



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE QUÍMICA

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL**

DISSERTAÇÃO

**A construção do conhecimento científico em sala de aula
através das experiências e do cotidiano dos alunos**

AGUINALDO PEREIRA DOS SANTOS

RIO DE JANEIRO -RJ

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

**A construção do conhecimento científico em sala de aula
através das experiências e do cotidiano dos alunos**

AGUINALDO PEREIRA DOS SANTOS

Sob a Orientação da Professora

Andressa Esteves de Souza dos Santos

e Coorientação da Professora

Vanessa Gomes Kelly Almeida

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Química, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), área de concentração em química.

Seropédica, 04 de novembro de 2023

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237c Santos, Aguinaldo Pereira dos , 1966-
A construção do conhecimento científico em sala de
aula através das experiências e do cotidiano dos
alunos / Aguinaldo Pereira dos Santos. - Rio de
Janeiro, 2023.
56 f.: il.

Orientador: Andressa Esteves de Souza dos Santos.
Coorientadora: Vanessa Gomes Kelly Almeida.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI),
2023.

1. Aprendizagem. 2. Construtivismo. 3. Educação não
formal. I. Santos, Andressa Esteves de Souza dos ,
1975-, orient. II. Almeida, Vanessa Gomes Kelly, 1983
, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL (PROFQUI). IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL**

AGUINALDO PEREIRA DOS SANTOS

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Química, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Área de Concentração em Química.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 24/11/2023

Andressa Esteves de Souza dos Santos Dr^a. UFRRJ
(Orientadora)

Andrea Rosane da Silva. Dr^a. CEFET/RJ
(Membro externo)

Marcelo Hawrylak Herbst Dr. UFRRJ
(Membro interno)



Emitido em 2023

TERMO Nº 1278/2023 - PPGQ (12.28.01.00.00.60)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 28/11/2023 10:18)

ANDRESSA ESTEVES DE SOUZA DOS SANTOS

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DQO (11.39.00.23)

Matricula: ###513#4

(Assinado digitalmente em 27/11/2023 14:09)

ANDREA ROSANE DA SILVA

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.617-##

(Assinado digitalmente em 27/11/2023 08:27)

MARCELO HAWRYLAK HERBST

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DQF (11.39.00.25)

Matricula: ###751#1

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter sempre me acompanhado e trazido paz à minha mente e ao meu coração, para que eu pudesse realizar a minha pesquisa e minha escrita com sabedoria.

À minha família, por ter estado sempre presente ao meu lado o tempo todo, pois cada um de seus atos foi muito importante para o meu crescimento como pessoa e profissional.

À minha Orientadora professora Dra. Andressa Esteves de Souza dos Santos e à Coorientadora professora Dra. Vanessa Gomes Kelly Almeida, exemplos de dedicação, paciência, compreensão, confiança e seriedade. Pessoas muito especiais que Deus colocou em minha caminhada.

Ao Colégio Estadual Missionário Mário Way, aos meus alunos(as), à direção, amigos e amigas professores e funcionários, personagens importantes nesta dissertação, pela disposição em colaborar nos debates e conselhos na realização do presente trabalho.

Aos meus amigos e às minhas amigas que estiveram direta e indiretamente preocupados na realização deste trabalho, que compreenderam a minha ausência em datas festivas e aos meus vizinhos que deixaram de ouvir suas músicas, para que eu fizesse as minhas leituras.

À UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO – U.F.R.R.J- por ter disponibilizado o corpo docente de alto quilate - professoras Dra. Andressa Esteves e Marisa Fernandes; professores Dr. Roberto, André Marques, Cláudio, Marcelo; Emerson e Carlos Mauricio - para realizar um curso de Pós-Graduação de alto nível.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e irmã *in memoriam* - Antônio Dario dos Santos, Gilda Pereira dos Santos e Gracinéia Pereira dos Santos - por nunca terem deixado de me trilhar no caminho do conhecimento.

À minha irmã, Márcia Regina dos Santos Heringer, por ter cuidado de mim em uma das fases mais difíceis da minha vida que foi a perda da minha mãe.

Ao meu irmão, Antenor Pereira dos Santos, pela disponibilidade de seus livros de filosofia e sociologia e pelos debates.

Ao meu irmão, Marcos Antonio Pereira dos Santos, pela constante ajuda nas correções e orientações na realização deste trabalho.

Aos meus irmãos Pastores Anternoges Pereira dos Santos e Otávio Pereira dos Santos pelas indispensáveis aulas de Teologia.

À minha sobrinha Lívia dos Santos Heringer, ao meu sobrinho Leomir dos Santos Heringer, à minha sobrinha Luanne Cristina dos Santos Heringer, à minha sobrinha Lídia Pereira dos Santos e ao meu sobrinho Lucas Pereira dos Santos por estarem muito próximos e terem dado total apoio na realização do meu objetivo.

EPÍGRAFE

“O que sou eu? Uma substância que pensa. O que é uma substância que pensa? É uma coisa que duvida, que concebe, que afirma, que nega, que quer, que não quer, que imagina e que sente.”

René Descartes

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 René Descartes e a construção do pensamento científico.....	20
2.2 Jean Piaget e a teoria da experimentação	26
2.3 Antoine Lavoisier e a Lei da conservação de massas	29
2.4 A relação balança x peso corporal x saúde x vida social	34
3 OBJETIVOS GERAIS	35
4 METODOLOGIA.....	36
4.1 Aplicação do questionário inicial.....	36
4.3 Sequência didática aplicada	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 Análise dos resultados obtidos na aplicação dos questionários	42
5.2 Aplicação do conteúdo	47
5.3 Experimentação: construção e utilização das balanças	48
5.4 Avaliação do rendimento dos alunos	52
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico da faixa salarial da família.....	43
Figura 2: Gráficos das respostas sobre conectividade dos alunos	43
Figura 3: Gráfico do resultado ao questionamento: Como você tem estudado durante a pandemia de COVID-19?	44
Figura 4: Gráfico de questionamento sobre o grau de instrução do responsável legal do aluno.	44
Figura 5: Gráfico das respostas ao questionamento: Você conhece algum Museu de Ciência? 45	
Figura 6: Resultado ao questionamento sobre a forma de buscar informações.	46
Figura 7: Apresentação das balanças criadas pelos alunos.....	49
Figura 8: Resenha feita pelos alunos sobre a construção das balanças.....	50
Figura 9: Resenha de um aluno após acesso ao site https://www.eravirtual.org/cade-a-quimica/ da Casa da Ciência – UFRJ	51
Figura 10: Execução do projeto de construção da balança de PVC.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS

PCNs – PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

LDBEN – LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA

SENAI – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL

SESI – SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA

INAF – INDICADOR DE ALFABETISMO FUNCIONAL

SUS – SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE

IMC – ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

RESUMO

SANTOS, Aguinaldo P. A construção do conhecimento científico em sala de aula através das experiências e do cotidiano dos alunos. 2023. xxp. Dissertação Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Seropédica, RJ, 2023.

Esta pesquisa tem como objetivo a utilização da metodologia ativa – Aprendizagem baseada em projeto (ABP) - no Ensino de Ciência/Química para aluno da Rede Pública de Ensino do Município do Rio de Janeiro. O trabalho foi realizado aplicando-se uma sequência didática e a construção de uma balança de dois pratos utilizando cano de água de PVC tipo de cola e prato de marmitex para trabalhar o conteúdo de “Matéria e Energia” além da Inclusão Social. Após a construção das balanças pelos alunos, elas foram utilizadas para a consolidação dos conceitos de matéria, corpo, objeto, energia, misturas homogênea e heterogênea, densidade etc, sendo aplicadas na realização de medidas de massas e volume, nos estados sólido e líquido. A utilização da ABP permitiu trabalhar o conteúdo da disciplina e analisar a relação interpessoal aluno-aluno e aluno-professor, uma importante temática da educação do século XXI da BNCC. A metodologia ativa ABP favoreceu abordar o conteúdo didático de modo prático-experimental, além de trabalhar a realidade do aluno. Para que isso ocorresse foram aplicados dois questionários: SOCIOECONÔMICO E CULTURAL e ESPAÇO NÃO FORMAL. O primeiro formulário analisou os fatores socioeconômico e cultural que influenciam diretamente a aprendizagem do aluno carente. Já o segundo, abordou temáticas relacionadas ao Ensino de Ciências, em espaços públicos e espaço de ensino não formal, no município do Rio de Janeiro, com o intuito de mostrar como é a realidade do aluno nos bairros carentes. Assim, a aprendizagem baseada em projeto visa o trabalho prático-experimental que leva o aluno a assumir um papel protagonista na construção da sua aprendizagem, incluindo-se alunos(as) com deficiência intelectual. A metodologia adotada neste trabalho permitiu que os alunos colocassem “a mão na massa”, através da experimentação e a psicomotricidade, além de trabalhar um pouco de História da Ciência, Filosofia e a Química, para conduzi-lhe o saber científico. A conclusão foi que a aquisição do conhecimento apoiada na história da ciência, através de uma educação não formal e uma metodologia de abordagem prático-experimental, possibilita ao aluno sair do analfabetismo científico para um saber científico.

Palavras-chave: Aprendizagem, Construtivismo, Educação não formal.

ABSTRACT

SANTOS, Aguinaldo P. The construction of scientific knowledge in the classroom through students' experiences and daily lives. 2023. xxp. Thesis (Master's degree) Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Seropédica, RJ, 2023.

This research aims to use the active methodology – Project-Based Learning (PBL) – in the Teaching of Science/Chemistry for students from the Public Education Network of the Municipality of Rio de Janeiro. The work was carried out by applying a didactic sequence and the construction of a two-pan scale using a glue-type PVC water pipe and a marmitex plate to work on the content of “Matter and Energy” in addition to Social Inclusion. After the students built the scales, they were used to consolidate the concepts of matter, body, object, energy, homogeneous and heterogeneous mixtures, density, etc., being applied to carry out mass and volume measurements, in solid and liquid states. The use of PBL allowed us to work on the content of the subject and analyze the student-student and student-teacher interpersonal relationship, an important theme of 21st century education at BNCC. The active ABP methodology favored approaching the didactic content in a practical-experimental way, in addition to working with the student's reality. For this to occur, two questionnaires were applied: SOCIOECONOMIC AND CULTURAL and NON-FORMAL SPACE. The first form analyzed the socioeconomic and cultural factors that directly influence the learning of disadvantaged students. The second addressed themes related to Science Teaching, in public spaces and non-formal teaching spaces, in the city of Rio de Janeiro, with the aim of showing what the reality of students in needy neighborhoods is like. Thus, project-based learning aims at practical-experimental work that leads the student to take a leading role in the construction of their learning, including students with intellectual disabilities. The methodology adopted in this work allowed students to get their hands dirty, through experimentation and psychomotricity, in addition to working a little on the History of Science, Philosophy and Chemistry, to guide them to scientific knowledge. The conclusion was that the acquisition of knowledge supported by the history of science, through non-formal education and a practical-experimental methodology, allows the student to move from scientific illiteracy to scientific knowledge.

Keywords: Learning, Constructivism, Non-formal education.

1 INTRODUÇÃO

Será que a escola em pleno século XXI está preparada para lidar com uma nova metodologia de ensino? Será que a escola está preparando o educando para a geração Z?

Será que a escola está preparando o educando para uma nova profissão? Ou está simplesmente fornecendo diplomas aos educandos?

