns quiseram falar suas respostas, outros apenas comentavam entre eles. Mas todos participavam. Como já era esperado, cerca de 90% dos presentes não conheciam o teatro, nunca haviam ido assistir a uma peça, nunca participaram de peças na escola e jamais tinham se sentido capazes de fazê-lo. Os outros 10%, 6 alunos, que já tinham ido ao teatro ou participado, apenas 2 se lembraram da experiência e gostaram, se lembraram do nome e do conteúdo da apresentação.

Essa realidade em cidades do interior, como Nova Friburgo, RJ, é muito comum, pois até pouco tempo atrás não havia espaços para apresentações teatrais. Na tragédia que se acometeu sobre a região serrana do Rio de Janeiro em 2011, o espaço Centro de Artes fechou. O teatro Municipal Laércio Ventura foi inaugurado em 2008 e interditado em 2011. Já o Teatro do Country Clube completou 40 anos em 2023, traz poucos espetáculos teatrais e estes eventos não são economicamente viáveis para a maioria da sociedade friburguense. Há também os palcos escolares que existem em grandes e tradicionais escolas privadas do município. Enfim, não é por falta de vontade que eles não conhecem essa arte, a maior causa é a falta de oportunidades para tal.

5.1.2 Acerca da expressão dos significados sensoriais (Etapa 2)

Ainda tímidos foram convidados a expressar seus sentimentos, suas percepções sensoriais. Esta segunda etapa da reunião foi denominada Expressão dos significados sensoriais.

As percepções sensoriais foram lidas aleatória e anonimamente para o grupo, que teceu comentários quando sentiam necessidade de fazê-lo. E a maioria encontrou dificuldade em revelar sensações em se expressar e não apenas emitir opiniões. Eles trocaram muitas ideias entre eles e conseguiram encontrar as suas próprias respostas. Assim, curiosos com as perguntas iniciais e com o que seria proposto a eles, foi pedido que registrassem suas primeiras impressões e sensações com fotos (Figura 39).

Figura 39 - Etapa 1: Contextualização das Percepções Sensoriais



Fonte: Acervo pessoal (2019).

A Figura 39 mostra os alunos durante estes registros por imagens em que, apesar do anonimato fornecido pela distorção das fotos, é possível evidenciar o sorriso no rosto dos envolvidos. Durante a leitura das respostas dos alunos, os verbetes tais como ansiedade, medo, entusiasmo e empolgação tomaram lugar de destaque. Eventualmente escreviam, impaciência, apatia e desinteresse. Estas respostas um tanto negativas não condiziam com o alvoroço no auditório e nem com a participação efetiva de uma boa parcela dos estudantes. não foi uma contagem estatística com o rigor necessário, pois muitos não quiseram se levantar para depositar sua resposta na urna, nem a apresentar em voz alta, mas calcula-se que em torno de 70% dos presentes, estavam gostando do tema.

5.1.3 Acerca da descoberta das potencialidades individuais (Etapa 3)

Propôs-se aos alunos um jogo teatral que usa um lençol branco iluminado por uma luz difusa. Um jogo de sombras e luz no qual os participantes devem passar por trás do lençol e manifestar seus sentimentos através de movimentos. Nessa prática, apenas 3 alunos conseguiram vencer a timidez, levantaram-se, atravessaram o refeitório e foram à frente das turmas e passaram por trás do lençol. Um deles só atravessou de uma ponta a outra, o outro pegou uma cadeira e sentou-se, depois saiu rápido e, o terceiro aluno, parou atrás do lençol e fez uma dancinha, imitou um movimento de arqueiros e dançou brevemente.

Fez-se silêncio durante a exibição do trecho de 10 minutos do vídeo da peça "Vingadores da Química", de Bruno Ventura, encenada pelo grupo Fanáticos da Química e apresentada no VIII Ciência em Cena, no Teatro Florestan Fernandes da UFSCar, em agosto de 2014. O silêncio para pipoca e suco de caju que a escola serviu, era interrompido pelas risadas.

Nos comentários que fizeram, foram relaxando e questionando sobre o que poderia ser dito, ou apresentado para ser teatro científico. Surpreenderam-se com a percepção que tiveram, que a arte poderia ser livre, romance, drama, humor, musical, o estilo do roteiro deve ser o melhor para estabelecer uma comunicação agradável com o público, o conteúdo abordado é que deve ser fielmente científico. Os temas devem ser fiéis à Ciência, mas a arte tem total liberdade de se expressar por qualquer estilo para contar as verdades científicas.

Durante o período reservado para a roda de conversa, eles pediram mais tempo do vídeo e comentaram as cenas. E a conversa chegou às diversas áreas profissionais dentro do teatro. O clima de curiosidade e ansiedade continuava o mesmo.

Recebemos um aluno do 2º turno, musicista, que apresentou uma música de sua autoria e salientou a importância da disciplina e do treino para se manter entre os músicos mais qualificados do nosso município. Depois da apresentação, os demais alunos, fizeram perguntas ao colega pianista e alguns declararam suas aptidões para música também, inclusive para o piano.

5.1.4 Acerca de caminhos profissionais (Etapa 4)

Os caminhos profissionais começaram com dinâmicas com intuito de explorar o potencial dos discentes. A Figura 40 mostra a dinâmica preparada para que os alunos expressassem, com movimentos rápidos, seus sentimentos diante da proposta feita. Neste jogo teatral, os voluntários deveriam passar por trás do tecido branco, contra a luz, e realizar algum movimento que dissesse aos demais como se sentiam ou simplesmente que superassem o receio de aparecer em público.

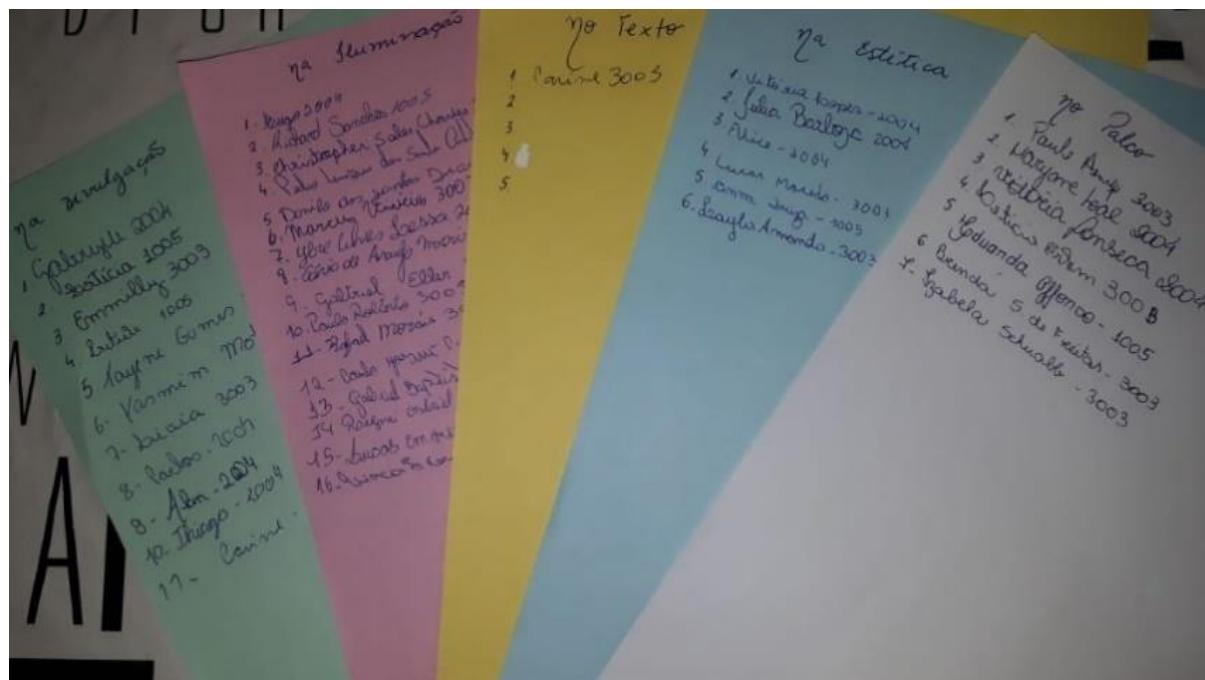
Figura 40 - Jogos Teatrais



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Dividiu-se as áreas de atuação em 5 grandes grupos, a saber: (1) Redação (no texto); (2) Estética (figurino, maquiagem); (3) Interpretação em cena (atores e atrizes); (4) Na divulgação (marketing, venda de ingressos; avaliação) e (5) Cenografia (iluminação, sonografia, cenário). Os dados quantitativos estão registrados na Figura 41, que ilustra o tópico referente à etapa 4 do momento 1. A Figura 36 traz uma lista com a escolha dos alunos por seus grupos afins.

Figura 41 - Lista de alunos divididos em grupos de atuação



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Pelas assinaturas recolhidas, verifica-se que 41 alunos assinaram as listas de opções. Entre elas, apenas 1 (uma) pessoa gostaria de trabalhar com a redação dos roteiros; 7 (sete) alunos escolheram trabalhar no atuando no Palco; com a parte de roupas, acessórios e maquiagem foram 6 (seis) candidatos; 11(onze) gostariam de trabalhar como divulgadores e avaliadores da apresentação e 16 preferiram ficar na área ligada à parte física do espetáculos, arrumar os cenários, as luzes, som. Cerca de 37% não registraram sua preferência nesse 1º momento. Mas o fizeram posteriormente, quando, em sala de aula, eu combinei que iria usar essa vontade para atividade para atribuir a cada participante, os 2,0 pontos correspondentes aos trabalhos em grupo, no 2º bimestre.

Neste ponto do encontro, convidou-se um adolescente de 14 anos, aluno do 2º turno da própria escola, para uma apresentação ao piano. Este aluno também frequenta a Casa da Música da Universidade Cândido Mendes, sendo considerado por muitos musicistas da região como

um virtuose. Apesar de muito jovem, já domina diversos instrumentos e se apresenta profissionalmente, inclusive com composições de sua autoria.

Após a apresentação musical, o aluno contou um pouco de sua história precoce com a música, sua rotina disciplinada de estudos e a vontade que o motiva a aprender sempre, além de se oferecer para participar da apresentação teatral. Durante esta roda de conversa, os alunos foram motivados a questionar a sua futura formação profissional e, intencionalmente, provocou-se a discussão a respeito da importância dessa escolha para o projeto de vida de cada um dos discentes. Foi essencial falar em opção, talento, trabalho e disciplina e, principalmente, de trabalho em equipe, e das diferentes realizações desejadas pelos alunos individualmente. Como são jovens do EM, em breve farão escolhas em relação às suas carreiras profissionais. Quanto mais conhecimento das diferentes áreas do conhecimento e maiores as chances de autoconhecimento, melhores as oportunidades que podem buscar e aproveitar em suas vidas. Segundo Richard (2005), são obtidos bons resultados em orientação vocacional as práticas que incluem autoconhecimento e exploração vocacional, baseados em métodos interativos e integrados, que dão o devido suporte aos orientandos. Assim, finalizamos a quarta etapa da reunião.

5.1.5 Acerca da pesquisa direcionada (Etapa 5)

Depois da apresentação do teatro, distribuiu-se aos estudantes um roteiro de pesquisa. Para que pudessem trocar entre si, quando da apresentação dos trabalhos, os dados de suas consultas e, para que estes fossem diversificados, dividiu-se os temas entre as séries.

Durante esta reunião, explicou-se que a 1^a série pesquisaria sobre a história da TP e os cientistas que contribuíram para sua construção; a 2^a série estudaria a radioatividade e pesquisaria sobre a vida e a obra de Marie Curie, enfatizando as descobertas dos elementos Rádio e Polônio. Já a 3^a série abordaria o tema Teatro Científico, trazendo o conceito e os principais grupos em atividade no Brasil, suas histórias e as peças mais conhecidas. O prazo para entrega foi de aproximadamente 30 dias e discussão ficou agendada para a próxima reunião, que seria o Momento 2 da sequência.

Durante o tempo reservado para as pesquisas, alguns poucos alunos procuraram por esclarecimentos e sinalizaram que não estavam conseguindo desempenhar a tarefa solicitada.

5.2 REFLEXÕES SOBRE A ENTREGA DAS PESQUISAS (MOMENTO 2)

Após o prazo de 30 dias, cada turma discutiu entre si os resultados de seus estudos, eles destacaram os pontos principais de todos os trabalhos e me entregaram o conteúdo impresso como solicitado.

Ao contrário do planejado, ao invés de nos reunirmos todos para uma roda de conversa entre os grupos, os resultados das pesquisas de uma dada série foram repassados para as demais turmas em suas aulas semanais da disciplina. O motivo desta mudança de planos foi o menor número de aulas do 2º bimestre, em função das três semanas destinadas às avaliações, às aulas de recuperação e às provas de recuperação, onde um número reduzido de alunos participou presencialmente. Para resumir os principais temas das pesquisas, os alunos elaboraram apresentações em *PowerPoint* que foram exibidas e apresentadas pela professora, para as três séries.