De acordo com BUCKINGHAM (2011), a preocupação com a qualidade do ensino não é exclusivamente deste século XXI, mas já vinha sendo discutida no século V a.C. com o grande filósofo Sócrates. Ele, Sócrates, ia para as praças para debater e utilizava o “método filosófico dialógico” chamado de “Maiêutica” que era um método de sucessivas perguntas e onde se buscava desvendar o conhecimento humano. Esta metodologia buscava desenvolver, nas pessoas, uma visão crítica sobre verdade. Esta visão era defendida pelo seu discípulo Platão através de uma metodologia chamada “Dialética” e que fundou uma Academia em Atenas e mais tarde Aristóteles, que era discípulo de Platão, também fundou uma escola em Atenas, o Liceu, onde ambos defendiam uma metodologia efetiva. Já a “Escola Sofística” defendia uma metodologia de dependência, uma visão passiva e seus mestres cobravam para ensinar e eram chamados de mercenários por Platão. Os mestres, os sábios, que eram chamados de sofistas, não preparavam seus alunos para a sociedade, e sim para comandar o povo.

Já no século XVII, todo modo de ver o mundo já estava sendo discutido e em função disto as metodologias de ensino nas academias da Europa passaram por um processo de mudança. As escolas que adotavam o modelo de ciência de Aristóteles (BUCKINGHAM et al., 2011, p. 49), que era tradicionalista, foram contestadas por vários cientistas, tais como Francis Bacon; Galileu; René Descartes, Lavoisier etc. e se iniciou uma nova proposta de modelo de ensinar, de pesquisa e de divulgação da Ciência. Neste mesmo século, o filósofo René Descartes, que contestava o modelo de ensino administrado pela academia, propôs um novo modelo de ensinar e uma nova metodologia de fazer pesquisa que foi descrita no Discurso do Método e nas Meditações Metafísicas.

Segundo MELLO; COSTA (1999), no século XVIII, ocorreu um movimento político-intelectual chamado de Iluminismo, que foi responsável pelas mudanças nos processos nos setores econômico, cultural, político e social, que foi uma nova proposta de fazer pesquisa nas academias e impulsionou a Europa a passar por uma revolução industrial, que se iniciou na Inglaterra e espalhou-se por todo o mundo. Esta mudança foi uma passagem de um modo de produção artesanal para uma produção maquinaria, que trouxe uma nova tecnologia de produzir produtos melhores e mais rápidos. Foi observada nesta época, principalmente na Revolução norte-americana, uma nova metodologia de obter uma pólvora de qualidade, uma vez que a pólvora francesa era péssima. Segundo CANE (1959), esta pólvora francesa só obteve uma boa qualidade com o uso da metodologia de Lavoisier. Lavoisier, que era um experimentador muito cuidadoso, contribuiu com sua metodologia para que a França produzisse pólvora de boa qualidade e dobrasse a sua produção. Mas nesta busca de uma pólvora de qualidade Antoine e Marie Lavoisier quase foram mortos em uma explosão que retirou a vida de dois amigos.

Neste mesmo século, se inicia a mudança acelerada do capitalismo, influenciando a questão educacional de maneira que este capitalismo se utilizou de suas ideologias para os rumos educacionais. Esta mudança contribuiu com a automação da produção industrial e uma nova perspectiva de competição mundial, na qual, tanto para o novo produtor de tecnologia quanto para o consumidor, se necessitava de cada vez mais competência

cognitiva, o que foi alcançada pelos trabalhos de Jean Piaget e Lev Vygotsky. Esta interação tecnologia e competência cognitiva influenciou um novo modelo de ensino e uma metodologia ativa.

O início do processo industrial, além de caracterizar-se por uma série de invenção que revolucionaram as técnicas de produção, os meios de transporte e de comunicação, apresentou o crescimento acelerado das cidades, a formação da classe operária e suas primeiras reações às condições de vida e de trabalho que resultaram do processo de industrialização (MELLO; COSTA, 1999, p. 199).

No século XIX, a revolução industrial mudou a relação do homem com o meio ambiente. Enquanto a indústria no século XVIII era a produção de aço e carvão, já neste século XIX e até a metade do século XX, 2ª parte da revolução industrial, o petróleo e o plástico passaram a ser os produtos consumidos e fabricados.

Entre as invenções que assinalaram o começo da Segunda Revolução Industrial, três merecem especial destaque: o **processo Bessemer de transformação do ferro em aço**, descoberto por Henry Bessemer, que possibilitou a produção do aço em grande escala, transformando-o no elemento básico dessa nova fase da revolução; o **dinamo**, que criou condições para substituição do vapor (energia mecânica) como força motriz da maquinaria industrial pela eletricidade; e o **motor a combustão interna**, inventado por Nikolaus Otto e aperfeiçoado por Rudolf Diessel, que abriu caminho para a utilização do petróleo em larga escala. O “ouro negro” passou a ser utilizado como força motriz em navios e locomotivas, criando, também condições para o aparecimento do automóvel e do avião (MELLO; COSTA, 1999, p. 201).

Já a industrialização no século XXI, que se apresenta como uma nova roupagem de tecnologia, a tecnologia da informação e comunicação, requer trabalhadores com habilidades técnicas superiores à medida que tecnologia nova sai dos laboratórios de pesquisas. Esta nova revolução industrial, 4ª revolução industrial, mexeu totalmente com o modelo e a metodologia de ensino de muitos países (Japão; Alemanha; Estados Unidos; China; Índia) que implantaram definitivamente as metodologias ativas. As metodologias ativas procuram desenvolver as competências úteis na vida real do aluno através de atividades práticas que desenvolvam a aprendizagem baseada em projetos. Assim, “A educação no século XXI deveria passar a ser alicerçada em quatro pilares: aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a viver e aprender a ser (TERÇARIOL; AFECTO, 2022, p. 176). Estes pilares permitem ao aluno buscar através do projeto uma interseção entre conteúdos de duas, três ou mais disciplinas para uma aprendizagem mais ampla, ou seja, uma interdisciplinaridade.

Sabe-se que o modelo e a metodologia de ensino no Brasil em grande parte é a “tradicional”, mas já existe em uma pequena parte da região Sudeste do Brasil, por exemplo em Campo Grande - RJ, que apresenta uma metodologia ativa, a fim de

padronizar o ensino; “[...] o sistema de ensino promoveu as adaptações necessárias à sua adequação às peculiaridades da vida rural e de cada região [...]” é o que dispõe a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDBEN – Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (COLOMBY; GEMELLI; OLTRAMARI, 2021). Segundo a Lei nº 9.394, o ensino médio como é uma etapa final do ensino básico tem como finalidade:

- I- a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (1996, p.25).

O currículo do ensino médio, segundo esta lei 9394, observará:

- I- Destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania (1996, p.26).

O Ministério da Educação (MEC) elaborou um documento para as habilidades e competência chamado de Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN, cujo objetivo é explicar as habilidades básicas e as competências

[...] dirigido ao professor, ao coordenador ou dirigente escolar do ensino médio e aos responsáveis pelas redes de educação básica e pela formação profissional permanente dos professores. Pretende discutir a condução do aprendizado nos diferentes contextos e condições de trabalho das escolas brasileiras, de forma a responder às transformações sociais e culturais da sociedade contemporânea, levando em conta as leis e diretrizes que redirecionam a educação básica.

Este documento busca contribuir para a implementação das reformas educacionais, que foi definida na lei 9394 para facilitar que

1º - os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre:

- I- domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;

II- conhecimento das formas contemporâneas de linguagem;

III- domínio dos conhecimentos da Filosofia e de Sociologia necessária ao exercício da cidadania (1996, p. 26).

Logo, os conteúdos deixariam de ser estanques e fechados em uma única área e passariam a ter relações, uns com os outros, através de práticas pedagógicas que propiciassem a interdisciplinaridade e as diversidades regionais, onde permitiria a participação do aluno na construção do seu conhecimento principalmente na área de Ciência da Natureza e suas Tecnologias.

Em 2002, o MEC publicou as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN⁺ (BRASIL, 2002), objetivando facilitar a organização da escola e explicitar a articulação das competências gerais que se deseja promover com os conteúdos disciplinares, apresentando sugestões de práticas educativas, de organização dos currículos e estabelecendo temas estruturadores do ensino disciplinar em cada área de conhecimento.

Nas diretrizes e parâmetros que organizam o ensino médio, a Biologia, a Física, a Química e a Matemática integram uma área do conhecimento. São ciências que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômeno ou processos naturais e tecnológicos. As disciplinas dessa área compõem a cultura científica e tecnológica que, como toda cultura humana, é resultado e instrumento de evolução social e econômico, na atualidade e ao longo da história (BRASIL, 2002, p. 20).

O PCN⁺ e a lei 9394 têm os mesmos princípios e fins para educação no seu artigo 3º: “II- liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, arte e o saber; X- valorização da experiência extraescolar; XI- vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais.” (1996, p.8).

O Brasil tem hoje várias instituições de ensino. Enumeram-se as universidades, escolas SENAI, SESI, Museus de Ciências, Jardim Botânico e cooperativas que são responsáveis pela formação e qualificação dos jovens que buscam uma educação de qualidade. “[...] a perspectiva dos jovens brasileiros que hoje estão nessa escola é obter qualificação mais ampla para a vida e para o trabalho, já ao longo de sua escolarização básica e imediatamente depois” (BRASIL, 2002, p. 7). Estas instituições estão pautadas na Lei N.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996 no seu artigo primeiro:

“Art. 1º - A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações próprias” (p.7).

A educação pode ser dividida em formal, não formal e informal.

Para Libâneo (1992), a educação não formal é qualquer estrutura fora do sistema escola convencional (os movimentos sociais organizados, os meios de comunicações de massa etc.) e a educação formal irá ocorrer nas escolas ou outros agentes de instrução e educação, tais como igreja, sindicatos, partidos, empresas.

A educação não formal ocorre fora dos espaços escolares, sendo, portanto, no próprio local de interação do indivíduo, sofre as mesmas influências do mundo contemporâneo como as outras formas de educação, mas pouco assistida pelo ato pedagógico e desenvolve uma ampla variedade de atividades para atender interesses específicos de determinados grupos. A educação informal, por sua vez, é resultado das ações que permeiam a vida do indivíduo. Ocorre nas experiências do dia-a-dia, tem função adaptadora e os conhecimentos adquiridos são passados para as gerações futuras. A educação formal é uma educação institucionalizada, ocorre em espaços sistematizados, suas atividades são assistidas pelo ato pedagógico e preocupa-se com a aquisição e construção do conhecimento que atendam as demandas da contemporaneidade, nas diferentes disciplinas escolares. A partir de estudos sobre as diferentes formas de educação o objetivo deste referencial teórico é apresentar subsídios ao professor para reflexão sobre o papel da ciência nos espaços não formal, informal e formal de educação (ALMEIDA, 2014, p. 4).

As escolas que, em diferentes ambientes e condições, estão construindo novos e bem-sucedidos paradigmas educacionais não são necessariamente as mais ricas, nem as mais bem-equipadas. O que as distingue é a sintonia entre professores, alunos e comunidade, a atenção solidária dada às metas de diferentes conjuntos de alunos (como a orientação profissional para alguns, o preparo pré-universitário para outros) e a realização cultural e social, construída no próprio convívio escolar e não adiada para um futuro distante.