A análise das pesquisas, revelou, que muitos consultaram a mesma fonte e copiaram o mesmo trecho, outros pesquisaram em sites nada apropriados e trouxeram informações imprecisas sobre o tema, e poucos trouxeram dados relevantes para nosso avanço na montagem das peças. É importante salientar que nenhum grupo utilizou as fontes indicadas no roteiro de pesquisa.

A discussão dos resultados com as 3 séries precisou ser adiada, para que elaborassem melhor seus trabalhos. As pesquisas seguintes foram mais seriamente realizadas e foram resumidas e divulgadas em cada sala nas aulas de química.

5.3 REFLEXÕES SOBRE SEGUNDA REUNIÃO GERAL (MOMENTO 3)

O momento 3 foi tão aguardado pelos alunos que houve quase 100% de presença no dia da exibição do filme “Madame Curie” baseado no livro “Marie Curie: A biography”, obra de sua filha Ève Curie. O filme de 1943, é um clássico que teve a direção de Mervyn Leroy, estrelado por Greer Garson (Marie Curie) e Walter Pidgeon (Pierre Curie). Este filme tem 124 minutos, em preto e branco e é legendado. Esse encontro também teve a tradicional pipoca com suco de caju, e mesmo com os lugares bem apertados, todos ficaram até o final do turno, exceto aqueles que dependiam de transporte. Alguns estudantes pediram para ver o final do filme e todos aderiram a proposta. Depois do filme, todos já discutiam as cenas e os conteúdos de suas pesquisas. A Figura 42 traz a inscrição de um dos grupos concorrentes.

Figura 42 - Ficha técnica para inscrição no concurso de roteiros

 Colégio Estadual Júlio Salusse		Ficha Técnica do roteiro para Teatro Científico
Título do Roteiro:	Entre linhas e curas.	
Produzido por:	Isadora (3º ano), Ana Olívia (2ºano), Izabele (2ºano) ,Gabryele (2ºano), Hugo (2ºano), Maryane (2ºano), Alice (2ºano), Julia (2ºano), Ylre (2ºano), Felipe (2ºano), Nathan (2ºano), Ingryd (1º ano), Leonardo (1º ano), Leandro (1º ano), Eduarda (1º ano), Tauane (1º ano).	
Baseado em: (Referências bibliográficas)	<p>Fonte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://www.google.com/amp/s/escolaeducacao.com.br/amp/radio/ • https://www.google.com/amp/s/m.brasilescola.uol.com.br/amp/quimica/radio-um-elemento-radioativo.htm • https://www.infoescola.com/quimica/elemento-radio/amp/ • https://novaescola.org.br/conteudo/208/quais-sao-os-efeitos-da-radiacao-no-corpo-humano 	
Estreia em:	Abril/2020	
R e s u m o d o r o t e i r o	Introdução:	Nosso trabalho é um roteiro de um teatro científico, que tem como objetivo o aprendizado pedagógico da disciplina de Química do Ensino Médio (1º,2º,3º ano) do Colégio Estadual Júlio Salusse. Ele descreve a história de Marie Curie e seu envolvimento com a Química, com um tema medieval, como em um conto de fadas.
	Justificativa:	A nossa participação foi motivada pela professora Patrícia de Contti, professora de Química, que está cursando um mestrado nessa matéria e incentivou-nos a participar desse projeto, mas principalmente, pelo desafio de escrever uma peça de teatro e encenar, visando uma oportunidade de adquirir mais conhecimento e levar mais desse conhecimento científico à comunidade.
	Objetivos Gerais:	Nosso roteiro tem como objetivo contar a história de Marie Curie para os alunos de nossa escola e para a comunidade. Pretendemos, com o teatro, enriquecer nosso conhecimento científico e despertar o interesse das pessoas sobre o assunto.
	Tema Gerador:	Marie Curie.
	Descrição do Roteiro:	Contaremos em toda a peça a história de Marie Curie, que foi uma cientista e física polonesa, naturalizada francesa, que conduziu pesquisas pioneiras em todo o mundo no ramo da radioatividade. Foi a primeira mulher a ganhar o Prêmio Nobel e a única a ganhá-lo duas vezes. Sua maior contribuição para a ciência foi a descoberta da radioatividade e de novos elementos químicos. Em nossa peça, visaremos mostrar a contribuição de Marie Curie para a medicina, com a descoberta dos elementos Rádio e Polônio. Mostrar também as dificuldades que uma mulher tinha na comunidade científica naquela época e reconhecer a importância da mulher na ciência.
	Considerações Finais:	Este trabalho tem enriquecido muito nosso conhecimento a respeito do assunto, pois nos permite aprender de uma maneira mais dinâmica. Exige de nós, muito esforço e trabalho em equipe, mas apesar de nossas limitações, aumenta muito nossa criatividade e gosto pela ciência.

Fonte: Acervo pessoal (2019).

5.4 REFLEXÕES SOBRE CONCURSO DE ROTEIROS (MOMENTO 4)

Como o final do ano letivo se aproximava e a evasão, que é mesmo inevitável, sabia-se que não teríamos pessoas em número suficiente e empolgadas para dar continuidade ao texto dos roteiros, aos ensaios e às apresentações.

Desse modo, orientou-se que todos os interessados escrevessem, individualmente ou em grupos, a sua própria história sobre a TP e a vida de Marie Curie, sendo que poderiam receber

até 2,0 pontos pelo trabalho, no 4º bimestre. Apenas 1 aluno escreveu seu roteiro individualmente e, 1 único grupo com alunos das três séries, escreveu o outro.

O 4º bimestre na rede estadual de ensino é muito improdutivo. Há os alunos que somaram 20,0 ao longo do ano e não frequentam mais, porque estão aprovados. Há aqueles que não terão mais chance de alcançar 20,0 e já estão reprovados. Há uns poucos que ainda precisam de pontos e podem atingir os 20,0 com as notas do 4º bimestre, esses estão frequentando as aulas.

5.4.1 Acerca do Roteiro: “150 anos da Tabela Periódica de Mendeleev”

O aluno concluinte da 3ª série do EM consultou sobre a elaboração de roteiros e sobre a história da TP. Destacou nomes que trabalham mesmo na construção da TP. A seguir, o Quadro 6 apresenta o roteiro teatral original, não revisado, escrito pelo aluno PHSC, da turma 3003, 3º ano do EM. Ele escolheu abordar o tema TP, contando a história de um aluno que sai da aula de Química pensando sobre os conteúdos dados e, ao adormecer, sonha com um encontro informal entre Dalton, Newlands e Lecoq, que conversam sobre a história da TP.

Quadro 6 - Roteiro elaborado pelo aluno PHSC (sem revisão)

ATO ÚNICO	
CENA ÚNICA	
Personagens: Narrador; John Dalton; John Newland; Paul Emile Lecoq.	
Narrador	A tabela periódica está nas paredes de quase todos os laboratórios de química. O crédito para sua criação geralmente vai para Dimitri Mendeleev, um químico russo que, em 1869, escreveu os 63 elementos conhecidos à época em cartões e os organizou em colunas e linhas de acordo com suas propriedades químicas e físicas. Para celebrar os 150 anos deste momento crucial na ciência, a ONU proclamou 2019 como o ano internacional da tabela periódica. Mas a tabela periódica não começou, nem terminou com Mendeleev. Muitos tinham trabalhado na organização dos elementos. Vamos entrar mais a fundo nessa história!
John Dalton (empolgado)	— Olá, meu nome é John Dalton e eu tentei criar uma tabela com alguns símbolos bastante interessantes para os elementos.
John Newland (empolgado)	— E eu sou o John Newland, que também criou uma tabela igual a desse cara aí; (aponta o dedo para John Dalton). Só que eu classifiquei os elementos por suas propriedades.
John Dalton	— Mas o Mendeleev, o doido que criou a tabela...
John Newland (afirma)	— Não sozinho.

John Dalton (olha assustado)	— Enfim, ele pensou bem quando criou; deixou de fora alguns elementos...
John Newland (interrompe)	— Mas que absurdo! Fazendo as coisas pela metade.
John Dalton	— Continuando!!! Ele ainda não tinha descoberto alguns elementos...
John Newland (fala alto)	— BURRO!!!
John Dalton (indignado, questiona)	— Posso falar?
John Newland (suplica)	— Mas eu quero falar!
John Dalton	— “Tá” bom, fale.
John Newland	— Então você, eu e mais um pessoal resolvemos publicar a tabela assim mesmo; toda cagada.
John Dalton	— Não estava cagada
John Newland	— Fique quieto, que eu ainda estou falando! Mendeleev deixou espaços para completar as paradas. Até parece que ele previa alguma coisa.
John Dalton (contente afirmou)	— Mas surpreendentemente, sim, ele previu. Parecia que ele sabia das propriedades dos elementos que faltavam. Ele deixou um espaço para um metal desconhecido.
John Newland (indignado)	— Então quer dizer que esse doido supôs que um tal elemento teria o que, mais ou menos, 68 de massa atômica e densidade igual a $6\text{g}/\text{cm}^3$?
John Dalton	— Sim, mas também com ponto de fusão bem baixo. (E do nada surge alguém de trás das cortinas e já chega falando)
Paul Emile Lecoq	— Foi aí que eu isolei o Gálio, e certeza que ele se encaixou nesse espaço que estava faltando, com sua massa de $69,7$ e densidade de $5,9\text{g}/\text{cm}^3$ e que vira líquido na mão.
John Newland (assustado)	— Como assim? Quem é você?
Paul Emile Lecoq	— Ah! Desculpe, sou o Paul Emile Lecoq.
John Dalton	— Amigo meu que eu chamei, mas não imaginava que ia chegar de surpresa.
Paul Emile Lecoq	— Sem fugir do assunto, Mendeleev fez o mesmo para o Escândio, o Germânio e o Tecnécio.
John Newland	— “Tá” bom! Mas me explica essa parada do Gálio derreter na mão.
Paul Emile Lecoq	— Como eu disse ele tem um ponto de fusão muito baixo, logo, irá derreter na mão, ou seja, temperatura ambiente.
John Newland	— Ok! Compreendido.
John Dalton	— E como sabia que estávamos falando sobre a tabela periódica?
Paul Emile Lecoq	— Ouvi vocês falando quando eu vinha chegando.

John Dalton	— Então vamos continuar. As pessoas não estavam entendendo a tabela de Mendeleev, por ter ignorado alguns elementos.
Paul Emile Lecoq	— Que são eles os gases nobres; Hélio, Néon, Argônio entre outros.
John Newland	— Então, provavelmente daqui a alguns anos essa tabela pode estar atualizada? Com mais elementos talvez.
John Dalton	— Sim.
John Newland (exclamou)	— Eu sabia que eu não era burro! Então Paul e Dalton caíram na gargalhada.
Paul Emile Lecoq	— Mas vamos falar do que foi acontecendo em seguida...
John Dalton (interrompeu)	— Eu falo!
Paul Emile Lecoq	— Está bem, vai lá.
John Dalton	— Anos depois da publicação de Mendeleev, falando sobre tabela, houve muitos experimentos para gerar um layout alternativo para explicar melhor os elementos.
Paul Emile Lecoq	— As pessoas sugeriram algumas mudanças estranhas e muitas delas eram incríveis.
John Newland	— Como assim?
John Dalton	— Estava criando um jeito melhor de entender a tabela, só isso.
Paul Emile Lecoq	— Uma delas foi a espiral de Heinrich, que foi publicada em 1870, com o hidrogênio no centro e os elementos com massa atômica crescente espiralando para fora.
John Dalton	— E, também, tem uma outra tabela que foi desenvolvida em um formato bem estranho de halteres.
John Newland	— Esse eu sei, feito por Henry Basset em 1892.
Paul Emile Lecoq	— Isso. Porém, no século 20 a tabela se estabeleceu em um formato horizontal.
John Dalton	— E pela primeira vez, apareceram os gases nobres.
John Newland	— Gases nobres?
Paul Emile Lecoq	— São alguns gases que são difíceis de se combinar com outros átomos.
John Newland	— Entendi.
John Dalton	— Mas o Heinrich Werner tentou tirar uma ideia do livro de Mendeleev, deixando lacunas, embora tenha exagerado no trabalho de adivinhação como sugestões de elementos mais leves que o Hidrogênio e outro que se localiza entre o Hidrogênio e o Hélio.
John Dalton (afirmou)	— Logicamente nenhum deles existe! Paul e Newland dão gargalhadas...
Paul Emile Lecoq	— Mas gente, apesar dessa tabela estar praticamente pronta, ainda tem alguns ajustes a serem feitos...
John Newland	— Tipo?

John Dalton	— Tipo a versão de Charles Janet que o influenciou. Ele adotou uma abordagem de um excelente físico, usou uma teoria quântica recém-descoberta para criar um <i>layout</i> baseado em configurações eletrônicas.
John Newland	— Mas muitos físicos preferiam a tabela resultante da etapa esquerda.
Paul Emile Lecoq	— Curiosamente, Janet, um cara muito esperto, forneceu um espaço para os elementos até o número 120.
John Dalton	— Apesar de só existirem 92 à época.
Paul Emile Lecoq	— Mas temos atualmente 118.
John Newland	— Afinal, como ficou essa confusão toda?
John Dalton	— Então, a tabela moderna é na verdade uma evolução direta da versão de Janet.
Paul Emile Lecoq	— Os metais alcalinos e os alcalinos-terrosos foram deslocados da extrema direita para a extrema esquerda, para criar uma tabela ampla, ou seja, longa.
John Dalton	— E seu formato foi um problema por não caber muito bem em uma página ou um pôster.
Paul Emile Lecoq	— Portanto, por razões estéticas, foi cortado um bloco de elementos e colocado embaixo da tabela principal.
John Newland	— E...
John Dalton	— Chegamos à tabela atual.
FIM	

Fonte: Acervo pessoal (2019).