Ao identificar propósitos e necessidades diferentes entre os estudantes, essas escolas associam ao trabalho de promoção do aprendizado geral, comum, atividades complementares, de interesse amplo ou particular. Nessas atividades, a presença da comunidade tem sido essencial – na participação em conselhos, em parcerias com diferentes organizações da sociedade civil, propiciando o uso de outros espaços e equipamentos sociais, além daqueles disponíveis na escola (BRASIL,2004, p.8).

O espaço não formal pode ser utilizado pelo professor como uso de ensino, contribuindo na aprendizagem ou, até mesmo, podendo superar o espaço formal. Para isso, convém que o professor faça um bom planejamento, contextualizando cada tópico do currículo.

É interessante notar que alguns temas, essenciais em qualquer uma das séries do segundo segmento do ensino fundamental, como água, ou a importância do nitrogênio, por exemplo, são abordados em uma única série. Isso sugere que a aula não-formal pode até ser mais completa que a aula formal, dependendo dos livros adotados pelo professor ou mesmo

da forma como a aula é ministrada. É essencial que a aula não-formal não ocorra sem um bom planejamento prévio, devendo ser estruturada para alcançar seus objetivos (VIEIRA; BIACONI; DIAS, 2005, p. 21).

O Museu de Ciência vem sendo utilizado como espaço não formal de ensino com objetivo de buscar a complementação dos tópicos do conteúdo fora das instituições de ensino, espaço formal, contribuindo para desenvolver os processos cognitivo, físico, psíquico etc. Assim, o ensino-aprendizagem se torna lúdico.

Os museus e centros de ciências estimulam a curiosidade dos visitantes. Esses espaços oferecem a oportunidade de suprir, ao menos em parte, algumas das carências da escola como a falta de laboratórios, recursos audiovisuais, entre outros, conhecidos por estimular o aprendizado. É importante, no entanto, uma análise mais profunda desses espaços e dos conteúdos neles presentes para um melhor aproveitamento escolar (VIEIRA; BIACONI; DIAS, 2005, p. 21).

Estas instituições com suas disciplinas, principalmente a química, têm que contextualizar o ensino de química para que seus métodos e suas metodologias de ensino sejam modificados, deixem de ser “tradicional”, proporcionando ao aluno uma participação ativa no desenvolvimento das aulas, não se limitando apenas na observação, mas também na manipulação de objetos (mão na massa) e oportunizando a formulação de perguntas, hipóteses, atitude reflexiva e autocrítica diante dos possíveis erros. Só assim poderemos dizer que a educação foi e sempre será um investimento indispensável para construir uma economia próspera e uma democracia participativa.

Em função disso, o presente trabalho pretende propor a estratégia pedagógica “Aprendizagem baseada em projetos” (LILIAN BACICH, 2018; THOM MARKHAM, JOHN LARME, 2008), para o ensino de Estrutura Atômica no ensino médio, com caráter investigativo, sendo esta proposta didática centrada no aluno, o que diversifica a prática escolar, englobando atividades que possibilitem o desenvolvimento de autonomia, a capacidade de tomar decisões, de avaliar e resolver problemas, apropriando-se dos conceitos e teorias das ciências da natureza.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 René Descartes e a construção do pensamento científico

A construção do pensamento científico sempre foi questionada ao longo da história, desde a idade Antiga, Média, Moderna ou Contemporânea, quando se dependia ou depende da antologia e da epistemologia. Assim, falar da aquisição ou construção de conhecimento é olhar para a realidade e este olhar vai envolver o homem que apresenta um olhar limitado. Portanto, a construção do pensamento será limitada assim como a ciência para responder a determinadas perguntas também.

“[...] resulta que disso não posso eu concluir outra coisa senão que minha natureza não conhece plena e universalmente todas as coisas, o que certamente não é de se admirar, uma vez que sendo o ser humano de uma natureza finita, também só pode ter um conhecimento de perfeição limitada” (DESCARTES, 2016, p. 119–120).

A ciência que atua na construção do conhecimento é a Metafísica ou a Epistemologia Cartesiana; e o cientista da idade Moderna que mais trabalhou para responder às perguntas da sua época, o mais próximo possível da realidade, foi o filósofo, físico e matemático René Descartes. Através do método cartesiano no século XVII, Descartes criou uma corrente filosófica chamada Racionalismo e uma doutrina das ideias inatas - Inatismo, vindas do filósofo Platão e que contrapunham uma outra corrente filosófica chamada Empirismo de Francis Bacon.

A importância das invenções e dos instrumentos criados no século XVII é amplamente destacada pela historiografia e constantemente associada à valorização da experiência, servindo de argumento para a defesa do suposto caráter empírico da ciência moderna. Dentro dessa perspectiva é comum encontrar a figura de Francis Bacon, definido por Augusto Comte como o fundador dessa ciência e “inventor” do método experimental. Afirmar que Bacon fundou a ciência moderna é afirmar que essa ciência é empírica e diretamente voltada a interesses práticos.[...] (BARBOSA, 2011, p. 3).

René Descartes era de uma família burguesa, rica, nasceu na cidade La Haye, na França, em 31 de março de 1596, estudou no célebre colégio de La Flèche, escola jesuíta, terminando em 1615. Foi autor das seguintes obras: Regras para direção dos espíritos (1628), Discurso do método (1637), Geometria (1637), Meditações Metafísicas (1641), Princípios de filosofia (1644), O homem (1662) etc. Faleceu em 11 de fevereiro de 1650 na Suécia.

Em uma escola de ensino Medieval, ele percebeu que o ensino-aprendizagem precisava mudar, tendo em vista que a própria sociedade europeia estava mudando, com o surgimento do Renascimento. Ele foi influenciado pelas ideias Iluministas e pela Revolução Científica na sua época de estudante, fazendo com que se interessasse por algumas correntes filosóficas como as correntes filosóficas da Escola Jônica e da Escola Eleática. Estas correntes filosóficas refletiam ideias relacionadas com seus pensamentos, “[...] o espírito inquieto do jovem estudante[...]” (DESCARTES, 2019, p. 5) e aumentavam cada vez mais o seu descontentamento com o ensino ministrado na academia; que “[...] esta não ensinava propriamente a verdade das coisas, mas se contentava com a repetição dos ensinamentos dos antigos[...]” (DESCARTES, 2019, p. 5).

A escola apresentava uma corrente filosófica aristotélica e uma influência da escola atomista de Leucipo e Demócrito. Descartes, mesmo tendo uma aproximação com as ideias da escola atomista, não concordava com muitos pontos desta corrente e defendia que o átomo não apresentava espaço vazio.

A doutrina atomista sustenta que a realidade consiste em átomos e no vazio, os átomos se atraindo e se repelindo, e gerando com isso os fenômenos naturais e o movimento. A atração e repulsão dos átomos devem-se às suas formas geométricas, sendo que átomos de formas semelhantes se atraem e os de formas diferentes se repelem [...] (MARCONDES, 2007, p. 35).

Esta teoria vinha dos ensaios científicos publicados por Descartes, *A Geometria*, *A dióptrica* e *Os Meteoros*. *A Geometria* “esclarece a dimensão do espírito lógico-matemático[...], já o ensaio *A dióptrica* dá início a [...] sistematização da ciência óptica [...]” (RAMOS, 2019, p. 95). “[...] Esse ensaio é um trabalho de óptica, compreendendo principalmente uma teoria da refração da luz que estabelece, pela primeira vez, a lei do seno, [...]” (RAMOS, 2019, p. 421) e *Os Meteoros*, “[...] Descartes requer como pano de fundo da exposição deste ensaio a sua teoria geral da matéria, o que revela uma estreita articulação entre os *Meteoros* e o *Tratado O Mundo* [...]” (RAMOS, 2019, p. 96). Nesta perspectiva, cria-se toda base lógica para a construção do método cartesiano e sendo este “jovem inquieto”, sentia a necessidade de elaborar um método e uma metodologia que pudessem argumentar com as más doutrinas através das letras, com um conhecimento claro e seguro de tudo o que é útil à vida, demonstrando-se assim uma filosofia baseada na razão.

[...] Enfim, com relação às más doutrinas, eu pensava já conhecer suficiente o que valiam para não mais sujeitar-me a ser enganado, nem pelas promessas de um alquimista, nem pelas imposturas de um mágico, nem pelos artifícios ou a presunção de qualquer um dos que fazem profissão se saber mais do que sabem (DESCARTES, 2019, p. 39).

Ele se encontrava cheio de dúvidas e quanto mais tentava se instruir, descobria a sua ignorância e mesmo estudando numa das mais célebres escolas da Europa e onde se acreditavam existir umas das melhores mentes, ou seja, homens sábios. Assim ele relatou:

Fui nutrido nas letras desde a minha infância, e, convencido de que por meio delas podia adquirir um conhecimento claro e seguro de tudo o que é útil à vida, eu tinha um desejo extremo de aprendê-las. Mas assim que concluí todo esse curso de estudos, ao cabo do qual é costume ser admitido na classe dos doutos, mudei inteiramente de opinião. Pois me vi embaraçado em tantas dúvidas e erros que me pareceu não ter tirado outro proveito, ao tratar de instruir-me, senão descobrir cada vez mais minha ignorância. No entanto eu estava numa das mais célebres escolas da Europa, onde pensava deviam existir homens sábios, se os houvesse em algum lugar da Terra. Eu havia aprendido tudo o que os outros lá aprendiam; inclusive, não me contentando com as ciências que nos ensinavam, havia percorrido todos os livros que tratavam daquelas consideradas mais curiosas e mais raras e que puderem cair entre minhas mãos (DESCARTES, 2019, p. 35) .

Descartes discordava das concepções dos conhecimentos dos professores da sua escola, ou seja, de sua “epistemologia”, que na verdade era empirista. Estes conhecimentos representavam uma didática do século XVII e acreditava-se que o Universo tinha sido criado por Deus. Segundo a crença da época, a Terra seria o centro do Universo, o modelo Geocêntrico, e Descartes discordava, porque tinha tido contato com outros conhecimentos principalmente de Giordano Bruno, Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Galileu Galilei etc, que acreditavam na teoria Heliocêntrica. Eles discordavam dos métodos utilizados pelas escolas da época, uma ciência Aristotélica, a qual não apresentava uma fundamentação lógica e puramente empirista. Segundo Marcondes:

Podemos considerar o projeto filosófico de Descartes como defesa do novo modelo de ciência inaugurado por Copérnico, Kepler e Galileu contra a concepção escolástica de inspiração aristotélica em vigor ao final da Idade Média. A defesa desse novo modelo depende da possibilidade de mostrar que nova ciência se encontra no caminho certo, por exemplo, o sistema geocêntrico de cosmos (2007, p. 167).

[...]A autoridade do saber tradicional foi contestada porque este saber continha teorias falsas e errôneas, como revelaram Copérnico e Galileu. Não se pode, portanto, confiar na tradição, nos ensinamentos, no saber adquirido[...] (2007, p. 168).

Esta época apresentava uma Educação Liberal que era dividida em dois grupos de disciplinas: O Trivium e O Quadrivium ou sete Artes Liberais:

[...] o Trivium, currículo básico da Grécia Clássica, composto pelas disciplinas de Lógica, Gramática e Retórica, certamente o que se visava não era ao desenvolvimento destas enquanto disciplinas, muito menos à formação de lógica ou linguísticas; visava-se à formação do cidadão, do habitante polis, à formação política (PERRENOUD, 2002, p. 137).