O script do Quadro 6 mostra, além do roteiro escrito pelo aluno concluinte do EM, sua criatividade e motivação, ainda no início de sua pesquisa sobre a TP. Destaca-se o empenho e o interesse para com a atividade proposta.

Ele citou Charles Janet(1892-1926) e Henry Basset(1892-1926), que apresentaram modelos alternativos para a classificação dos elementos, mas que, pela funcionalidade da chamada TP de Mendeleev, não sejam tão divulgadas fora do meio acadêmico. Citou também propriedades como densidade e massa atômica. Falou dos espaços vazios que a TP de Mendeleev reservava para elementos ainda não descobertos ou sintetizados. Ele não fugiu ao tema, só não calculou bem o tempo em que viveram esses cientistas. Percebe-se que quando Dalton faleceu em 1844, Newlands tinha apenas 7 anos, Lecoq tinha 8 anos, Mendeleev tinha 10 anos de idade e J. Charles e Henry Basset não haviam nascido.

Além disso, observa-se no texto do Quadro 6 que o aluno retratou uma certa animosidade entre os personagens, incluindo o desrespeito da fala e a desqualificação do colega pesquisador. Este relato subjetivamente pode ser considerado como um indicativo de possíveis dificuldades na relação entre este aluno e seus colegas, uma realidade muito presente nas

escolas. O olhar atento do docente permite que se faça as necessárias intervenções junto ao grupo dos discentes a fim de que discutam em sala esta animosidade, estimulando reflexões sobre a importância do respeito mútuo e da escuta ativa.

Infelizmente, estes roteiros foram entregues ao final do ano letivo e não foram propriamente discutidos com todos os alunos, uma vez que muitos já não frequentavam regularmente às aulas. Sendo assim, cabe-nos aqui sugerir que, diante da observação de uma possível dificuldade de relacionamento, como a que evidenciamos no texto do aluno, sugere-se que o professor, com uma postura proativa, convide toda a turma para compartilhar suas perspectivas e a compreender a relevância de valorizar as diferentes opiniões. Esse tipo de abordagem visa enriquecer o ambiente de aprendizado e fortalecer os laços entre os colegas. É crucial que se crie um espaço de diálogo e crescimento para todos os alunos, tornando o ambiente mais harmonioso e colaborativo, onde a animosidade seja transformada em oportunidade de aprendizado e reflexão.

5.4.2 Acerca do Roteiro: “Entre linhas e curas”

O roteiro elaborado por um grupo de alunos das três séries do noturno, usou um pouco de suspense e terror, para contar de forma romântica a história das descobertas do Rádio e do Polônio por Marie Curie. Neste roteiro Marie é uma bruxa que pode curar a rainha (mãe de Pierre) de doença muito grave e desconhecida. Becquerel era o guarda real e o pai de Pierre era o rei, então, Pierre Curie seria o príncipe. O roteiro traz ainda o uso da espectroscopia para descobrir o rádio, a obtenção do sal cloreto de rádio, e o quanto foi difícil isolar o metal rádio, foi preciso processar cerca de 1 tonelada de *pechblenda* para obter um décimo do grama de Ra. Ao final, ainda conta a trágica morte de Pierre Curie. O Quadro 7 apresenta o segundo roteiro original, não revisado, escrito coletivamente por alunos das 3 séries do EM, sendo uma das alunas do 2º ano, a principal colaboradora. Segundo eles, as descobertas de Marie Curie, uma espécie de bruxa, teriam poder de cura e seriam usados para salvar a vida de uma rainha, mãe de Pierre Curie, em um tempo medieval.

Quadro 7 - Roteiro elaborado coletivamente por alunos do EM (sem revisão)

Personagens: Narrador; Bruxa (Marie Curie); Príncipe (Pierre Curie); Rainha (Mãe do Pierre); Guarda (Antoine Henri Becquerel); Rei (Pai do Pierre); Médica.	
ATO 1	
Narradora	Esta, não é uma história como qualquer outra de conto de fadas. Não criem expectativas em um final feliz, pois tudo pode mudar de uma hora para outra. Tudo

	começa em um país grande e rico, que por uma grande tragédia, está quase a perder sua rainha. Então, sem mais delongas, vamos à história!
	Pierre entra no quarto da Mãe, e se abaixa ao lado da cama, olhando para ela com medo e tristeza. Junto a ele no quarto, estão a Médica e o Rei
Médica (olha para o príncipe)	— Ela não está melhorando, os sintomas estão piorando cada vez mais.
Rei	— Não há nada que possamos fazer?
Médica	— Sinto lhe dizer que já fiz tudo que estava a meu alcance. Ela não apresentou boas reações ao tratamento.
Príncipe (se levanta e olha para a Médica)	— Tente outro tratamento! Mude o remédio ou tente novos métodos!
	Médica fica em silêncio, olhando para o Rei
Rei (voz baixa e tranquila)	— Filho, acho que você sabe o que está acontecendo aqui. A doença da sua Mãe, não parece ser algo natural. Se trata de uma magia negra, difícil de ser revertida.
	Príncipe balança a cabeça indignado, e sai de cena
	(Em seguida o cenário muda, e agora o Príncipe está em seu quarto arrumando algumas malas)
Narradora	— Honra, coragem e persistência, o Príncipe possuía tudo isso. E ao ver sua Mãe debilitada na cama, decidiu que precisava fazer alguma coisa.
	O Guarda entra na cena, para na porta do quarto do Príncipe e bate nela
Guarda	— Alteza?
Príncipe (sem parar de arrumar as malas)	— Pode entrar.
	O Guarda entra no quarto e fecha a porta, voltando a atenção para o jovem
Guarda	— Eu estava preocupado com você, queria saber se está bem.
Príncipe	— Estou bem, na medida do possível
Guarda (caminha junto dele pelo quarto observando o que fazia)	— O que é tudo isso? Pretende sair? Alteza, seus pais sabem disso?
Príncipe (para o que fazia e olha para o Guarda)	— Não, não sabem.
Guarda (preocupado)	— Deveria ficar, sua mãe precisa de você.
Príncipe	— Sim, ela precisa de mim, e é exatamente por isso que eu estou saindo.
	O Príncipe pega a mala e vai em direção a porta, porém é parado pelo Guarda

Guarda	— Isso é loucura! Para onde vai? O que vai fazer? O melhor é ficar e...
Príncipe (interrompe a fala dele)	— Ficar e ver a minha mãe morrer aos poucos? Não obrigado. Eu vou partir, querendo ou não.
O Guarda solta ele, que continua a caminhar, mas para quando é chamado por Antoine	
Guarda	— Ao menos me deixe ir com você.
O Príncipe concorda e ambos saem de cena	
ATO 2	
Narradora	— E então partiram em uma noite de lua cheia, enquanto todos ainda dormiam. Quando a manhã chegou, a notícia logo correu pelos corredores em direção aos ouvidos do Rei, que ao descobrir, apenas pôde rezar pela segurança do filho.
O Príncipe e o Guarda entram em cena novamente, conferindo um mapa que estava em suas mãos	
Príncipe	— Tem certeza de que estamos no lugar certo?
Guarda	— Claro, o fazendeiro disse que só tem uma trilha até a casa da Bruxa. Já estamos chegando.
Os dois continuam andando até chegarem em frente a uma casinha de madeira na floresta, batendo na porta e esperando	
Bruxa (abre a porta para atendê-los)	— Pois não?
Príncipe	— Com licença, você é a Bruxa Marie Curie?
Bruxa	— Em carne e osso. E quem são vocês?
Guarda	— Viemos do palácio, estávamos precisando da sua ajuda.
Bruxa (ri)	— Do palácio? Desculpe, mas não me dou muito bem com a realeza, passar bem. (Vai fechar a porta, mas o Príncipe a impede)
Príncipe	— Espere! Por favor, ao menos nos escute. Minha mãe está morrendo com uma doença gravíssima, e ouvimos de um fazendeiro que você poderia nos ajudar com a magia negra!
Bruxa (mais interessada)	— Você disse, magia negra? Certo, podem entrar.
A Bruxa sai da frente da porta e eles entram no lugar, se sentam e começam a conversar	
Narradora	— Contaram tudo a ela, sobre a doença, os sintomas e o tempo que havia passado desde que a Rainha adoeceu. Resumiram tudo, pois cada segundo contava, e eles sabiam que estavam ficando sem tempo.
Bruxa	— Isso é algo bem incomum. Mas não posso tirar conclusões apenas pelo que me falaram, eu precisaria ir ver para saber exatamente se é ou não magia negra.
Príncipe (se levanta ansioso)	— Então vamos! Se formos agora podemos chegar lá antes de anoitecer.

Bruxa	— Não tão rápido. Mesmo que eu fosse e descobrisse, ainda não tenho garantias de que conseguiria salvá-la. Não seria melhor procurar outra pessoa, com mais experiência?
Guarda	— Nós procuramos, em várias cidades e localidades, ninguém podia nos ajudar. Você é a nossa última esperança.
A Bruxa pensou um pouco, insegura se deveria ir ou não	
O Príncipe se aproxima dela e segura suas mãos, se abaixando em frente a jovem para que ficasse da mesma altura	
Príncipe	— Marie, você parece ser uma pessoa muito talentosa. Peço que tente, eu posso ajudar você, com o pouco que sei sobre magia. É algo muito importante para mim.
Bruxa (fica meio sem reação, mas logo responde)	— Tudo bem, vou juntar o material.
Marie se levanta e começa a arrumar as coisas para a viagem, enquanto o Príncipe vai falar com o Guarda	
Guarda (sorri brincalhão)	— O que foi aquilo?
Príncipe (confuso)	— Aquilo o que? Ela vai nos ajudar, fico feliz por isso.
Guarda	— Parece estar mais feliz por ela ir, do que por ela nos ajudar.
Príncipe	— Ah, não, não... Está tirando conclusões precipitadas, nós nem ao menos nos conhecemos direito.
Guarda	— E precisa? Eu vi a forma como se olharam, suas almas pareciam conectadas de alguma forma.
Bruxa (com a mala feita)	— Podemos ir? Antes que eu mude de ideia.
Príncipe	— Claro, vamos o mais rápido que conseguirmos.
Saem da casa da Bruxa, e depois saem de cena	
ATO 3	
Narradora	— E assim foram para o castelo, chegando no horário previsto. Acompanharam Marie até a Rainha, que estava ainda mais doente.
Marie vai até a Rainha e começa a examiná-la, enquanto o Guarda, o Príncipe e o Rei ficam aguardando	
Rei	— Quem é essa jovem?
Guarda	— Uma bruxa.
Rei (surpreso)	— Uma bruxa?
Príncipe	— Sim, ela vai nos ajudar a encontrar a cura.

Um tempo depois, a Bruxa se aproxima deles com uma expressão séria e temerosa	
Príncipe	— O que descobriu?
Bruxa	— Não é magia negra. Nem sequer tem sinal de ser algo como isso.
Rei	— O que... Mas se não é magia negra, o que poderia ser?
Bruxa	— É isso que vou tentar descobrir. Não tenho muito tempo, então vou precisar de um local espaçoso e limpo para trabalhar, também vou precisar de alguns ingredientes para teste.
Rei	— Espera, como posso saber que não vai nos trair?
Príncipe	— Você não pode, mas entre me arriscar e tentar, a não fazer nada, prefiro a primeira opção.
Rei (suspira)	— Tudo bem, vou providenciar tudo isso.
Príncipe	— Venha comigo, vou te mostrar melhor o castelo.
O Príncipe sai de cena junto da Bruxa. O Rei olha para o Guarda sério	
Rei	— Fique de olho nela.
O Guarda concorda e sai de cena	
O local muda e agora estão no laboratório trabalhando em uma cura para a Rainha	
Príncipe	— Não acha que essa mistura vai ajudar em alguma coisa né? Você está fazendo errado!
Bruxa (com cara de insatisfação)	— E como seria a forma correta? Só estou testando, tenha calma.
Príncipe	— Você sabe que eu preciso de muito empenho, né? É a vida da minha mãe que está em jogo!
Bruxa	— É eu sei, mas se quiser realmente ajudar, só tenha calma! Você está muito estressado!
Ficam em silêncio por alguns instantes	
Príncipe	Você tem razão, desculpe. Não foi nada pessoal.
Bruxa	— Tudo bem, de verdade. Tudo bem.
Príncipe (voz baixa e cuidadosa)	— Sabe, essa não é a primeira vez que minha mãe fica assim. Teve outra vez que ela acabou quase morrendo, e um mago conseguiu curá-la com uma porção.
Bruxa	— Uma poção?
Cena muda e mostra a Rainha em seu quarto	
Rainha (expressão de dor)	— Dói tanto! Eu me sinto tão fraca.