[...] o Quadrivium, composto pelas disciplinas de Música, Aritmética, Geometria e Astronomia, por meio que das quais buscavam um aperfeiçoamento ou uma afirmação da mente (PERRENOUD, 2002, p. 137).

Este modelo de educação foi implantado na Universidade Medieval, método escolástico, atomística-aristotélica, em que o Trivium tinha como objetivo o ensino de texto literário através de três ferramentas de linguagem em relação à mente. O Quadrivium tinha como objetivo preparar para o ensino de ciência, método científico, utilizando quatro ferramentas relacionadas à matéria e à quantidade. Descartes não se incluía nesta corrente filosófica e estava insatisfeito com o que aprendia (DESCARTES, 2019, p. 36). Este modelo de educação também tinha um outro crítico: Jan Amos Komenski que “[...] escreveu sua tese do saber universal, a Didática Magna [...]” (AHLERT, 2002) sobre pedagogia, didática e sociologia escolar. A crítica de Jan Amos sobre o modelo de ensino escolástico o aproximou de René Descartes, resultando em um encontro na Suécia.

Em 1642 chegou à Suécia, onde veio a ter um encontro histórico, porém pouco registrado pela História, com Descartes. Foi o encontro entre o pensamento individualista e o comunitário, entre o racional, que separava ciência de fé, e o intuitivo, que unia ciência e religião, entre o teórico abstrato e o teórico praxista (AHLERT, 2002).

René Descartes, mesmo sendo educado através deste currículo e da escola atomística, apresentava opiniões contrárias a esta corrente e optou pelas correntes filosóficas de Platão: inatismo e racionalismo. Ele não era atomista, acreditava numa teoria corpuscular para explicar como era formada a matéria. Ele tinha bom senso em não confrontar suas ideias com as dos seus professores e as autoridades da época, Igreja, pois alguns que fizeram tais confrontos sofreram perseguições, prisões etc. Através do bom senso, pôde continuar no caminho reto, em seu questionamento, buscar a verdade por seu método de onde se poderia sair da ignorância, do analfabetismo funcional e buscar o letramento, a sabedoria e a razão.

O Inaf define quatro níveis de alfabetismo:

Analfabetismo: corresponde à condição dos que não conseguem realizar tarefas simples que envolvem a leitura de palavras e frases, ainda que uma parcela destes consiga ler números familiares (números de telefone, preços, etc.).

Nível rudimentar: corresponde à capacidade de localizar uma informação explícita em textos curtos e familiares (como, por exemplo, um anúncio ou pequena carta), ler e escrever números usuais e realizar operações simples, como manusear dinheiro para o pagamento de pequenas quantias ou fazer medidas de comprimento usando a fita métrica.

Nível básico: as pessoas classificadas neste nível podem ser consideradas funcionalmente alfabetizadas, pois já leem e compreendem textos de média extensão, localizam informações mesmo que seja necessário realizar pequenas inferências, leem números na casa dos milhões, resolvem problemas envolvendo uma sequência simples de operações e têm noção de proporcionalidade. Mostram, no entanto, limitações quando as operações requeridas envolvem maior número de elementos, etapas ou relações.

Nível pleno: classificadas neste nível estão as pessoas cujas habilidades não mais impõem restrições para compreender e interpretar textos em situações usuais; leem textos mais longos, analisando e relacionando suas partes, comparam e avaliam informações, distinguem fato de opinião, realizam inferências e sínteses. Quanto à matemática, resolvem problemas que exigem maior planejamento e controle, envolvendo percentuais, proporções e cálculo de área, além de interpretar tabelas de dupla entrada, mapas e gráficos (BERLINER; ELLIOT, 2011).

Por meio das leituras de livros antigos (Tales de Mileto, Anaximandro, Anaxímenes, Pitágoras, Sócrates, Parmênides, Zenon etc.), Descartes vai fundamentando seu racionalismo na matemática buscando um método para escapar das fábulas. Só pela

matemática que se poderia chegar a uma verdade sistematizada, para que seu pensamento seja claro e nítido e não seja enganado pelos seus sentidos. “A finalidade do método é precisamente pôr a razão no bom caminho, evitando assim o erro” (MARCONDES, 2007, p. 167). Descartes buscava uma base científica para a construção de seu método e uma revolução científica moderna. Logo, sua intenção era contribuir com a Humanidade para encontrar a verdade e não tentar ensinar um método às pessoas, mas sim as induzir a buscarem respostas racionais aos seus questionamentos (DESCARTES, 2019, p. 34).

Para René, a razão seria o bom senso “[...] é a única coisa que nos faz homem e nos distingue dos animais[...]” (DESCARTES, 2019, p. 33). Assim, sua contribuição filosófica para a educação, principalmente no Construtivismo, demonstra que nada está pronto e acabado, mas sim sendo construído e reconstruído do senso comum ao senso crítico através do movimento do conhecimento. Este movimento é centrado num método que sem a mente ou o pensamento não se organiza o processo do conhecimento que mais tarde se chamará de Competência (alfabetizado e letrado).

Descartes no início do Discurso do método diz:

O bom senso é a coisa do mundo melhor partilhada: pois cada um pensa estar tão bem-provido dele, que mesmo os mais difíceis de contentar em qualquer outra coisa não costumam desejar tê-lo mais do que o têm. Não é verossímil que todos se enganem nesse ponto: antes, isso mostra que a capacidade de bem-jugar, e distinguir o verdadeiro do falso, que é propriamente o que chama o bom senso ou a razão, é naturalmente igual em todos os homens; e, assim, que a diversidade de nossas opiniões não se deve a uns serem mais racionais que os outros, mas apenas a que conduzimos nossos pensamentos por vias diversas e não consideramos as mesmas coisas. Pois não basta ter o espírito bom, o principal é aplicá-lo bem. As maiores virtudes e os que andam muito lentamente podem avançar muito mais se seguirem sempre o caminho reto, ao contrário dos que correm e dele se afastam (DESCARTES, 2019, p. 33).

René sugere que o bom senso está relacionado às circunstâncias geográfica, social e histórica do homem capaz de compreender e agir sobre esta “realidade”. Este seria o caminho que o educador deveria tomar para conduzir uma aula, levando o aluno a ter um senso crítico, e não continuar com senso comum em relação ao mundo e à realidade. Logo, é a instituição escola que deveria conduzir ao senso crítico, o letramento, e não só à alfabetização.

Por isso, logo a idade me permitiu sair da sujeição de meus preceptores, abandonei inteiramente o estudo das letras. E, decidindo não buscar mais outra ciência senão a que se poderia achar em mim mesmo, ou então no grande livro do mundo, empreguei o resto de minha juventude em viajar, em ver cortes e exércitos, em frequentar pessoas de diversos humores e condições, em recolher diversas experiências, em provar-me a mim mesmo nos encontros que a fortuna me propunha, e em toda parte refletir sobre as coisas que se apresentassem de tal modo a tirar delas algum proveito. [...] do que naqueles feitos pelo homem de letras em seu gabinete, sobre especulações que não produzem qualquer efeito e não têm outra consequência, a não ser, talvez, que lhe proporcionarão tanto mais vaidade quanto mais afastadas estiverem do senso comum,

pelo tanto de espírito e de artifício que precisou empregar para torná-las verossímeis. [...] (DESCARTES, 2019, p. 40).

Nesta passagem, René faz transparecer e insinuar que as escolas tinham que destruir os muros e implantarem um novo ensino não formal e interdisciplinar,

A prática interdisciplinar, necessária à superação da visão restrita de mundo, à promoção de uma compreensão adequada da realidade e à produção de conhecimento centrada no homem, deve romper os “muros” que, frequentemente, se estabelecem entre as disciplinas, [...] (GARRUTTI; SANTOS, 1969, p. 189).

Descartes não abria mão de conhecer a realidade e se qualificar. Assim, viu uma quantidade de coisas que, embora lhe parecessem muito extravagantes e ridículas, eram comumente recebidas e aprovadas por outros grandes povos. Através desta experiência, René Descartes concluiu “jamais acolher alguma coisa com verdade que não conhecesse evidentemente como tal; isto é, de evitar cuidadosamente a precipitação e a prevenção[...]”. Logo após sua viagem pelo mundo, tomou a decisão de estudar a si mesmo e de empregar todas as forças do seu espírito para escolher os melhores caminhos que devia seguir.

Enfim, explicitamente não era a intenção de Descartes dar contribuições para a educação, no entanto, acaba contribuindo ao escrever “Os Meteoros e os Princípios da filosofia”, contrapondo-se à educação escolástica medieval, uma ciência qualitativa e, propondo uma educação cartesiana, uma ciência quantitativa, que necessitava de um método (método cartesiano) que levasse a um caminho seguro e produzisse um conhecimento confiável.

Logo, o método cartesiano partia de duvidar de tudo e apresentava quatro regras:

O primeiro era não aceitar jamais alguma coisa como verdadeira que eu não conhecesse evidentemente como tal: isto é, evitar cuidadosamente a precipitação e a prevenção, e nada incluir em meus julgamentos senão o que se apresentasse de maneira tão clara e distinta a meu espírito que eu não tivesse nenhuma ocasião de colocá-lo em dúvida.

O segundo, dividir cada uma das dificuldades que eu examinasse em tantas parcelas possíveis e que fossem necessárias para melhor resolvê-las.

O terceiro, conduzir por ordem meus pensamentos, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para subir aos poucos, como por degraus, até o conhecimento dos mais compostos, e supondo mesmo uma ordem entre os que não se precedem naturalmente uns aos outros.

E o último, fazer em toda parte enumerações tão completas, e revisões tão gerais, que eu tivesse a certeza de nada omitir (DESCARTES, 2019, p. 50).

René Descartes, através do seu olhar multidimensional da realidade e com a divulgação do método cartesiano, deixou de modo claro e seguro a sua competência.

2.2 Jean Piaget e a teoria da experimentação

Jean William Fritz Piaget nasceu em Neuchâtel, Suíça, em 9 de agosto de 1896, filho de Artur Piaget e Rebecca Suzane, publicou um artigo sobre moluscos aos 15 anos, formou-se em Ciências Naturais pela Universidade de Neuchâtel e, em 1918, recebeu seu título de doutor em ciências.

Iniciou os estudos na área da psicologia em 1919, produzindo muito conteúdo nesta área científica. Publicou diversos trabalhos na área dentre eles: A linguagem e o pensamento da criança (1923); A representação do mundo na criança (1926); A causalidade física na criança (1927); O juízo moral na criança (1932); O nascimento da inteligência na criança (1936); A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação (1945); A noção de tempo na criança (1946); A psicologia da inteligência (1947); A epistemologia genética: sabedorias e ilusões da filosofia. Problemas de psicologia genética (1950); A construção do real na criança (1950); Seis estudos de psicologia (1964); A psicologia da criança (1966); Psicologia e pedagogia (1969); Psicologia e epistemologia: para uma teoria do conhecimento (1971); para onde vai a educação? (1973). Faleceu, em Genebra, no dia 16 de setembro de 1980, aos 84 anos.

No século XIX, a psicologia do desenvolvimento estava preocupada em estudar o desenvolvimento humano no que tange ao desenvolvimento mental e orgânico. O desenvolvimento mental apresentava uma estrutura complexa e sua construção deveria ser contínua e gradativa no cérebro. Deveria haver atividade ou ação pelo sujeito que levasse a um aperfeiçoamento da mente, o que provocaria um estado de equilíbrio nos aspectos da inteligência, relação social e vida afetiva.

O estudo do desenvolvimento humano veio compreender principalmente as características das crianças e dos adolescentes em determinadas faixas etárias. Levando em consideração que estas crianças e adolescentes eram considerados adultos em miniaturas e sofriam graves violações, este estudo veio amenizar o sofrimento através de uma metodologia de ensino. O biólogo e psicólogo Jean Piaget foi que mais se aprofundou em compreender os fatores que influenciavam o desenvolvimento humano como: a hereditariedade, o crescimento orgânico, a maturação neurofisiológica e o meio. Assim é sabido que o ser humano é um ser global, mas para compreender o todo, foi necessário ter estudado alguns aspectos básicos como: físico-motor; intelectual, afetivo-emocional e o social. Logo, estes aspectos serão indissociáveis. Mas para Piaget construir sua teoria do desenvolvimento humano, foi importante que ele usasse o aspecto básico inteligência, e assim construir a Epistemologia Genética.

Piaget fundamentou a Epistemologia Genética em duas ciências: a psicológica e a biológica. O conhecimento no campo psicológico veio do trabalho em Zurique:

Depois de me haver doutorado em Ciências, fui para Zurich (1918), com o objetivo de trabalhar num laboratório de Psicologia. Trabalhei em dois laboratórios, o de G. E. Lipps e o de Wreschner, e também na clínica psiquiátrica de Bleuler. Senti imediatamente que ali estava o meu caminho e que, utilizando em experimentação psicológica os hábitos metais que adquirira na Zoologia, talvez eu pudesse ter êxito em resolver problemas de estruturas - do - todo aos quais fui levado pelo meu pensamento filosófico. Mas, para dizer a verdade, senti-me meio perdido no início. As experiências de Lipps e Wreschner me pareciam ter pouca conexão com problemas fundamentais. Por outro lado, a descoberta da Psicanálise (eu lia Freud e o jornal Imago, e ouvia

ocasionalmente as palestras de Jung e Pfister) e os ensinamentos de Bleuler me fizeram sentir o perigo da meditação solitária. Decidi então esquecer meu sistema para não me tornar vítima do “autismo”(PIAGET, 1980a).

Já a experiência no genético foi aprofundada pelo conhecimento da zoologia:

Antes de deixar Neuchâtel, concluí a pesquisa de moluscos, resolvendo uma questão que me preocupava por muitos anos e que dizia respeito ao problema fundamental da relação entre estrutura hereditária e o meio ambiente. Na verdade, este último problema sempre pareceu o central, não somente pela classificação genética de formas orgânicas (morfogenia), mas também pela teoria do aprendizado psicológico (maturação versus aprendizado) e Epistemologia. Portanto, pareceu-me que valia a pena utilizar minhas descobertas zoológicas para estudar, ainda que forma limitada, o problema significante de morfogênese(PIAGET, 1980b).

Os grandes influenciadores na construção da teoria de Piaget foram: o filósofo Henri Bergson que apresentava um olhar materialista e metafísico; o psicólogo Franz Brentano que apresentava uma teoria que considerava o ato mental mais importante do que o objeto em si; os biólogos Charles Darwin, criador do conceito de evolução das espécies através da seleção natural e Chevalier Lamarck que propôs uma modificação dos seres por meio dos caracteres adquiridos. O conceito e a sistematização proposta por Piaget estavam baseados em biologia, psicologia e filosofia, além de lógica, o que possibilitou a Piaget fazer uma leitura dos fenômenos que vinham ocorrendo na aprendizagem das crianças e dos adolescentes e assim propor uma metodologia científica. Utilizando de sua metodologia, Piaget dividiu o desenvolvimento humano em períodos de acordo com o aparecimento de novas estruturas do pensamento, onde cada período novo modificava o global.

Mas esse ponto de vista teórico, inspirado pelo lamarckismo, me preocupava no meu trabalho empírico (isto é, classificação de moluscos). A disputa de Durkheim e Tarde sobre a realidade e a não-realidade da sociedade como um todo organizado me trouxe certo estado de incerteza, sem me fazer ver, primeiro, sua ligação com o problema das espécies. À parte isso, o problema geral do realismo e do nominalismo me ofereceram um ponto de vista global. Comecei, subitamente, a compreender que, em todos os estágios (isto é, da célula viva, organismo, espécie, sociedades etc., mas, também com referência aos estados de consciência, conceitos, princípios lógicos etc.), encontra-se o mesmo problema de relacionamento entre as partes e o todo (PIAGET, 1980a).

Assim, a Epistemologia Genética vem a ser o estudo do conhecimento na sua origem, ou seja, o desenvolvimento é observado pela sobreposição do equilíbrio entre a assimilação e a acomodação, resultando em adaptação. Assim, o conhecimento não nasce

com o indivíduo, nem é dado pelo meio. O indivíduo constrói seu conhecimento na interação com o meio tanto físico como social, o Construtivismo.

[...] Na realidade, ..., a acomodação dos esquemas à experiência desenvolve-se na mesma medida dos progressos da assimilação. Por outras palavras, as relações entre o sujeito e o seu meio consistem numa interação radical, de modo tal que a consciência não começa pelo conhecimento dos objetos nem pelo da atividade do sujeito, mas por um estado indiferenciado, um de incorporação das coisas ao sujeito, o outro de acomodação às próprias coisas (PIAGET, 1996, p. 386).

Do exposto, conclui-se que Piaget divide, em períodos ou estágios, o desenvolvimento humano cognitivo, de acordo com o aparecimento de novas estruturas de pensamento, onde cada período vai modificar o resultado global. E somente após passar por todos esses períodos ou estágios, o indivíduo seria capaz de alcançar a inteligência humana completa.

São quatro períodos ou estágios de desenvolvimento, segundo Piaget:

1º período ou estágio: Sensório-motor - (0 a 2 anos): Nesse estágio, os cinco sentidos são desenvolvidos através das experiências e movimentos, fase que o cérebro quer ver, ouvir, cheirar, saborear e tocar o máximo possível de objetos;

2º período ou estágio: Pré-operatório - (2 a 7 anos): Neste estágio, o pensamento da criança é categorizado principalmente através de funções simbólicas e pensamentos intuitivos;

3º período ou estágio: Operações concretas - (7 a 11 ou 12 anos): Neste estágio a criança apresenta capacidade de compreender a lógica e desenvolver operações cognitivas concretas; e

4º período ou estágio: Operações formais - (11 ou 12 anos em diante): Neste último estágio, o adolescente vai se tornar formalmente operacional e apresentar a capacidade de pensar racionalmente sobre conceitos abstratos e eventos hipotéticos.

O cérebro do adolescente neste estágio vai permitir o raciocínio dedutivo, ou seja, fazer comparações entre ideias e a generalização lógica. Este adolescente vai apresentar uma habilidade mental que permitirá planejar a vida sistematicamente, priorizar as necessidades sobre suas emoções e fazer suposições sobre eventos que não apresentem relação necessária com a realidade: filosofar, pensar em si etc.

O adolescente neste período terá uma maior necessidade de pertencer a grupos e o egocentrismo estará de volta.

Piaget acreditava no aprendizado ao longo da vida, mas insistiu que o estágio operacional formal é a fase final do desenvolvimento cognitivo.

2.3 Antoine Lavoisier e a Lei da conservação de massas

No século XVIII, a Europa se encontrava no paradigma de uma Era pré-ciência, principalmente a França, onde ocorria a Revolução Francesa (política, social e econômica), junto com a Científica. Acompanhando esse movimento, vieram o terrorismo, a ira, a inveja, os conflitos de interesses etc. Neste intervalo, aparece uma das mentes mais brilhantes da época, Antoine Lavoisier.

Trata-se certamente de um paradigma – determina os conceitos soberanos e prescreve a relação lógica: a disjunção. A não obediência a esta disjunção só pode ser clandestina, marginal e desviante. Este paradigma determina dupla visão do mundo – de fato, o desdobramento do mesmo mundo: de um lado, o mundo de objetos submetidos a observações, experimentações, manipulações; de outro lado, o mundo de sujeito que se questionam sobre problemas de existência, de comunicação, de consciência e de destino. Assim, um paradigma pode, ao mesmo tempo, elucidar e cegar, revelar e ocultar. É no seu seio que se esconde o problema-chave do jogo da verdade e do erro (MORIN, 2011, p. 26).

Antoine Laurent Lavoisier nasceu, em Paris, a 26 de agosto de 1743, estudou no Colégio Mazarin, uma das melhores escolas francesas da época; “seu pai, Jean Antoine, advogado, era procurador do Parlamento [...]” (TOSI, 1988, p. 34); sua mãe morreu quando ele era muito jovem sendo assim criado pela avó, sua tia materna e seu pai. O pai desejava que Antoine seguisse a carreira de Direito e assim ele o fez, completando os estudos em 1764, iniciou-se na profissão das leis. No entanto, a Ciência era seu interesse desde muito jovem (5 anos), pois ao frequentar a casa de sua avó conheceu o geólogo Jean-Etienne Guettard (1715 – 1786) e mais tarde na universidade conheceu outros grandes cientistas:

Durante a sua vida na universidade demonstrou, sobretudo, interesse pelas ciências, seguindo cursos de professores renomados: o botânico Bernard de Jussieu (1699-1777), o matemático Nicholas Louis de Lacaille (1713-1762), o químico Guillaume François Rouelle (1703-1770), e o geólogo Jean Etienne Guettard (1715-1786), este último considerado um dos fundadores da geologia moderna[...] (TOSI, 1988, p. 34).

No entanto, Lavoisier acompanhava de perto o trabalho do geólogo Jean Etienne Guettard sobre o território francês, consolidando seus conhecimentos na área de geologia.

[...] Lavoisier acompanhou-o em muitas dessas excursões, sendo especialmente notável uma efetuada em 1767 (Lavoisier tinha 24 anos) que se prolongou de junho até novembro. Nessas viagens, Lavoisier efetuava todos os dias as observações meteorológicas, prática que continuou ininterruptamente durante toda a sua vida. Interessava-se também por todas as singularidades naturais, agrícolas ou industriais que encontrava e colecionava rocha e minerais (TOSI, 1988, p. 34).

Em 1766, a Academia Real de Ciência da França promoveu um concurso sobre a iluminação das ruas de Paris, Lavoisier concorreu e venceu. No entanto, ele era conhecido na Academia por um trabalho de 1765 (com 22 anos) sobre diferentes espécies de gesso. A medalha veio “[...] por uma memória sobre os diferentes meios que podem ser empregados para se iluminar uma cidade[...]” (TOSI, 1988, p. 34). Este trabalho tratava do comportamento e da conveniência de diferentes combustíveis (VANIN, 1994, p. 26). Este trabalho aumentou o interesse de Lavoisier pela combustão. Já em 1768, tornou-se membro dessa Academia, como reconhecimento por seu trabalho de preparação de um estudo geológico da França e pela pesquisa química sobre a gipsita e o gesso-de-paris.

Não sabia Lavoisier que sua participação na Academia de Ciências de Paris traria um inimigo que o levaria a morte, chamado Jean Paul Marat.