Médica	— Se acalme Majestade, os analgésicos já irão aliviar sua dor.
Rainha (com uma expressão triste)	— Eu não sei se serei curada. Isso está parecendo tão sério, eu melhoro e logo depois pioro de novo, parece um ciclo vicioso.
Médica	— Não diga isso. Seu filho já encontrou a pessoa que procurava para lhe ajudar, ela logo vai encontrar o antídoto. Não perca a esperança!
Rainha	— Assim espero...
Bruxa entra no quarto da Rainha de forma repentina, junto do Príncipe	
Bruxa	— Majestade, eu gostaria que fosse até a minha sala de pesquisa.
Médica (surpresa)	— O que é isso? Ela está fraca, não pode se dar ao luxo de mudar de lugar assim.
Príncipe	— Sabemos disso, mas esses exames são de extrema importância para a conclusão do antídoto.
Médica	— Mesmo assim...
Rainha	— Eu vou.
A Rainha tenta se levantar e é ajudada pela Médica e o filho, sendo carregada até a sala onde Marie trabalhava	
Cena muda e eles estão no laboratório da Bruxa	
Bruxa	— Seu filho me contou que já havia ficado mal outras vezes, e que foi usado um remédio para curá-la. Então peguei algumas amostras do remédio que foi usado e fiz uma escalação dos elementos de base.
Rainha	— Consegui encontrar algo?
Bruxa	— Sim, algo terrível na verdade. Existe um elemento altamente tóxico e radioativo misturado a poção, eu nunca o vi antes.
Médica	— E quais os efeitos?
Bruxa	— Pelo que parece, pode acabar modificando as células do corpo. E é disso que eu suspeito que esteja sofrendo, uma mutação. Então farei alguns exames para confirmar.
Rainha	— Tudo bem, mas não demorem muito. Eu estou me sentindo muito cansada.
Narradora	— Assim, após diversos testes, passou a estudar mais a fundo a radioatividade e a realizar uma série de experimentos com dois minerais de urânio - o óxido de urânio e o fosfato de cobre e uranila.
Marie fica surpresa	
Bruxa	— Nossa! Então esses minérios são ainda mais radioativos que o próprio urânio metálico isolado!
Cena muda e o Príncipe e a Bruxa estão estudando no laboratório	
Bruxa (concluindo um experimento)	— Cheguei à conclusão de que há outro elemento radioativo presente nos minerais...

Príncipe	— Muito bom, estou impressionado de verdade.
Bruxa (sorrindo)	— Não é para tanto, mas agradeço.
Príncipe	— De verdade, eu acho você uma pessoa incrível. Tem nos ajudado muito durante todo esse tempo.
Bruxa	— Eu quem devo agradecer todo o carinho. Me receberam muito bem aqui.
Príncipe	— Você poderia ficar, já que gostou. Pode morar aqui, terá um quarto e um laboratório só seu.
Bruxa (insegura)	— Bem, vou pensar melhor sobre isso.
Príncipe	— O tempo que precisar!
Guarda entra no local	
Guarda	— Ei! Vamos fazer uma pausa? Vocês já trabalharam bastante nisso.
Bruxa	— Sim, já estou ficando com fome.
Narradora	— Entretanto, quando apagaram as lamparinas e iriam sair da sala. Viram sair de dentro do baú, uma luz forte e esverdeada. Desconcertados com o que poderia ser, voltaram até as pedras, notando que uma delas brilhava de forma intensa.
Guarda	— O que é isso? Por que está brilhando?
Bruxa	— Eu não sei, nem ao menos é um elemento mágico. Achei que fosse apenas de decoração.
Bruxa pega a pedra, e ao afastar do baú a luz se apaga	
Narradora	— Entretanto, algo estava errado. Sempre que afastavam a pedra do baú, o brilho sumia. Foi então que perceberam que o que causava aquilo, era a pedra do Rádio no escuro do baú.
Bruxa	— Essa pedra se chama Polônio, e quando colocada no escuro, acaba brilhando. Percebo que isso acontece pelo alto nível de radioatividade...
Príncipe	— Os núcleos dos átomos desse elemento se partem com muita facilidade. Partindo-se, libera partículas subatômicas que escapam do núcleo e vão se chocar com os elétrons localizados na periferia do átomo então a energia dos elétrons aumenta.
Bruxa	— Exatamente! Mas tem algo que não se encaixa, parece que tem mais uma substância nessa pedra... Preciso fazer alguns testes a mais...
Narradora	— E foi. Fizeram muitos testes, nunca dando certo, sempre dando errado e não dando em nada, foi quando chegaram no último experimento, conseguiram uma mistura de Cloreto de Rádio, realizaram uma análise espectroscópica na mistura que havia sido obtida e verificou-se o aparecimento de uma nova linha na região do ultravioleta; o que representou uma importante prova da descoberta do Rádio. Mas eles ainda não haviam conseguido isolar o Rádio; assim, o Marie e Pierre começaram essa tarefa a partir de uma tonelada de resíduos de pechblenda.
Cena mostra a Bruxa e o Príncipe perto de um experimento, ansiosos para o resultado, abrem a tampa de um pote que continha o experimento, chegaram mais perto, tiraram a tampa e viram que não tinha nada	

Marie com uma expressão decepcionada	
Bruxa	— Como pode não ter nada aqui? Devia ter alguma coisa...
Príncipe	— Eu não entendo, como isso pode acontecer?
Narradora	— Eles se decepcionaram, ficaram exaustos, tanto trabalho para nada, mas o que eles não sabiam era que tudo estava prestes a melhorar, bastava olhar melhor.
A cena muda, aparece a Bruxa, o Príncipe e a Médica no quarto da Rainha	
Bruxa	— Eu queria tanto poder te ajudar, mas lamento dizer que não deu certo...
Rainha	— Ah querida, não se preocupe, acontecerá o que tiver de acontecer!
Príncipe	— Isso não pode estar acontecendo, precisamos dar um jeito, não vou te deixar mãe.
A cena muda, agora a Bruxa e o Príncipe estão na sala de estar, tomando chá	
Bruxa	— Isso é muito estranho, eu jurava que teria algo ali, não dá para entender...
Príncipe	— Pois é, fiquei totalmente confuso.
Bruxa (com a expressão de uma pessoa que teve uma ideia)	— E se aquela mancha tiver algo? Será que ali pode ter o que precisamos?
Príncipe	— Bem lembrado, vamos analisar novamente?
Muda a cena, a Bruxa e o Príncipe estão analisando novamente o experimento	
Narradora	— Ao analisar novamente o experimento, descobriram que isolaram 1 decígrafo de Rádio puro.
Bruxa	— Não acredito que conseguimos, vamos conseguir curar sua mãe, só preciso fazer mais alguns testes e preparar o antídoto, logo ela estará bem.
Príncipe	— É um alívio ouvir isso!
O Príncipe beija a Bruxa, se afastam e ficam com uma expressão tímida	
Príncipe	— Desculpe, não devia ter feito isso.
Bruxa	— Tudo bem, não me importo. (deu um sorriso)
Príncipe (sorri com um olhar apaixonado)	— Acho que estou apaixonado por você, Marie... Não consigo parar de pensar em você, aceita se casar comigo? Sei que nos conhecemos a pouco tempo, mas preciso de você em minha vida...
Bruxa	— Sabe, eu penso o mesmo... Eu aceito, quero viver com você, por muito tempo!
Narradora	— Os testes foram concluídos, Marie e Pierre se casaram, conseguiram criar o antídoto para sua mãe e tiveram uma linda filha.
Cena mostra Marie, Pierre e a filha juntos. Em seguida saem, e entra o Guarda com algumas medalhas	

Narradora	— A Rainha conseguiu melhorar o suficiente para sair da cama, mas continuou o tratamento até se curar.
Cena mostra a Rainha caminhando pelo castelo com o Rei, feliz	
Narradora	— Mas nossa história não acaba aqui. Em um dia forte de chuva, enquanto o príncipe tratava de negócios na cidade, teve um fim trágico sendo atropelado por uma carroça misteriosa. Marie arrasada, tentou descobrir as causas de sua morte e dar continuidade aos experimentos que tanto gostavam, e por ironia da vida, contraiu a doença da rainha, por conta do Rádio, morrendo pouco tempo depois sem tratamento. Quem controlava a carroça? O que houve com a filha deles? Bem, isso fica para uma outra história.

Fonte: Acervo pessoal (2019).

O roteiro do Quadro 7 trouxe a fantasia e a magia para contar o que os alunos descobriram, em suas pesquisas iniciais, sobre a cientista Marie Curie e seu esposo Pierre Curie. O roteiro 2, realizado em grupo, foi mais elaborado, apresentando mudanças de cenários e variedade de personagens, empregando-se como base um pensamento imaginário alusivo à descoberta do rádio.

O texto “Entre linhas e curas”, associa a cientista Marie Curie ao misticismo de uma personagem bruxa. Esse associação é algo bem comum em nossa sociedade e é um dos mitos que tentamos destituir através do emprego do teatro científico, aproximando o mundo científico, das descobertas e de seus descobridores, à realidade de nossas comunidades escolares e ao público em geral, tornando inteligível o que antes parecia inalcançável e mágico. Através da valorização do trabalho de cada cientista, dos valores éticos e das demandas sociais que implicaram na relevância de suas pesquisas, busca-se com os roteiros de temática científica, tornar mais claro e acessível o conhecimento nas áreas das ciências.

Os alunos também destacam em seu roteiro, o uso da radioatividade como aplicação na saúde humana que é uma transposição da radioterapia para o tratamento da personagem acometida por uma doença terminal e incontrolável, o câncer. Neste aspecto, é possível perceber o quanto é necessária a discussão sobre os benefícios e malefícios das descobertas científicas, quais os ganhos e os danos que os processos envolvidos para obtenção e aplicação dessas descobertas. No caso específico da radioatividade, destaca-se suas outras aplicações como fonte de energia ou bélica, por exemplo, quais os benefícios de sua implementação e que riscos podem causar ao meio ambiente ou à humanidade.

Assim, encerramos o momento 4 dessa sequência didática, em 2019, mas com a intenção de dar prosseguimento ao concurso de roteiros, no início do ano subsequente.

5.5 REFLEXÕES SOBRE ENSAIOS E TÉCNICAS (MOMENTO 5)

Nesta etapa da sequência didática, tinha-se conseguido o espaço na escola para os ensaios e reuniões. Lamentavelmente, não houve chance de prosseguirmos, por conta da evasão no final de 2019 e da pandemia de covid-19 no início de 2020. De fato, aconteceram duas reuniões apenas com os alunos interessados em montar a peça com o roteiro que seria escolhido por eles.

As técnicas teatrais que pretendemos utilizar são aquelas que nos levarão ao aumento da autoestima do aluno, ao controle da timidez, à utilização da capacidade criativa, à socialização saudável. Pretende-se proporcionar condições de ampliar a consciência corporal, melhorar a comunicação e a capacidade de resolução de problemas. Entre elas arte cênicas, comédia, catarse, dialética, drama, estética, plateia, pantomima, a depender do tema, do público-alvo, e do tema a ser abordado. Não chegamos a ensaiar, portanto, não houve emprego de nenhuma das técnicas teatrais.

5.6 REFLEXÕES SOBRE APRESENTAÇÃO DAS PEÇAS E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS (MOMENTO 6)

Dentro da proposta da sequência didática elaborada para viabilizar o emprego do teatro científico na educação básica, esperava-se que tudo caminhasse dentro do cronograma previsto, mas muitos obstáculos surgiram e impediram qualquer tentativa de substituição da apresentação presencial de uma peça teatral. Pensamos em um teatro on-line, mas os alunos da rede estadual não acessavam as plataformas para as aulas, eles estudavam por apostilas. Pensamos em 2022, mas as turmas estavam esvaziadas. Sem os alunos, qualquer ferramenta pedagógica pode ser aplicada. Em 2023, fui readaptada para a função de auxiliar de secretaria, por motivos médicos, e a escola juntamente com a regional serrana II, decidiu fechar o 3º turno do CE em 2024, Sabendo disso, os alunos já se transferiram para outras unidades de ensino.

5.7 REFLEXÕES SOBRE AS OFICINAS PARA APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Como não foi possível implementar a SD em sua íntegra devido às dificuldades decorrentes da pandemia, foram realizadas transposições das mesmas para oficinas.

5.7.1 Acerca da III Confraternização Científica GIEESAA e GIMEnPEC

A etapa da caracterização é trabalhosa. A Figura 43 ilustra o *Making off* da Oficina realizada na III Confraternização Científica GIEESAA e GIMEnPEC e o resultado final dessa produção.

Figura 43 - *Making off* da Oficina realizada na III Confraternização Científica GIEESAA e GIMEnPEC



Fonte: Acervo pessoal (2023).

Esse teria sido o 1º ato, dar forma à personagem Marie Curie que seria a pessoa entrevistada pelos participantes, durante a oficina. A personagem também participaria com os voluntários de diálogos previamente elaborados. A Figura 44 a seguir, mostra dois voluntários performando como jornalistas em uma entrevista à cientista Marie Curie.

Figura 44 - Participantes atuando como jornalistas entrevistando Marie Curie



Fonte: Acervo pessoal (2023).

A Figura 45 traz a cena 1 do ato 2, uma conversa entre Marie, Irène, Ève e Pierre Curie.

Figura 45 - Participantes da oficina interpretando os personagens Irène, Ève e Pierre Curie.



Fonte: Acervo pessoal (2023).

Desse modo descontraído, podemos tratar de assuntos simples ou polêmicos e efetivamente construir conhecimento. Outro diálogo encenado no ato 2, cena 3, entre Marie Curie e Albert Einstein, está ilustrado na Figura 46 a seguir.

Figura 46 - Participantes da oficina interpretando Marie Curie e Albert Einstein

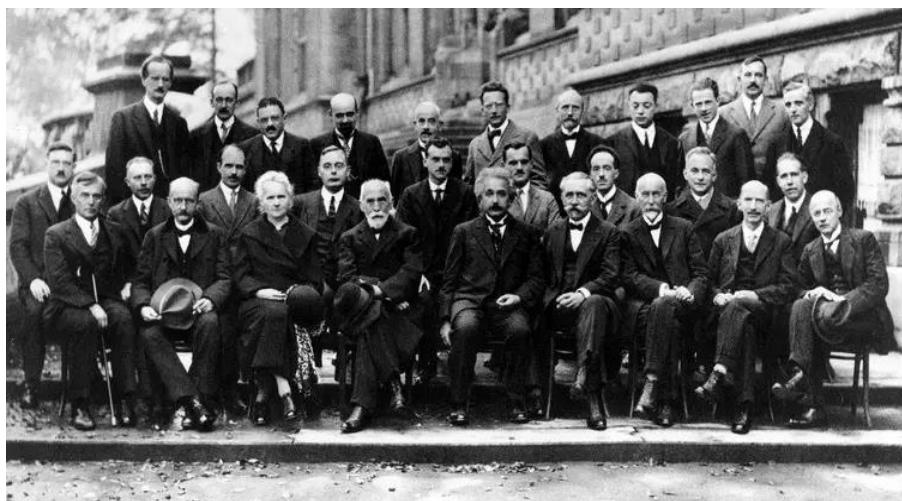


Fonte: Acervo pessoal (2023).

Esse diálogo representado na Figura 45 demonstrou a liberdade de improvisos, uso de cacos e a continuidade de assuntos. As atrizes nessa cena se permitiram criar, complementar a conversa, mas sem fugir à verdade.

A seguir uma imagem da Conferência da Solvay, em 1927, onde foram discutidos assuntos relacionados aos conceitos da teoria quântica, proposta recentemente. Entre tantas personalidades da sociedade científica do início do século XX, Marie Curie. Observe a foto reproduzida na Figura 47.

Figura 47 - Conferências da Solvay, em 1927



Fonte: Dias (2020, n.p.).

Ao final da oficina, os participantes se inspiraram na clássica foto acima, a reproduzindo parcialmente, resultando na Figura 48 a seguir.

Figura 48 - Participantes reproduzindo parcialmente Conferências da Solvay, em 1927



Fonte: Acervo pessoal (2023).

Após a excelente participação dos envolvidos, vide a Figura 48 anteriormente apresentada, todos receberam em agradecimento, uma pequena lembrança do evento e da atividade, sendo um cartão comemorativo e um frasco com purpurinas verde e azul metalizadas, este para representar o rádio de Marie Curie. Observe a imagem da Figura 49 na sequência.

Figura 49 - Registro impresso e afetivo entregue ao término da oficina



Fonte: Acervo pessoal (2023).

5.7.2 Acerca da participação do teatro científico na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - Estação Biodiesel

A nossa participação na SNCT – Estação Biodiesel deu-se através da oficina “De onde vem essa energia?”. Com poucos minutos, os alunos presentes já se dispuseram a participar e se apropriar dos diálogos, incluindo suas intervenções com muita propriedade e com muito questionamento sobre o comportamento dos cientistas envolvidos nas cenas, principalmente no que se referia a preconceito de gênero. A Figura 50 traz a primeira conversa encenada durante a oficina.

Figura 50 - Conversa entre Marie e Pierre Curie



Fonte: Acervo pessoal (2023).

No primeiro diálogo, entre Marie Curie e seu esposo Pierre, houve um abraço. Nos chama a atenção que, mesmo sem intimidade entre os participantes, não há resistência em participar das cenas. A Figura 51 ilustra um novo diálogo com mais um personagem, o cientista Henri Becquerel, além do casal Curie.

Figura 51 - Diálogo entre Marie Curie, Pierre.Curie e Henri Becquerel



Fonte: Acervo pessoal (2023).

Em uma terceira participação, duas alunas representam uma conversa informal entre Irène e Pierre Curie. A Figura 52 retrata esse momento.

Figura 52 - Diálogo entre Irène e Pierre Curie



Fonte: Acervo pessoal (2023).

O ato 3 dos nossos jogos teatrais tratou da avaliação da atividade. A avaliação diagnóstica e qualitativa se deu através de perguntas informais e respostas orais. A Professora Jussara Lopes de Miranda fez os questionamentos. A seguir estão redigidas as perguntas e as respostas na íntegra.

Quadro 8 - Questionamentos apresentados aos alunos após os jogos teatrais

Professora: O que você achou de ser Ève Curie por alguns minutos? Aluna 1: Engraçado!
Professora: E você? Gostou de ser Pierre? Aluna 2: Gostei. Realmente, foi muito bom ser machista por um tempo.
Professora: E você acha que foi melhor Pierre do que os outros dois Pierres? Aluna 2: Mas com certeza! Eu tenho muita fé em mim.
Professora: O que você achou de ser Irène Curie por alguns minutos da sua vida? Já tinha pensado nisso? Aluna 3: Não, nunca.
Professora: Mais compenetrada, cientista! Vai ganhar o prêmio Nobel depois, bem depois! Eu leio mãos, eu sei! Aluna 3: Ah! Tá bom!
Professora: Caramba, você foi filha da Marie Curie! Aluna 3: Caraca, que coisa!
Professora: O que você acha que as mulheres podem fazer na ciência? Aluna 3: Tudo.
Professora: Isso. Agora vamos entrevistar Pierre. Os Pierres são muito sorridentes, mal sabem eles! Você foi o primeiro Pierre, ficou emocionado ao lado da Marie Curie? Aluno 1: Fiquei! Fico mal de não ser o primeirão!

Professora: Eu devolvo depois! Aí, fala aí. o que você achou de ser Pierre por um dia?
Aluno 1: Foi muito bom!

Professora: Você foi um outro Pierre mais compenetrado no início, mas depois você ficou mais, bem mais à vontade no seu papel de Pierre. Inclusive tem a própria carinha! Você se sentiu Pierre?

Aluno 2: Eu acho que eu fui o melhor Pierre, o único. Tipo assim, acho que não existe melhor!

Professora: E, me conte aí o papo que você teve com o Becquerel. Como é que foi mesmo?

Aluno 2: Pô, ele tava menosprezando a minha esposa, sabia que a pesquisa era dela. Não foi legal não.

Professora: Foi legal sim, porque você defendeu muito! [Palmas]

Fonte: Acervo pessoal (2023).

Com essa conversa, foi possível identificar temas colaterais que chamam a atenção dos jovens e os assustam, como o machismo e a misoginia.

6 PRODUTO EDUCACIONAL

Desde o início deste trabalho, planeja-se deixar como legado uma sequência didática capaz de colaborar com a prática pedagógica de docentes interessados em utilizar o teatro como ferramenta para o ensino de ciências, especialmente da química. Com a clareza de não haver nenhuma SD completamente replicável, sem as adaptações inerentes a cada grupo de participantes, busca-se relatar a nossa experenciação com estudantes da educação básica. O diferencial proposto durante a aplicação dessa SD baseia-se na participação ativa dos discentes em todas as etapas da elaboração e da apresentação das peças teatrais. Porém, com os empecilhos já relatados, não foi possível concluir a SD como gostaríamos, com os nossos alunos em nossa própria escola e, por esse motivo, optou-se por levar nosso projeto, em forma de oficinas, para eventos científicos que também relatamos no desenrolar do trabalho.

Desse modo, o produto educacional do nosso projeto é um portfólio memorialístico que ilustra e descreve tanto a SD aplicada com o público-alvo inicialmente determinado quanto às oficinas das quais participamos.

A sequência didática em questão, apresentada no Quadro 9, para a montagem e apresentação do teatro de cunho científico, deve ser aplicada durante 2 bimestres letivos. Ela foi idealizada para que os alunos do EM executem todas as etapas do processo, sob orientação e tutoria de seu(sua) professor(a). Seguindo-se como sugestão os 6 momentos da sequência, é possível abordar temas pertinentes aos currículos de cada série, relacionando-os com os momentos históricos, às demandas da sociedade e às tecnologias disponíveis, com questionamentos éticos, políticos, ambientais e sociais de cada época e região. Em resumo, O Quadro 9 mostra a elaboração da SD.

Quadro 9 - Sequência Didática para elaboração e apresentação de esquetes de teor científico

Sequência Didática para emprego do Teatro Científico no Ensino de Química
Tempo total aproximado: 2 bimestres
<p>Temas das pesquisas científicas para a apresentação teatral: No caso do produto educacional exposto, escolheu-se como temas geradores, a história da Tabela Periódica e a vida e obra de Marie Curie. O tema a ser escolhido varia de acordo com as especificidades de cada planejamento, público-alvo e elenco.</p>

Momento 1: Reunião geral

Tempo: 2 aulas (100 minutos)

Público-alvo: Alunos das 3 séries do EM .

Programação da primeira Reunião em 5 etapas:

Etapa 1: Contextualização das percepções sensoriais (15 minutos) – Questionamento sobre conhecimentos prévios a respeito do teatro e do teatro científico; Registros das emoções dos alunos por fotos.

Etapa 2: Expressão dos significados sensoriais (15 minutos) – Os alunos registram seus sentimentos em poucas palavras e depositam suas anotações em uma urna. Estes registros são lidos e comentados abertamente, através de sorteio e anonimamente.

Etapa 3: Descoberta das Potencialidades Individuais (20 minutos) – Os alunos assistem, em vídeo, um trecho de uma peça já encenada por algum grupo de teatro científico brasileiro, a ser escolhido pelo docente com base no tema gerador de seu projeto, em seguida fazem seus comentários. Depois disso, assistem ao *PowerPoint* com informações sobre o Teatro Científico e são convidados a formarem seu próprio grupo e a encenarem seu próprio roteiro. A atividade também pode ser avaliada como parte da composição da nota da disciplina.

Etapa 4: Caminhos Profissionais (30 minutos) – Os alunos são convidados a participarem de jogos teatrais; em seguida, se dividem espontaneamente em grupos de atuação no teatro; e, por fim; participam de uma roda de conversa com um aluno da escola que é considerado um profissional da música clássica. Essa escolha também deve atender às necessidades de cada comunidade escolar. A opção que utilizamos em nosso projeto, tinha por objetivo, dar segurança aos alunos ao assistirem um colega mais jovem e tão bem reconhecido por seu talento, mas principalmente por sua técnica, disciplina e treinamento. Conseguimos, além disso, descobrir talentos e desejos profissionais de diversos estudantes participantes do grupo de teatro.

Etapa 5: Pesquisa direcionada (20 minutos) – Os alunos recebem modelos de roteiros teatrais e as devidas explicações para que realizem suas pesquisas científicas e elaborem seus scripts. Nas orientações, é válido indicar fontes de consulta sobre a construção de roteiros e a escolha do gênero teatral a ser adotado em sua apresentação.(Prazo de entrega: 30 dias)

Momento 2: Entrega das Pesquisas/Rodas de Conversa

1^a aula: As pesquisas são entregues por escrito e, após a correção, são devolvidas aos alunos para os ajustes necessários, com nova data de devolução.

2^a aula: Nesta nova data, os alunos discutem suas pesquisas com a turma, em uma roda de conversas, e destacam os pontos mais relevantes. Este resumo deve ser apresentado posteriormente em slides (*PowerPoint*) para que sejam exibidos para as demais séries. Desse modo, cada uma das turmas envolvidas, terá acesso ao conteúdo de todas as pesquisas.

Momento 3: Segunda Reunião Geral

Tempo: 3 aulas (150 minutos)

Material: TV; caixas de som; DVD do filme *Madame Curie* (1943), de direção Mervyn Leroy, estrelado por Greer Garson (Marie Curie) e Walter Pidgeon (Pierre Curie), baseado no livro de mesmo nome escrito por Eve Curie; suco e pipoca.

Os alunos assistem ao clássico do cinema, indicado ao Oscar nas categorias melhor filme, ator, atriz, fotografia em preto e branco, direção de artes e cenário, som e trilha sonora. Duração: 124 minutos (3 aulas).

A exibição do filme citado é opcional, mas sugere-se que outra opção de audiovisual sobre o tema escolhido seja adotado para que, através de diversas formas de comunicação, as informações sobre o tema estejam ao alcance dos participantes.