“Lavoisier teve a infelicidade de incorrer na ira de Jean Paul Marat, um dos chefes do terror que se seguiu à Revolução Francesa, por haver rejeitado um tratado químico, submetido por Marat à Academia Francesa de Ciência.” A ira de Marat levou Lavoisier a prisão (CANE, 1959, p. 176).

Não demorou para que Lavoisier se tornasse membro da Ferme Générale. Esta participação nesta concessionária trouxe a ele mais alguns desafetos na Academia, que não se conformavam com sua fortuna (TOSI, 1988, p. 35).

Essa decisão, que tão dramáticas consequências teria para Lavoisier, causou muitas surpresas, para não dizer escândalo, entre os acadêmicos. Conta-se que um deles, o geômetra Fontaine, disse, para acalmar a emoção dos seus pares: “Se ele é mais rico, os jantares que oferecerá serão melhores” [...] Para alguns, essa decisão se enquadrava perfeitamente dentro da decadência de valores morais próprio desse século.[...] (TOSI, 1988, p. 35).

A entrada de Lavoisier na concessionária possibilitou-o a frequentar algumas residências, numa delas conheceu Marie-Anne Pierrete Paulze, filha de outro concessionarista, que apesar de prometida para um homem bem mais velho, casou-se com ele em 16 de dezembro de 1771.

Pelo que se sabe, o casal foi muito feliz. Maria-Anne completou a sua educação depois do casamento e, como não tiveram filhos, converteu-se colaboradora de seu marido, acompanhando-o no seu trabalho. Foi ela a tradutora de importantes obras de químicos britânicos da época. Foi ela também a autora dos esplêndidos desenhos que ilustraram o *Traité Élémentaire de Chimie* (TOSI, 1988, p. 35).

Em agosto de 1772, Lavoisier foi nomeado associado na classe de química da Academia. E em 1775, ingressou na Régie des poudres et salpêtres (Administração de pólvora e salitre) (TOSI, 1988, p. 35).

No século XVIII, uma organização privada mantinha o monopólio do suprimento da pólvora na França. “Esse grupo piorou o serviço e passou a produzir apenas uma pequena quantidade de pólvora”. Lavoisier, então, formou uma empresa estatal e em três anos melhorou a qualidade e a produção de pólvora. “Esse aumento de produção permitiu

à França ajudar os combatentes, nas colônias norte-americanas, com munição suficiente” (CANE, 1959, p. 175).

Devem-se a Lavoisier as primeiras tentativas de preparar pólvoras com clorato de potássio, sintetizado nessa época por Berthollet. Em 1788, houve uma explosão na fábrica de Essones, na qual morreram duas pessoas (uma delas, o diretor do estabelecimento). Lavoisier, sua esposa e Berthollet, que assistiam às experiências, não pereceram por terem se traslado a outro lugar da fábrica pouco antes da explosão (TOSI, 1988, p. 35).

Lavoisier, em 1776, foi nomeado régisseur (administrador) e foi morar no Arsenal, onde permaneceu até 1791. Ali instalou o seu famoso laboratório que tinha os aparelhos mais preciosos da época (TOSI, 1988, p. 35). Além disso, ele acabou com uma lei que permitia ao rei o privilégio de sequestrar do celeiro de qualquer súdito o salitre, usado ao mesmo tempo como adubo e matéria-prima para pólvora (VANIN, 1994, p. 27). A partir desta ação, ele conquista mais inimigos, o rei e a organização privada de pólvora.

No laboratório de Lavoisier “[...] se reuniam os sábios franceses e os estrangeiros de passagem por Paris, para presenciar as históricas experiências que ele fazia com seus colaboradores. [...]” (TOSI, 1988, p. 35). Lavoisier recebeu vários cientistas, dentre eles: “Priestley, Watt e Blagden da Inglaterra, Ingenhousz da Holanda, Franklin dos E.U.A e Felice Fontana da Itália” (TOSI, 1988, p. 35).

Lavoisier não era um cientista que só ficava concentrado em suas pesquisas, mas era preocupado com a vida pública e a sociedade. Por isso, em 1787, elegeu-se deputado pela Assembleia Provincial de Orléans, representando o Terceiro Estado que “defendia a liberdade de imprensa e os direitos do cidadão. Em 1789, foi nomeado presidente do Banco da França, além de ter apoiado a Revolução Francesa (1789) (CANE, 1959, p. 176), VANIN, 1994, p. 27).

No século XVIII, existia uma pré-ciência que dizia que não havia um acordo sobre quais eram os princípios fundamentais, as principais leis, os principais axiomas e os principais postulados que explicassem fenômenos iguais. Então no final do século XVIII e início do século XIX, instala-se um paradigma. O paradigma passa a ser um modo de fazer ciência localizado no tempo e no espaço para determinado fenômeno da realidade. Só assim foi possível criar um grupo de pesquisadores para discutir uma teoria sobre o Flogístico.

O flogístico seria um componente da estrutura de todos materiais que poderiam entrar em processo de queima ou combustão. Estes materiais quando calcinados liberariam para a natureza o flogístico e o produto (cinza / resíduo e deflogístico), que seria mais leve que o material anterior.

Metal → (Cal + deflogístico) + flogístico

Essa teoria era usada pelos adeptos do flogístico para explicar a diferença de peso do metal e da cal.

Lavoisier não concordava com a teoria do flogístico e enquanto realizava experimentos do “enferrujamento” dos metais, do enxofre e do fósforo, pesava o material antes e depois da experiência. Nestes experimentos, observou, quando na queima do material, que no lugar de perder peso (massa), na verdade, o material queimado ganhava peso (massa). O resultado desses experimentos ia contra tudo que os defensores do flogístico defendiam, visto que ao invés de redução do peso, o experimento demonstrava um aumento. Lavoisier então repetiu o experimento, com a adequação de uma retorta e uma balança analítica, construída a seu pedido:

Colocou uma retorta uma quantidade muito bem pesada de mercúrio. A retorta era ligada a uma campânula que continha quantidade medida de ar. A campânula era vedada em relação à atmosfera exterior porque mergulhava numa cuba cheia de mercúrio. Lavoisier continuou a experiência. Após doze dias não houve nova alteração. O mercúrio não adquiriu nova camada vermelha e nem se reduziu mais o volume do ar. Quando ele começou a experiência, a retorta, o tubo e a campânula tinham ao todo 800 centímetros cúbicos; quando a terminou, restavam 640 centímetros cúbicos de “ar”.

Depois de completada a primeira parte da experiência, ele cuidadosamente recolheu o pó vermelho e o aqueceu, desta vez fortemente. Recolheu o gás que se desprende e encontrou os centímetros cúbicos que faltavam! Interpretou corretamente os resultados. Um quinto do ar é um gás que pode unir-se com o mercúrio e formar o pó vermelho. Esse gás, que Priestley chamara de “ar perfeito” recebeu de Lavoisier o nome de oxigênio [...] (CANE, 1959, p. 171).

Assim, constatou que através do experimento não haver criação nem perda de matéria como acreditavam os adeptos da teoria do flogístico.

Metal + ar → Cal (óxido)

Óxido → metal + “ar perfeito”

Esse estudo seria a base que levaria ao Princípio de Conservação da Matéria “Nada se cria, nada se perde”.

Foram inúmeras as contribuições de Lavoisier para a ciência, em particular a Química. No célebre *Traité Élémentaire de Chimie* publicado em 1789, ele descreve equipamentos de medidas de densidade, calorimetria, filtração, cristalização, destilação que verdadeiramente revolucionaram a química (NEVES; FARIAS, 2008, p. 54).

Mas foi com a nomenclatura química que se dá a revolução científica. Ela faz a ruptura da química mística e o surgimento da química analítica. Isso possibilitou que a química ganhasse sua identidade de ciência e apresentasse uma linguagem universalizada. Assim, apareceu a Epistemologia da química.

A educação recebeu uma atenção de Lavoisier. Ele questionava a falta de uma teoria ou lei que certificasse a ciência, ao invés de cada instituição de ensino apresentar um tipo de ensino de Ciência.

Fiquei surpreso ao ver quanta obscuridade cercava as abordagens da ciência. Durante as primeiras etapas, eles começavam supondo, em vez de provar. Apresentavam palavras que não estavam em condições de definir para mim, ou que só conseguiam definir recorrendo a conhecimentos que me eram absolutamente estranhos, e que só poderia adquirir estudando toda a química. Assim, ao começarem a me ensinar a ciência, eles supunham que eu já a conhecesse.

Conseguí adquirir uma ideia clara e precisa do estado a que a química chegara naquela época. Mesmo assim, era verdade que eu passara quatro anos estudando uma ciência que se baseava em poucos fatos [sic], que essa ciência se compunha de ideias absolutamente incoerentes e suposições não provadas, que não tinha um método de instrução, e que não havia sido afetada pela lógica da ciência. Foi àquela altura que percebi que teria de começar todo o estudo da química de novo (LAVOISIER apud NEVES; FARIAS, 2008, p. 48–49).

Este olhar de Lavoisier referente ao ensino no século XIX não fica muito distante da realidade do ensino de hoje, século XXI.

A vida de Lavoisier foi muito profunda. Contudo, algumas fontes primárias (artigos e livros) são reducionistas e levam o leitor, professor ou aluno, a ter uma impressão de que seus estudos e questionamentos, quando da realização de seus ideais científicos e educacionais, não lhe causaram problemas durante a sua vida de pesquisador, no entanto foram esses estudos e questionamentos que determinaram o fim da vida do pai da Química Moderna e pode ser observado no trabalho de Guimarães e Castro (2019).

2.4 A relação balança x peso corporal x saúde x vida social

A lei da conservação das massas, proposta por Lavoisier, é importante nas aulas de química e ciências, e pode ser usada para explicar a relação de peso corporal e índice de massa corporal (IMC) de crianças e adolescentes das redes escolares. Esta lei pode ser utilizada, em sala de aula, para esclarecer o aluno sobre o consumo de determinados produtos açucarados e industrializados, seus efeitos no aumento da massa corporal e suas causas na saúde. Na sua definição, a lei da conservação das massas fala que a massa de um reagente em combustão pode aumentar o peso da substância por aumentar sua massa.

Atualmente no Brasil, de um grupo de 05 (cinco) crianças ou adolescentes, 01 (uma) está sofrendo de obesidade. A obesidade não atinge somente uma determinada faixa etária; no caso de jovens de 5 a 19 anos, 30,3% estão obesos enquanto que em crianças de 06 e 23 meses o percentual de obesidade vai para 31% (JANEIRO, 2019). Estes futuros adultos entrarão nas estatísticas dos casos de doenças graves que mais afetam a população brasileira: a pressão alta, a depressão e o câncer. A questão social em relação à saúde do Brasil é muito delicada por vários fatores: o Sistema Único de Saúde (SUS) não tem estrutura para atender a quantidade de pessoas que buscam tratamentos; há uma cultura de consumo de alimentos açucarados e industrializados; há falta de uma cultura de atividades físicas; há um uso excessivo do ambiente digital; há falta de condição socioeconômica etc.

A escola enquanto um ambiente promotor de saúde permite discutir os alimentos na área das ciências da natureza, o tema saúde inserido no currículo de química do ensino médio dá uma maior fundamentação para compreender a ideia filosófica “conhece-te a ti mesmo”, e a partir desta ideia do autoconhecimento, permitir ao aluno(a) ter uma base da sua realidade. Assim, o(a) aluno(a) poderá fazer críticas e reflexão em relação à influência da sociedade sobre sua saúde física e emocional. Os componentes curriculares da área das ciências da natureza possibilitam a construção de uma base de conhecimento contextualizada, envolvendo a educação para o consumo de alimentos saudáveis. A estratégia de associar uma aula sobre a teoria de conservação de massas e o uso da balança contribui para a interação entre educação e saúde, atendendo o que está previsto na Base Nacional Comum Curricular – BNCC.

A aplicação de conceitos científicos na alfabetização em saúde permitirá ao aluno ter uma educação científica que o prepare para cuidar de problemas relacionados à obesidade e a se envolver em uma responsabilidade coletiva. A presença deste tema, saúde, em outras disciplinas diferentes da química ou ciência, permitirá uma interdisciplinaridade e o aluno poderá apresentar uma formação ampla e não reducionista, proporcionando ao aluno um empoderamento, para que seja apto a tomar decisões necessárias em sua vida, em sua família e em sua comunidade acerca de assuntos como alimentação saudável e controle da obesidade.

3 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o uso do Museu de Ciências como espaço não formal no Ensino de Química, resultando no enriquecimento do espaço formal, escola, no que tange às partes cognitiva, afetiva e psicomotora do aluno, para facilitar o entendimento da educação de química e da educação científica.

Para direcionar na busca de algumas respostas do uso do espaço não formal no enriquecimento da formação do aluno, serão realizados três questionamentos:

- 1) Qual a importância do Ensino de Química para o aluno?
- 2) Que valorização terá o espaço não formal na vida deste aluno?
- 3) Qual a percepção do espaço não formal para o aluno?

Objetivos Específicos:

- Mostrar aos alunos a importância da História da Ciência;
- Estimular a curiosidade e o interesse dos alunos, para que descubram novos caminhos na resolução de problemas;
- Desenvolver no aluno o hábito de estudo e a precisão no uso da linguagem química;
- Construção de uma balança com material alternativo, de modo a consolidar o pensamento científico no cotidiano do aluno;

- Utilizar a balança construída para trabalhar assuntos como matéria, corpo, objeto entre outros assuntos pertinentes ao planejamento anual de ensino.

4 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa foi de caráter descritivo-exploratório (pesquisa e experimentação) e qualitativo, permitindo uma maior familiaridade entre o pesquisador e o tema pesquisado. O método escolhido foi o indutivo, pois utilizou-se parte de uma realidade local para a compreensão da realidade geral.

A pesquisa para a Dissertação foi realizada, no Colégio Estadual Missionário Mário Way, localizado no município do Rio de Janeiro, com a participação dos alunos do 1^o ano do Ensino Médio.

4.1 Aplicação do questionário inicial

Inicialmente, tendo em vista o momento atual de pandemia pelo novo Coronavírus, as aulas foram híbridas e o trabalho foi iniciado com a aplicação de um questionário simples, contendo as seguintes perguntas:

- 1- *O que é um Museu de Ciência para você?*
- 2- *Qual a importância do Museu de Ciência para o Ensino de Química?*
- 3- *Já visitou um Museu de Ciência? Qual?*
- 4- *Sua aula (de Ciência ou de Química) na escola tinha relação com a visita ao Museu de ciência?*
- 5- *Você considera os Museus de Ciências como um espaço formal para aprender?*
- 6- *O que seria um espaço formal de aprendizagem para você?*
- 7- *Você acredita que o conhecimento da História da Ciência complementaria sua educação?*
- 8- *Você enxerga a evolução dos equipamentos científicos como um avanço para a vida cotidiana da população em geral?*
- 9- *Você conhece algum equipamento científico que possa ser utilizado no seu dia a dia?*

4.2 Aplicação do questionário socioeconômico e cultural

O professor pesquisador busca informações sobre a vida econômica, social e cultural do aluno e de sua família através das perguntas abaixo.

Sobre seu responsável legal, responda:

1-Com quem você mora?

() Pai () Mãe () Pai e mãe () avós () Outro: _____

2- A idade dos seus responsáveis legais está entre:

30 a 40 anos 40 a 50 anos 50 ou mais anos

3- Em que Estado Brasileiro seu responsável legal nasceu?

RIO DE JANEIRO

Outro _____

4- Como seu responsável legal se declara quanto a raça?

Branco Afrodescendente Pardo Amarelo Indígena

5- Qual o Grau de Instrução do seu responsável legal?

Nunca frequentou escola

Estudou só até o ensino fundamental incompleto

Estudou até o ensino fundamental completo

Estudou só até o ensino médio incompleto

Estudou até o ensino médio completo

Completou o Ensino Superior

6- Origem dos recursos financeiros da família:

trabalho com vínculo empregatício

trabalho sem vínculo empregatício

7- Faixa salarial da família:

Salário mínimo

2- 3 salários mínimos

4-6 salários mínimos

6 ou mais salários mínimos

Agora sobre você, responda:

8- Quantas pessoas moram em sua casa, contando com você? _____

9- Qual é a sua participação na renda familiar?

Você trabalha e é o principal responsável pela renda da família

Você trabalha e contribui com a renda de sua família

- Você não contribui com a renda da família, mas se mantém.
- Você não trabalha e seus gastos são pagos por outras pessoas.
- 10- Qual o tipo de atividade que você exerce?
- Na área do comércio
- Na área da indústria
- Serviços Públicos
- Autônomo
- Não trabalha atualmente
- 11- Com relação a moradia, você:
- mora com a família
- mora sozinho(a)
- mora sozinho(a), pois a família mora em outra localidade
- mora com amigos ou parentes em _____
- Outra situação. Qual? _____
- 12 - A casa em que sua família reside é:
- Emprestada ou cedida. Por quem? _____
- Alugada.
- Própria em pagamento.
- Própria já quitada.
- 13 – Sua casa é de:
- Madeira
- Alvenaria
- Mista (Madeira e Alvenaria)
- 14- Você possui acesso a internet em casa?
- Temos wireless em casa
- Tenho pacote de dados no celular
- 15- Possui computador em casa?
- SIM NÃO
16. Qual o Sistema de Ensino que você estudou anteriormente?

Municipal Estadual Federal Outros

17. Qual o principal motivo que o(a) levou a optar pelo Ensino do Colégio Missionário Mário Way?

Ensino gratuito

Imagem da Instituição perante a comunidade

Preparação para o mercado de trabalho.

Preparação para o concurso público

Preparação para as Universidades Públicas ou Particulares

18- Em que série você se encontra?

1ª série do Ensino Médio 2ª série do Ensino Médio 3ª série do Ensino Médio

19- Você é portador de alguma necessidade especial?

Não.

Sim. Especifique _____

20- O colégio atende sua necessidade especial?

Não Sim Especifique _____

21- Você está matriculado em outro curso?

Curso Público. Especificar Qual: _____

Curso Particular. Especificar Qual: _____

Não estou matriculado em nenhum outro curso.

22. Qual o tipo de leitura ou meio de comunicação que você mais utiliza para se manter no Colégio Estadual Missionário Mário Way Atualizado?

Jornais Revistas Livros Televisão Internet

23- Como você tem estudado durante a Pandemia de COVID-19?

Ensino online

Ensino online (2020) e semipresencial (2021)

Ensino presencial

Não estudou durante a pandemia

24- Assinale a qual(is) opção(ões) de cultura você tem ou teve acesso.

Museu Cinema Teatro Balé Biblioteca

25- Você conhece algum Museu de Ciências?

SIM Qual? _____

NÃO

26- Já visitou/ acessou algum Museu Virtual?

SIM Qual? _____ NÃO

27- Que área científica você se identifica ou tem curiosidade de conhecer?

Ciências Biológicas Ciências Físicas Ciências Químicas

Ciências Humanas Ciências tecnológicas

28- Você gostaria de conhecer um Museu de Ciências;

SIM NÃO Porque: _____

4.3 Sequência didática aplicada

A ideia da pesquisa foi escolher um dos assuntos do planejamento didático anual para as turmas participantes e realizar um trabalho estimulando o letramento científico dos alunos para além da absorção automática e decorada dos conteúdos lecionados.

A Tabela a seguir mostra o conteúdo do planejamento escolhido pelo professor pesquisador para avaliar sua proposta de sequência didática e levar às conclusões de sua pesquisa.

Tabela: Conteúdo trabalhado pelo professor pesquisador

TEMÁTICA	TEMA TRABALHADO	TÓPICOS DE CONTEÚDOS
MATÉRIA E ENERGIA	Modelos atômicos	<ul style="list-style-type: none"> - História da constituição da matéria, - Corpo, objeto, energia, unidade estrutura da matéria,
	Modelos atômicos	<p>A evolução dos modelos atômicos: Modelos atômicos de Dalton, de Thomson, de Rutherford, de Rutherford-Bohr e atômico atual.</p>
	Substâncias químicas	<p>O que é uma substância química? Substância simples Substância composta Compostos iônicos Moléculas</p>
	Elementos químicos e sua organização	<p>Evolução histórica da classificação dos elementos químicos, Representação do elemento químico: nome e símbolo. Número atômico e ordenação dos elementos na Tabela Periódica. Organização da Tabela Periódica: grupos e períodos</p>
	Evolução dos modelos atômicos	<p>O que é uma ligação química? Revisão de estrutura do átomo, distribuição eletrônica e número de valência Teoria do octeto Tipos de ligações químicas Ligação covalente Ligação metálica Ligação iônica Formação de íons (cátions e ânions) Como utilizar a Tabela Periódica no estudo das ligações químicas</p>
	Reações químicas	<p>O que é uma reação química? Diferença entre transformação química e transformação física Representação das reações químicas Leis das reações químicas Lei da conservação das massas (Lei de Lavoisier) Lei das proporções constantes (Lei de Proust) Lei das proporções múltiplas (Lei de Dalton) Tipos de reações químicas Reação de síntese ou adição Reação de análise ou decomposição Reação de simples troca ou deslocamento Reação de dupla troca Avaliação Construção das balanças</p>

Entremado à teoria aplicada em sala de aula, foram propostas atividades experimentais, onde o professor pesquisador estimulou os alunos a construir suas próprias balanças, com materiais alternativos e acessíveis a eles.

Num segundo momento experimental, o professor pesquisador construiu, junto com os alunos, uma balança de 2 pratos que foi adaptada para cano de cola de PVC e outros materiais e não mais de rosca de acordo com o descrito por Esteves-Souza et al, 2020.

Após a construção, as balanças foram utilizadas nas aulas para consolidação dos conceitos de matéria, corpo, objeto, energia, misturas homogênea e heterogênea, densidade etc, sendo aplicada na realização de medidas de massa e volume nos estados sólido e líquido.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

É importante ressaltar que o trabalho poderia ter sido desenvolvido com uma quantidade maior de alunos, no entanto, houve uma quantidade menor devido ao retorno parcial das aulas, em função da pandemia da COVID 19.