Com as pesquisas concluídas, os alunos são convidados novamente a se dividirem em grupos para participarem de um concurso de roteiros, com prazo de 20 a 30 dias. Os alunos recebem orientações sobre a elaboração de roteiros, como são escritos, a formatação, o conteúdo adequado ao público-alvo, a separação em cenas e atos. Mais uma vez são motivados a participarem com sua criatividade e com respeito à veracidade das informações que serão transmitidas em seus textos.

Momento 4: Concurso de roteiros

Os alunos apresentam seus textos para análise e decisão dos participantes. Os textos são revisados por alguns apoiadores voluntários, professores de Artes e de Língua Portuguesa da escola, por exemplo. O prazo para elaboração desses roteiros deve ser decidido pelo docente, com base em seu planejamento de aula e calendário escolar.

Momento 5: Ensaios e técnica

A montagem e ensaio da peça cujo roteiro deverá ser democraticamente escolhido, deverá acontecer em local adequado, de preferência onde serão realizadas as apresentações, para que haja preparação do espaço, com adaptação de iluminação, equipamentos de áudio, entrada e saída dos atores em cena e todos os detalhes necessários a um bom espetáculo. O tempo de ensaio deverá ser equivalente ao grau de dificuldade das cenas e ao número de atos, bem como deverá ser adaptado às disponibilidades do professor responsável e dos alunos envolvidos.

Momento 6: Apresentação das peças; Avaliação dos resultados

Proposição de apresentações das esquetes nos espaços formais, primeiro para outras turmas do próprio colégio e nos espaços não-formais que puderem ser oportunizados. A avaliação dos resultados poderá ser qualitativa, através de pesquisas com os alunos participantes do teatro e com a plateia.

Fonte: Autoria própria (2020).

O portfólio memorialístico com as etapas do desenvolvimento da nossa pesquisa é um material para tornar acessível a aplicação da SD e o emprego do teatro científico em aulas de Química ou em oficinas para divulgação científica, podendo ser utilizado por educadores interessados, com a liberdade de adequação que cada planejamento de aula requer. Entre as nossas participações, gostaríamos de destacar a primeira delas, no XVII Encontro Regional da SBQ-Rio 2019, na UFRJ. A figura 53 mostra os alunos da rede pública estadual de ensino, interpretando professores de Química e alunos, em uma aula sobre segurança no laboratório.

Figura 53 - Alunos convidados encenam uma peça teatral sobre segurança no Laboratório, no XII Encontro Regional da SBQ - Rio 2019



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Neste momento, alunos de diferentes unidades escolares e séries, inclusive desconhecidos entre si, são voluntários para participarem da encenação e para divulgarem o teatro científico pelo espaço do evento, com empenho, envolvimento, diversão e construção de conhecimento, já que muitos não conheciam um laboratório de química, as vidrarias expostas

ou as normas de segurança discutidas no texto.

A Figura 54 mostra a caracterização da professora Patrícia de Contti, vestida de Marie Curie, com a intenção de realizar a apresentação de posteres no encontro da SBQ.

Figura 54 - Marie Curie representada pela Professora Patrícia de Contti



Fonte: Acervo pessoal (2019).

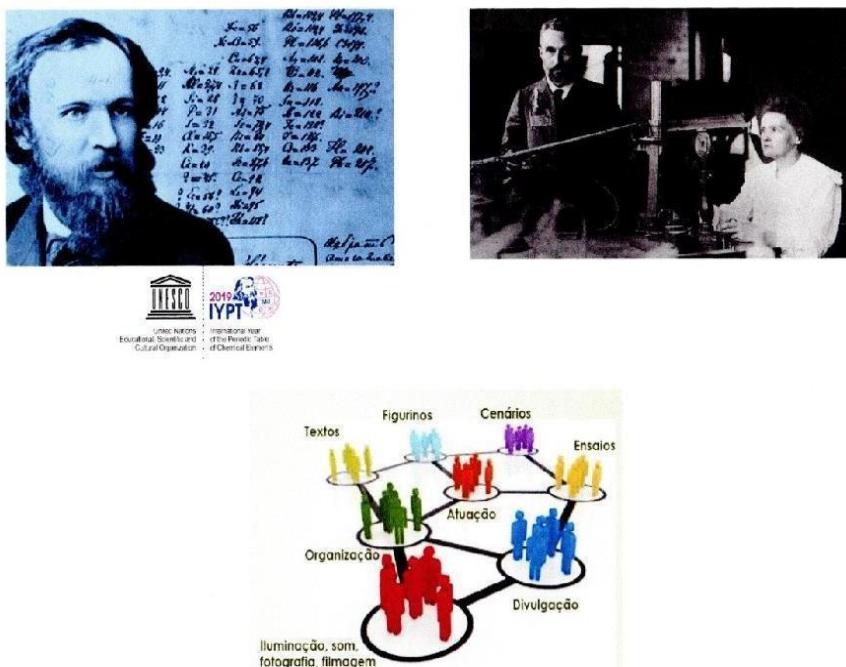
O tempo reduzido e o calor do dia da apresentação foram fatores que impossibilitaram a apresentação com a caracterização desejada, mas as Figuras 55 e 56 mostram algumas das imagens utilizadas nos cartazes dos posters apresentados durante o encontro.

Figura 55 - Cartaz do pôster apresentado no XII Encontro Regional da SBQ - Rio 2019 (I); Teatro Grego: tragédia e comédia; Habilidades desenvolvidas com o uso do Teatro Científico.



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Figura 56 - Cartaz do pôster apresentado no XII Encontro Regional da SBQ - Rio 2019 (II); Temas Geradores: 150 anos da Tabela Periódica de Mendeleev e descobertas do Casal Curie; Habilidades desenvolvidas com o uso do Teatro Científico.



Fonte: Acervo pessoal (2019).

As demais oficinas das quais participamos com a nossa proposta de empregar o teatro científico no ensino de química, estão descritas no corpo do trabalho e no portfólio memorialístico que elaboramos como produto educacional da nossa pesquisa.

7 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS

Ao se propor e utilizar a sequência didática, espera-se encantar os alunos com a arte do teatro e instigá-los com o tema gerador, de caráter científico, demonstrando que é perfeitamente possível aliar ciência e arte, como produções culturais e com o devido respeito aos diversos saberes envolvidos neste processo. A SD apresentou-se como um recurso pedagógico de grande valia para o trabalho, tendo em vista seu poder de organização das atividades e da liberdade permitida na criação e no planejamento destas, assim, despontando em uma educação dinâmica, interdisciplinar e contextualizada.

Esta atividade se propõe a ser mais um meio de expressão dos sentimentos dos alunos, deixando que se aproximem mais da natureza artística do Teatro. Espera-se também que eles se identifiquem com as diferentes áreas de atuação, segundo suas escolhas pessoais, suas habilidades específicas e seus anseios profissionais, para além deste projeto. A busca pela associação entre arte e ciência, através do teatro, extrapola a abordagem de conteúdos, atingindo as esferas sociais e econômicas. Como descrito anteriormente, muitos alunos não possuem acesso às produções artísticas, então, aproximá-los do teatro e ensino de química, de forma que eles mesmo possam participar ativamente, tornou-se fundamental para o sucesso das aplicações e da dinamização do processo de ensino-aprendizagem como um todo.

Pretende-se fornecer aos estudantes uma oportunidade de perceber que o talento precisa ser estimulado, que o sucesso profissional depende da dedicação e do esforço constante e que os sentimentos como o amor, a alegria e a satisfação devem permear todas as suas escolhas, pessoais e profissionais, a fim de que funcionem como estímulo para superação das dificuldades e para que resultem em novas buscas desafiadoras e em realizações para suas vidas. Dentro dessa visão, os alunos puderam se organizar e demonstrar suas potencialidades dentro das relações formadas pelo entrelaçamento arte ciência, bem como puderam experienciar os talentos de serem atores, diretores, roteiristas, entre outros, despertando interesses e aprendendo química, tendo seus esforços percebidos e com merecido reconhecimento.

Com a pesquisa científica, pretende-se desenvolver nos alunos a curiosidade sobre ciência, a visão crítica dos fatos e das descobertas científicas, o questionamento sobre a ética e os interesses políticos e socioambientais envolvidos nos trabalhos dos cientistas, em seus momentos históricos e culturais. É condição básica que o conteúdo científico abordado seja compreendido com propriedade e embasamento teórico suficiente que justifiquem o emprego da metodologia. Paralelamente ao aprendizado da TP, pretende-se situar cronológica, social e culturalmente as descobertas científicas, desmisticificando-se a ideia de que possam ser apenas

obras pontuais, de gênios com uma iluminação especial, fora do contexto real de uma sociedade que aponta quais tecnologias a ciência deve desenvolver naquele momento.

Espera-se que, a partir desta etapa da contextualização do uso do teatro com uma abordagem científica, os grupos possam relacionar as informações coletadas com a mensagem que se deve e que se deseja transmitir sobre eles à sociedade, de forma criativa, impactante e artisticamente satisfatória. Espera-se que todos entendam a importância das funções de cada indivíduo e de cada grupo para a execução do trabalho como um todo e que se sintam parte ativa de um processo de ensino-aprendizagem mais efetivo e colaborativo.

O produto educacional autoral deste trabalho buscou aprendizagem significativa não somente utilizável, mas essencial como instrumento para que se dê o ganho cognitivo no cenário onde o estudante é o impulsionador da construção do seu saber.

Através das perguntas que os alunos fizeram, passaram a inquirir depois das apresentações, de forma que, o teatro pode ser valorizado como método de ensino e a interatividade entre os professores e alunos representados foi relevante para os resultados deste trabalho.

Pode-se concluir que os objetivos foram desempenhados com sucesso, pois para o educador, uma das maiores tarefas é estimular a arte da observação e da análise, e a partir dos resultados obtidos é notório que o teatro científico conseguiu alcançar este objetivo.

Todavia, o arcabouço em questão, não buscou findar o tema, a fim de que novas investigações sejam levantadas acerca do assunto deste trabalho. Pretende-se a partir dessa pesquisa, influenciar novos grupos de discentes e docentes à prática teatral, com muitos temas diversos e inspiradores, históricos ou contemporâneos, demandas sociais, ambientais ou voltadas ao desenvolvimento científico-tecnológico ou aos valores éticos relacionados a esse desenvolvimento.

É discutido em nossa escola, a criação futura e perene do grupo “Os Curie em cena” para que mais estudantes e educadores se dediquem à arte e a ciência, sob uma abordagem D~D~A, pela qual todos somos aprendentes e divulgadores científicos.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. C. Rádio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 58-59, fev. 2010.
- AIDAR, L. Biografia de Irène Joliot-Curie. **Portal e-biografia**, 2022. Disponível em: https://www.ebiografia.com/irene_joliot_curie/
- ALMEIDA, C.; BENTO, L.; JARDIM, G.; FREIRE, M.; AMORIM, L.; RAMALHO, M.. Ciência e teatro como objeto de pesquisa. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 35-40, 2018.
- ALTMAN, M. 1902 – Pierre e Marie Curie isolam o elemento rádio. **História Ciências Saúde Manguinhos**, 2015. Disponível em: <https://www.revistahcsm.coc.fiocruz.br/1902-pierre-e-marie-curie-isolam-o-elemento-radio/>
- ALVES, R. **O dom da palavra**. 3 ed. São Paulo: Planeta, 2012. p. 105.
- BACICH, L.; MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2016.
- BARBACCI, M. Aprendizagem baseada em projetos (ABP): uma abordagem centrada no aluno para o ensino e a aprendizagem. In: Barbacci, M. (Org.). **Aprendizagem baseada em projetos: uma nova concepção de educação**. 1 ed. Brasília: UNESCO, 2002-2004. p. 29-47.
- BARROWS, H. S. Aprendizagem baseada em problemas na medicina e além: uma breve visão geral. **Novas direções para ensino e aprendizagem**, [S. l.], n. 68, p. 3-12, 1996.
- BERBEL, N. A. F. **Metodologia da problematização**: problematização e aprendizagem baseada em problemas. 3. ed. São Paulo: Papirus, 2011. p. 29.
- BIÃO, A. C. **Teatro de temática científica**: uma abordagem interdisciplinar. 1 ed. São Paulo: Hucitec, 2009.
- BRASIL. **Decreto de criação nº 8.432 de 22 de junho de 1962**. Diário Oficial da União, 22 jun. 1962.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Parte I - Bases Legais. Ministério da Educação, 2000a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 11 de junho de 2023.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Parte II - Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Ministério da Educação, 2000b. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf. Acesso em: 11 de junho de 2023.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação, 2000c. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 11 de junho de 2023.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Parte IV - Ciências Humanas e suas Tecnologias. Ministério da Educação, 2000d. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/cienciah.pdf>. Acesso em: 11 de junho de 2023.

BRASIL. **Decreto de transformação nº 31.282, de 16 de maio de 2002.** Diário Oficial da União, 17 maio 2002.

BRASIL. **Emenda Constitucional nº 95, de 15 de dezembro de 2016.** Altera o Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, para instituir o Novo Regime Fiscal, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2016.

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017.** Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho de 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília, DF: Presidência da República, 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** educação é a base. Ministério da Educação. Brasília: MEC, 2018.

BRIGGS, A. Who were history's top ten, red-hot power couples?. **National Geographic**, 2019. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.com/culture/article/top-ten-history-power-couples>. Acesso em: 10 dez. 2023.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: A Ciência Central.** 9 ed. São Paulo: Pearson Education, 2005.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; HAAG, R. Espectros e modelos atômicos. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, 2005.

CELEBRITIES PICTURES. **John Newland**, s. d. Disponível em: <https://www.picsofcelebrities.com/celebrity/john-newland/pictures/best-pictures-of-john-newland.html>. Acesso em: 10 nov. 2023.

CHAPMAN, K. The first synthetic element. **Nature**, [S. l.], v. 565, p. 570-571, 2019. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-00236-4>. Acesso em: 11 jun. 2023.

CIÊNCIA EM AÇÃO (2020). Disponível em: <<https://cienciaemacao.com.br/wp-content/uploads/2021/09/image-11.png>>. Último acesso em: 07/12/2023

CIÊNICA. **Fotos da capa.** [S. l.], 7 jun. 2017. Facebook: Instituto Ciência em Cena. Disponível em: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1535528643138181&set=a.468492605319312>. Acesso em: 30 out. 2023.

COELHO, F. J. F.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; SOUSA, C. (orgs.). **Educação em Ciências, Saúde e Extensão universitária.** 1 ed. Curitiba: Brazil Publishing, 2019. CONCEITOS DO MUNDO. **Modelos atômicos**, s. d. Disponível em: <https://conceitosdomundo.pt/modelos-atomicos/>. Acesso em: 10 dez. 2023.

- CONTTI, P. C. L. M.; SOUSA, C.; MIRANDA, J. L.; TAMIASSO-MARTINHON, P. Contextualização do teatro científico em educação ambiental. *In: WORKSHOP: EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENSINO DE QUÍMICA. Anais* [...]. Rio de Janeiro, 2020.
- CORDEIRO, M. D.; DE QUADRO PEDUZZI, Luiz Orlando. As conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 473-514, 2010.
- CUNHA, M. B. da. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.
- CURIE, Eve. **Madame Curie**, 1. Paris: Gallimard 938.
- DELORS, J. **International commission on education for the twenty-first century**. Learning: The Treasure within, 1996.
- DEMO, P. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): análise crítica e desafios. **Educar em Revista**, [S. l.], v. 31, p. 13-28, 2008.
- DIAS, F. Teorias da Física desenvolvidas a partir do século XX. **Educa Mais Brasil**, 2020. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/fisica-moderna>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- DINIZ, M. H. **O teatro na educação**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1995. p. 11.
- DOPEL STORE. **Erwin Schrödinger**, s. d. Disponível em: <https://www.doppelstore.com.br/caderno-erwin-schrodinger-fofo>. Acesso em: 09 dez. 2023.
- DURLAK, J. A.; WEISSBERG, R. P.; DYMICKI, A. B., TAYLOR, R. D.; SCHELLINGER, K. B. The impact of enhancing students' social and emotional learning: a meta-analysis of school-based universal interventions. **Child Development**, [S. l.], v. 82, n. 1, p. 405-432, 2011.
- ELDUQUE PALOMO, A. Z = 84, polonio, Po: El primer elemento químico descubierto gracias a su radiactividad. **An. Quím.**, v. 115, n. 2, p. 146, 2019.
- EWEN, S. **História do teatro**. São Paulo: Martins Fontes, 1991. p. 196.
- FABRI, P. H.. **A construção da tabela periódica**: Proposição de uma atividade lúdica com abordagens históricas, Ouro Preto, 2013. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.
- FAGUNDES, R. da C.; TRINDADE, J. M.; TRINDADE, J. M. MARTINS FILHO, A. M.; TAMIASSO-MARTINHON, P.. Transdisciplinaridade no Ensino de Química: Perspectiva Discente~Docente~Aprendente e reflexões suleadas pela Educação Ambiental crítica. *In: CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, IV, 2023, Diamantina (MG). **Anais** [...]. Diamantina: IV COBICET, 2023.

FERRETTI, C. J.; SILVA, M. R. da. A reforma do Ensino Médio no contexto da Medida Provisória n. 746/2016: Estado, currículo e disputas por hegemonia. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 39, n. 142, p. 1039-1062, jul./set. 2018.

FILATELIA HALIBUNANI. **Selo Quirguistão 2019 Tabela Periódica Dmitri Mendeleev Química UNESCO**, 2022. Disponível em: <https://filateliahalibunani.com/wp-content/uploads/2022/05/Selo-Quirgistao-2019-Tabela-Periodica-Dmitri-Mendeleev-Quimica-UNESCO.jpg>. Acesso em: 10 dez. 2023.

FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 38-44, 2004.

FLÔR, C. C. Extensão da Tabela Periódica e Projeto Manhattan: Histórias Tecidas numa Perspectiva Fleckiana. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, v. 6, p. 265, 2007.

FOGAÇA, J. R. V. Mendeleiev - O criador da Tabela Periódica. **Manual da Química**, s. d. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/cientistas-que-contribuiram-para-quimica/mendeleiev-criador-tabela-periodica.htm>. Acesso em: 10 dez. 2023.

FOGBIRD. Retrato de desenho animado isolado de John Dalton. **Deposit Photos**, s.d. Disponível em: <https://depositphotos.com/editorial/john-dalton-317739742.html>. Acesso em: 10 dez. 2023.

FRAZÃO, D. Pierre Curie. **Portal e-biografia**, 2021a. Disponível em: https://www.ebiografia.com/perre_curie/

FRAZÃO, D. Marie Curie. **Portal e-biografia**, 2021b. Disponível em: https://www.ebiografia.com/marie_curie/

FRAZÃO, D. Joseph John Thomson. **Portal e-biografia**, 2023c. Disponível em: https://www.ebiografia.com/joseph_john_thomson/

FRAZZETTO, G. Science on the stage: Recent plays on scientific topics show that science and theatre have more in common than it appears. **EMBO reports**, [S. l.], v. 3, n. 9, p. 818-820, 2002.

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. p. 104.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

GIJSELAERS, W. H. Connecting problem-based practices with educational theory. **New directions for teaching and learning**, [S. l.], n. 68, p. 13-21, 1996.

GIORDANI, L. C.; SOUZA, M. **A educação para a cidadania planetária: desafios e perspectivas**. São Paulo: Editora Cortez, 2020.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A.; HERSCOVITZ, V. E. Uma proposta para o ensino de Mecânica Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, p. 444-457, 2001.

GUIDE, F. C. F. **Flipped Classroom Field Guide**, 2023. Disponível em: <https://www.shortcutstv.com/wp-content/uploads/2023/06/Flipped-Classroom-Field-Guide.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2023.

GUIO, T. C. C.; DORSCH, G. C. Física de Partículas no ensino médio Parte II: Física Nuclear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, p. e20230067, 2023.

GUNDERSON, L. Science plays come of age. **The Scientist**, 2006. Disponível em: <https://www.the-scientist.com/daily-news/science-plays-come-of-age-47362>. Acesso em 02 de outubro de 2020.

IUPAC. Periodic Table of Elements. **International Union of Pure and Applied Chemistry**, 2022. Disponível em: <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>. Acesso em: 09 dez. 2023.

JÓFILI, Z. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. **Educação: teorias e práticas**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 191-208, 2002.

JONASSEN, D. H.; HUNG, W. (Eds.). **Aprender a resolver problemas científicos complexos**. Routledge, 2008.

KISHIMOTO, T. M.. O jogo e a educação infantil. In: Kishimoto, T. M. (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação**. São Paulo: Cortez, 1996.

LABEYRIE, J. **A física do futuro**: uma visão transdisciplinar. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2002. 24 p.

LAKATOS, I. History of science and its rational reconstructions. In: **PSA: Proceedings of the biennial meeting of the philosophy of science association**. Cambridge University Press, p. 91-136, feb. 1970.

LEITE, H. S. A; PORTO, P. Análise da Abordagem Histórica para a tabela periódica em livros de química geral para o ensino superior usados no Brasil no século XX. **Química Nova**, v. 38, n. 4, p. 580 – 587, 2015.

LIMA, A. L. L. Átomo. **Mundo Educação**, s. d. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/atomos.htm>. Acesso em: 09 dez. 2023.

LIMA, G. M. de; BARBOSA, L. C. A.; FILGUEIRA, C. A. L. Origens e consequências da tabela periódica, a mais concisa enciclopédia criada pelo ser humano. **Quim. Nova**, v. 42, n. 10, p. 1125-1145, [S. l.], nov. 2019.

LIMA, I. P. C. **Lise Meitner e a fissão nuclear:** caminhos para uma narrativa feminista. Orientador: Profa. Dra. Maria Cristina Martins Penido. 2020. Tese de Doutorado (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências - Faculdade de Educação - Universidade Federal da bahia, Salvador, 2020.

LOPES, M. Urânia – O Mineral Que Mudou A História. **Técnico e Mineração**, Tecnologia. 2015. Disponível em: <https://tecnicoemineracao.com.br/uranio-o-mineral-que-mudou-a-historia/>. Acesso em: 10 dez. 2023.

LORENZONI, M. Gamificação: o que é e como pode transformar a aprendizagem. **InfoGeekie**, 2016. Disponível em: <https://site.geekie.com.br/blog/gamificacao/>. Acesso: 02 de outubro de 2020.

MARIE CURIE WEEBLY. About Murie Curie. **Weebly**, s. d. Disponível em: <https://mariecuriedh.weebly.com/about.html>. Último acesso em 10/12/2023

MATERIAL PROPERTIES. **Polônio – Tabela Periódica – Propriedades Atômicas**, s. d.a. Disponível em: <https://material-properties.org/pt-br/polonio-tabela-periodica-propriedades-atomicas/>. Acesso em: 11 dez. 2023.

MATERIAL PROPERTIES. **Radium – Tabela Periódica – Propriedades Atômicas**, s. d.b. Disponível em: <https://material-properties.org/pt-br/radio-tabela-periodica-propriedades-atomicas/>. Acesso em: 11 dez. 2023.

MAZUR, E. **Peer instruction:** a revolução da aprendizagem ativa. Penso Editora, 2015.

MCCAC, Grupo. **Guia acessível em Libras**. Museus e Centros de Ciências Acessíveis, 2016-2023. Disponível em: <https://grupomccac.org/guia>. Acesso em: 11 jun. 2023.

MEDEIROS, J.; PERES, A.; BUEIRA, C. L.; BORGES, K. S. Movimento *maker* e educação: análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o ensino de Ciências na educação Básica. **Fablearn Brazil**, [S. l.], 2016.

MEDIA STORE HOUSE. **James Chadwick, British physicist C017 / 7111**, s. d. Disponível em: <https://www.mediastorehouse.com/science-photo-library/james-chadwick-british-physicist-c017-7111-9342217.html>. Acesso em: 08 dez. 2023.

MENDES, P. Breve história da Tabela Periódica. Escola de Ciências e Tecnologia. **Centro de Química de Évora**. p. 1-7, 2011. Disponível em: <https://quimicaparatodosuevora.blogspot.com/2011/03/breve-historia-da-tabela-periodica.html>

MIA. **Pequeno Organon para o Teatro, Bertolt Brecht, 1948**. Arquivo Marxista na Internet, Tradução Reinaldo Pedreira Cerqueira da Silva, 2018. Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/brecht/1948/mes/organon.htm>. Acesso em: 05 nov. 2023.

MIOTTO, R. Breve história da evolução da Tabela Periódica. **Guia dos entusiastas**, 2022. Disponível em: <https://gec.proec.ufabc.edu.br/o-que-que-a-ciencia-tem/breve-historia-da-evolucao-da-tabela-periodica/>. Acesso em: 08 dez. 2023.

MIRANDA, J. L.; MARTINHON-TAMIASSO, P.; GERPE, R. L. ; OLIVEIRA, R. F.; FARIA, P. S.; GONÇALVES, A. S. A Educação Ambiental na práxis do Antropoceno e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Química Nova na Escola**, v. 44, p. 126-136, 2022.

MIZRAHI, Salomon S. Mulheres na física: Lise Meitner. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, p. 491-493, 2005.

MOREIRA, L. M.; MARANDINO, M. Teatro de temática científica: conceituação, conflitos, papel pedagógico e contexto brasileiro. **Ciência & Educação**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 511-523, 2015.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1999. p. 13.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Tradução Eloá Jacobina. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 128.

MUSÉE CURIE. From Warsaw To Paris (1867-1891). **Université PSL**, 2011. Disponível em: <https://explore.psl.eu/en/discover/virtual-exhibits/marie-curie-1867-1934/warsaw-paris-1867-1891>. Acesso em: 10 dez. 2023.

NOBEL PRIZE. **Women who changed science**, s. d. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/womenwhochangedscience/stories/irene-joliot-curie>. Acesso em: 09 dez. 2023.

NÜSSLIN, F. Wilhelm Conrad Röntgen: o cientista e sua descoberta. **Physica Medica**, [S.l.], v. 79, p. 65-68, 2020.

OLIVEIRA, P. W.; PINTO, F. S.; PRATA, J. F. A.; COSTA, R. L.; BARBOSA, J. C.; SILVA, F. G. O.; MIRANDA, J. L.. Uma proposta de contextualização teatral científica sobre qualidade do ar no ensino de química. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 4, p. 118-134, 2019.

ORBITAL ATÔMICO, 2022. Wikipedia. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Orbital_at%C3%A3mico. Acesso em: 09 dez. 2023

PASACHOFF, N. Marie Curie – Polish Girlhood (1867–1891) Part 1. **American Institute of Physics**, 2000.

PAVIS, P. **Dicionário de teatro**. 3 ed. rev. e ampl. São Paulo: Perspectiva, 2008.

PELL, H. The Nobel Prize in Physics: Four Historical Case Studies. **Center for History of Physics**, 2019. Disponível em: https://www.aip.org/sites/default/files/Nobel%20Prize_LessonPlan_FINAL_0.pdf. Acesso em: 09 dez. 2023.

PIAGET, J. **A psicologia da inteligência**. Petrópolis: Vozes, 2013.

PINTO, A. S. da S.; BUENO, M. R. P.; SILVA, M. A. F. do. A.; SELLMANN, M. Z.; KOEHLER, S. M. F. Inovação Didática-Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias

Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com “peer instruction”. **Janus**, Lorena, v. 9, n. 15, p. 76-87, 2012.

PINTO, V. M. R. Reforma do ensino médio e o Novo Enem: desafios para a formação integral dos jovens. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 39, n. 142, p. 1063-1084, jul./set. 2018.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Rio Grande do Sul: Editora Feevale, 2013.

PROUST, M. **Em busca do tempo perdido**. Tradução Bernardo Gerson. São Paulo: Editora Globo, 2006. p. 164.

RICHARD, G. V. International best practices in career development: review of the literature. **International Journal for Educational and Vocational Guidance**, Dordrecht, v. 5, n. 2, p. 189-201, 2005.

RICO, R. Entenda o que é STEAM e como levá-lo para sua prática. **Nova Escola**, 2019. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18246/entenda-o-que-e-steam-e-como-traze-lo-para-sua-pratica>. Acesso em: 23 out. 2023.

RODGERS, R. **A emoção da descoberta**: como a ciência e a arte podem inspirar nossa criatividade. 1. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2002. p.11.

ROMERO, A. L.; CUNHA, M. B. Aspectos históricos para o ensino da tabela periódica dos elementos químicos. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, V. **Anais** [...]. Campina Grande, 2020. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/73987>

SACRISTÁN, J. G. **O currículo**: uma reflexão sobre a prática. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013

SARAIVA, C. C. **Teatro científico e ensino da química**. 2007. 171 f. Porto. Dissertação (Mestrado em Química para o Ensino) - Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 2007.

SAUL, A. M.; SAUL, A.. Contribuições de Paulo Freire para a formação de educadores: fundamentos e práticas de um paradigma contra-hegemônico. **Educar em Revista**, [S. l.], n. 61, p. 19–36, jul. 2016.

SILVA, M. C. da; SANTOS, M. das G. **Reforma do ensino médio**: desafios e perspectivas. 1 ed. São Paulo: Cortez, 2019.

SOARES, L. T. **Uma abordagem interativa para o ensino da Tabela Periódica**. Orientador: Profa. Dra Maura Chinelli; Prof. Dr. Marcelo Marques. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto de Química - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2019.

SPINARDI, J. D.; BOTH, I. J. Blended learning: o ensino híbrido e a avaliação da aprendizagem no ensino superior. **Boletim técnico do SENAC**, [S. l.], v. 44, n. 1, 2018.

- SZCZERBA, A. Maria Salomea Skłodowska - Árvore genealógica. **Geneanet**, s. d. Disponível em: <https://gw.geneanet.org/szcandre?iz=9&lang=pt&n=skłodowska&oc=0&p=maria+salomea&type=tree>. Acesso em: 09 dez. 2023.
- TAMIASSO-MARTINHON, P. Experiências Discente-Docente-Aprendente no Ensino-Aprendizagem de Química. **YouTube**, 09 de julho de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sh0ECqZudlg&list=LL&index=1>. Acesso em: 13 dez. 2023.
- THE JOSH ABRAHAM. **Science Heroes!** Portraits of scientists, inventors, explorers, and more, s. d. Disponível em: <https://thejoshabraham.squarespace.com/science-heroes>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- THE SCANDO REVIEW. **J J Thompson: The Discoverer of Electrons**, 2023. Disponível em: <https://www.thescandoreview.com/p/j-j-thompson>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- THOMAS, D.; BROWN, J. S. **A New Culture of Learning**: Cultivating the Imagination for a World of Constant Change. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2011.
- TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química nova*, v. 20, p. 103-117, 1997.
- TOM DA QUÍMICA. **Classificação Periódica Moderna**, 2012. Disponível em: <https://tomnaquimica.blogspot.com/2012/11/classificacao-periodica-moderna.html?m=1>. Acesso em: 09 dez. 2023.
- VALENTE, J. A.. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: Bacich, L.; Moran, J. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, p. 26-44, 2018.
- VALKURARE. File:Átomo de Rutherford.png. **Wikimedia**, 2021. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%C3%81tomo_de_Rutherford.png. Acesso em: 09 dez. 2023.
- VENTURA, B. **Os Vingadores da Química**. Youtube, 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=65Zxvtodm_w. Acesso em: 20 set. 2019
- VIANA, H. E. B.; PORTO, P. A. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, [S. l.], n. 7, p. 4-12, 2007.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1993. p. 117.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WIKIPEDIA. Ficheiro:Skłodowski Family Wladyslaw and his daughters Maria Bronislawa Helena.jpg, s. d. Disponível em:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Skłodowski_Family_Wladyslaw_and_his_daughters_Maria_Bronislawa_Helena.jpg#filehistory. Acesso em: 10 dez. 2023.

YAVUZ, N. Vector illustration of scientist Ernest Rutherford in cartoon style. **Shutterstock**, s. d. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-vector/vector-illustration-scientist-ernest-rutherford-cartoon-1586974954>. Acesso em: 09 dez. 2023.

ANEXO A: CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEATRO CIENTÍFICO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL – WORKSHOP EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENSINO DE QUÍMICA (WEAQ – 2019)



Workshop Educação Ambiental e o Ensino de Química – WEAQ 2019
Dias 12, 13 e 14 de junho de 2019

Contextualização do teatro científico em educação ambiental

**Patrícia Cabral Lima Medeiros de Contti^{1,2,3}, Célia Sousa^{2,3}, Jussara Lopes de Miranda^{2,3,4},
Priscila Tamiasso-Martinhon^{2,3,4}**

¹ Colégio Estadual Júlio Salusse, Nova Friburgo, R.J.

² Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, PROFQUI, UFRJ.

³ Instituto de Química, CCMN, UFRJ.

⁴ Programa de pós-graduação em Ensino de Química, PEQUI, UFRJ.

Palavras-Chave: teatro científico, educação ambiental, ensino de química.

Introdução e Objetivos

O emprego da teatralização científica como metodologia pedagógica permite que os conteúdos programáticos de uma determinada disciplina sejam abordados. Através dessa metodologia várias competências discentes podem ser desenvolvidas, como a cooperação, a proatividade, o exercício da criatividade, a sensibilidade, entre outros. Outro aspecto importante que deve ser destacado é o fato de que através do teatro os alunos poderão ter contato com diferentes profissões necessárias à realização de uma peça, a saber: direção, redação, iluminação, coreografia, cenografia, dança, música, entre outras (CAMPANINI; ROCHA, 2018).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a proposta de uma sequência didática, que aborda a educação ambiental em química mediada pelo uso do teatro científico aplicado ao ensino. O tema gerador escolhido foi a divulgação científica da descoberta dos elementos radioativos contada através da trajetória de vida de Marie Curie.

Os referenciais teóricos selecionados para a construção do trabalho se deram a partir da triangulação entre o protagonismo e temas geradores propostos por Paulo Freire (1996), a aprendizagem social de Albert Bandura (1977) e o paradigma da complexidade inspirada em Edgar Morin (2000). O público alvo a ser atingido pelas atividades propostas serão os alunos do ensino médio regular do município de Nova Friburgo.

Metodologia

A sequência didática desenvolvida empregou o teatro científico como metodologia pedagógica e abordou como temática estruturante a descoberta dos elementos radioativos polônio e rádio, através da trajetória de vida de Marie Curie e de todos os avanços científicos, sociais e ambientais envolvidos. A sequência didática elaborada foi subdividida em seis etapas, sendo essas: (1) Contextualização das

percepções sensoriais; (2) Expressão dos significados sensoriais; (3) Descobertas das Potencialidades Individuais; (4) Caminhos Profissionais; (5) Pesquisa direcionada; (6) Elaboração de esquetes contextualizados em Educação Ambiental. Na sequência cada etapa será melhor detalhada.

ETAPA 1: Contextualização das percepções sensoriais – O Teatro Científico será apresentado aos alunos através de slides e alguns vídeos de peças já encenadas e reconhecidas e as emoções sentidas por eles deverão ser registradas em fotos.

ETAPA 2: Expressão dos significados sensoriais – As emoções vivenciadas pelos alunos deverão ser registradas em palavras e depositadas em uma urna. A socialização desses sentimentos se dará de forma natural e espontânea.

ETAPA 3: Descobertas das Potencialidades Individuais – Nesta etapa, os alunos se expressarão por movimentos corporais e escolherão seus grupos de atuação, dentro da atividade teatral, de acordo com suas habilidades e talentos próprios.

ETAPA 4: Caminhos Profissionais – O grupo de estudantes será convidado para uma roda de conversa com um profissional da Música Clássica, e estimulado a questionar sobre sua própria formação profissional. Uma nova foto, agora em grupos, será feita para registrar as novas emoções que se somaram às iniciais, após as vivências do encontro realizado.

ETAPA 5: Pesquisa direcionada sobre Tabela Periódica socioambiental – Com os grupos de atuação inicialmente formados, serão distribuídos os temas específicos para elaboração da pesquisa científica sobre o tema gerador, considerando-se os aspectos histórico, cultural, ético, social e ambiental.

ETAPA 6: Elaboração do material pesquisado em forma de esquetes contextualizados em Educação Ambiental – Após a coleta de dados, os alunos serão novamente reunidos para a montagem das peças.



Workshop:
Educação Ambiental e o
Ensino de Química



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Certificamos que o trabalho completo intitulado **CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEATRO CIENTÍFICO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL** de autoria de **PATRÍCIA CABRAL LIMA MEDEIROS DE CONTTI, CÉLIA SOUSA, JUSSARA LOPES DE MIRANDA E PRISCILA TAMIASSO-MARTINHON** foi apresentado oralmente na Roda de Conversa durante o Workshop Educação Ambiental e o Ensino de Química, realizado de 12 a 13 de junho de 2019, no CCMN-UFRJ.

Patrícia Cabral Lima Medeiros *Célia Sousa*
 Comissão Organizadora
 Workshop Educação Ambiental e o Ensino de Química

**ANEXO B: O TEATRO CIENTÍFICO EMPREGADO NO ENSINO DE QUÍMICA
COMO METODOLOGIA ATIVA NA APRENDIZAGEM DA TABELA PERIÓDICA -
XVII ENCONTRO REGIONAL DA SBQ – RIO 2019**



Disponível em: <<https://sbqrj.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Patr%C3%A7ia-Cabral-Lima-Medeiros-de-Contti.pdf>> Acesso em: 11 dez. 2023.

**ANEXO C: SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO O EMPREGO DO TEATRO
CIENTÍFICO PARA A APRENDIZAGEM SÓCIO-HISTÓRICA DA TABELA
PERIÓDICA – IV JALEQUIM - 2021**

Verifique o código de autenticidade 9449005.570459.443176.7.3372200623073348616 em <https://www.even3.com.br/documents>



CERTIFICADO

Certificamos que o Resumo intitulado **SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO O EMPREGO DO TEATRO CIENTÍFICO PARA A APRENDIZAGEM SÓCIO-HISTÓRICA DA TABELA PERIÓDICA** de autoria de Patrícia Cabral Lima Medeiros de Contti, Priscila Tamassio Martinhon, Jussara Lopes De Miranda, Angela Sanches Rocha e Célia Sousa, foi apresentado no evento **IV ENCONTRO NACIONAL DE JOGOS E ATIVIDADES LÚDICAS NO ENSINO DE QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA (JALEQUIM LEVEL IV)**, realizado no período de 19/04/2021 a 23/04/2021.

Rio de Janeiro, 23 de abril de 2021.


Presidente da Comissão
Organizadora do JALEQUIM
Level 4

CONTTI, P. C. L. M. de *et al.* SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO O EMPREGO DO TEATRO CIENTÍFICO PARA A APRENDIZAGEM SÓCIO-HISTÓRICA DA TABELA PERIÓDICA. In: Anais Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia. Anais...Rio de Janeiro (RJ) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021.

Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/jalequimlevel4/330518-sequencia-didatica-envolvendo-o-emprego-do-teatro-cientifico-para-a-aprendizagem-socio-historica-da-tabela-period>. Acesso em: 10 dez. 2023.