Assim, a proposta do trabalho foi contextualizar e relacionar o conteúdo das aulas de química com o dia a dia dos alunos e aproximá-los ao pensamento científico. Os alunos foram informados, no primeiro encontro, de um total de oito (08), que seriam trabalhados os seguintes conteúdos: conceito de matéria, corpo, objeto, átomo, massa, peso, molécula, substâncias simples, substâncias compostas e ocorreriam três avaliações no decorrer do bimestre. Cada encontro seria composto de dois períodos de aula com duração de 50 minutos. Além disso, foi aplicado um questionário inicial para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre história da ciência e a diferença entre educação em espaços formais e não formais e um segundo questionário para verificar a questão socioeconômica e cultural da família. O objetivo deste era saber qual seria a melhor forma de uma intervenção ensino-aprendizagem deste aluno, caso tivesse a necessidade de um acompanhamento especial, ou seja, a inclusão social, no entanto os 46 alunos participantes (100%) responderam que não eram portadores de necessidades especiais.

5.1 Análise dos resultados obtidos na aplicação dos questionários

Na tentativa de entender o modo como o aluno constrói seu conhecimento, foram aplicadas metodologias baseadas no Racionalismo de René Descartes, a Teoria Cognitivista de Jean Piaget através do Construtivismo e a Lei de Conservação da Massa de Antoine Laurent Lavoisier. Para tal empreitada, o trabalho iniciou com a aplicação de dois questionários: o primeiro para entender o aspecto sócio-econômico-cultural do grupo envolvido na pesquisa, buscando explicações sobre a inteligência sensório-motora do aluno quanto à assimilação do meio. Quanto aos resultados obtidos, observou-se que a maioria dos alunos possui condições econômicas baixas (**Figura 1**), um fator limitante

no estímulo da aprendizagem, que irá atrasar outras fases do desenvolvimento cognitivo da criança ou adolescente, como mostram outros trabalhos, principalmente de Gomes (2018).

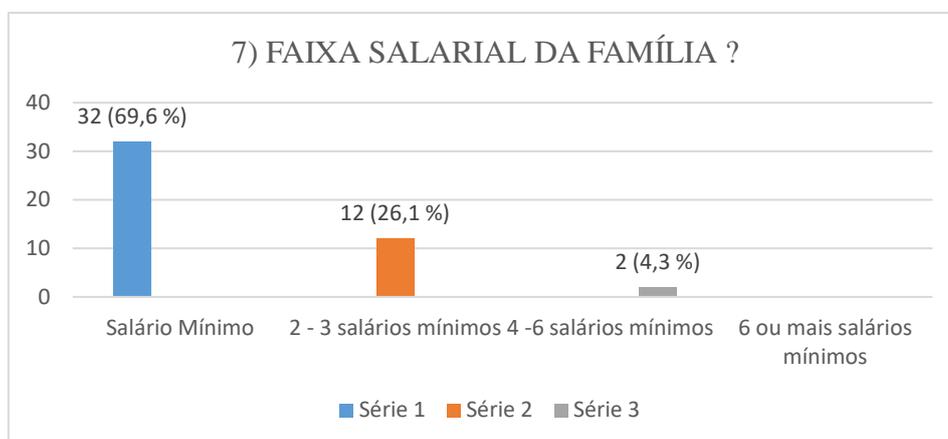


Figura 1: Gráfico da faixa salarial da família

As respostas às perguntas 14, 15 e 23, demonstraram um fator importante na limitação para aprender, porque 100% dos alunos declararam que possuíam internet em casa, mas somente 39,1 % tinham computador (**Figura 2**), impactando negativamente a aprendizagem principalmente dos alunos que estudavam pela internet.

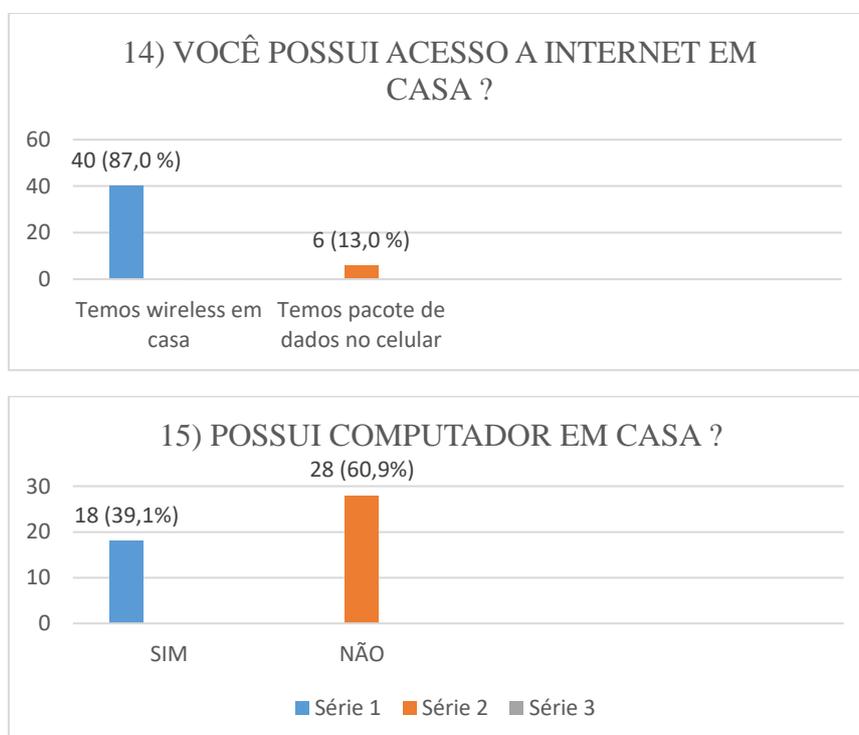


Figura 2: Gráficos das respostas sobre conectividade dos alunos

Ao questionar os alunos sobre como estavam estudando, aproximadamente 50% dos alunos (**Figura 3**) informaram que não conseguiam acompanhar as aulas por falta de equipamento ou conexão. Para agravar, o pacote da internet era limitado em função da faixa salarial da família (**Figura 1**).

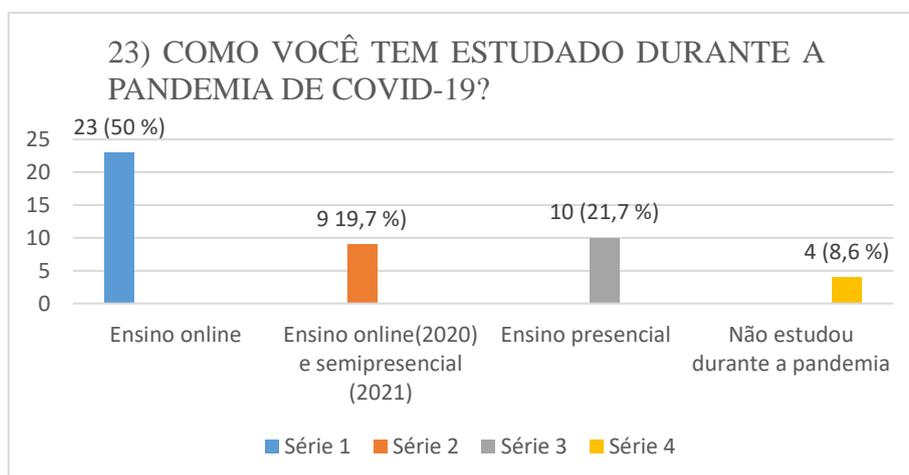


Figura 3: Gráfico do resultado ao questionamento: Como você tem estudado durante a pandemia de COVID-19?

Fazendo uma análise superficial, pode-se explicar o alto número de ausência nas aulas online através das **Figuras 1, 2 e 3**. O trabalho de Barros et al (2018) corrobora que o uso do questionário socioeconômico pode auxiliar a análise da aprendizagem do aluno.

Neste mesmo questionário, ao questionar o grau de instrução do responsável legal dos alunos, observamos que o resultado (**Figura 4**) demonstrou o baixo grau de escolaridade da maioria desses responsáveis (57,3 %) e corrobora com a baixa faixa salarial da família (69,6 %).

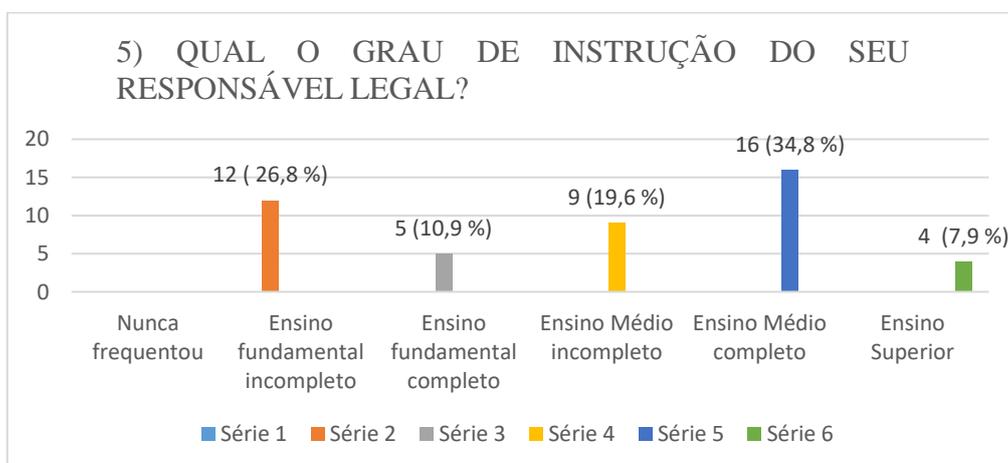


Figura 4: Gráfico de questionamento sobre o grau de instrução do responsável legal do aluno.

A relação próxima entre o baixo grau de escolaridade dos responsáveis legais e a renda familiar levaram o professor pesquisador ter como hipótese o impacto dessa situação social no conhecimento cultural do aluno, o que foi confirmado através das respostas ao questionamento sobre museus de ciência (**Figura 5**).

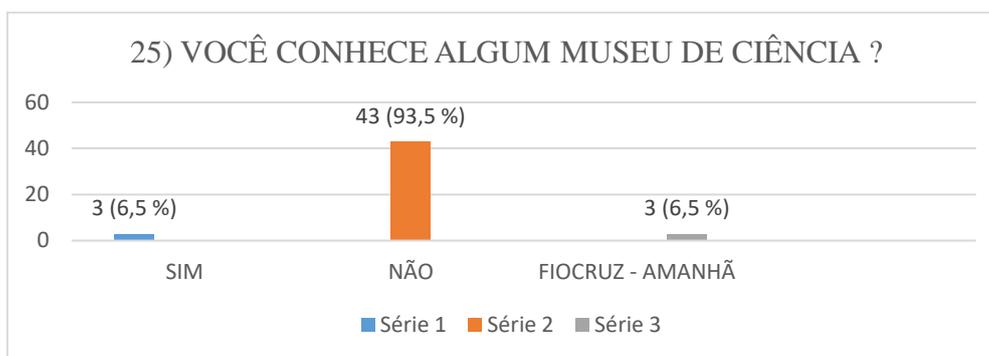


Figura 5: Gráfico das respostas ao questionamento: Você conhece algum Museu de Ciência?

Para que o professor pesquisador tivesse dados que corroborassem com a baixa aprendizagem, a pergunta 19 do questionário perguntava se o aluno possuía alguma necessidade especial, 100% responderam que não eram portadores de nenhuma necessidade especial.

Este dado é condizente com os resultados obtidos por alguns autores como Cunha (2020, 2022), Aranha (2012), Rosa (2021), que mostram que os pais geralmente não informam à instituição de ensino se o filho possui alguma deficiência intelectual. Esta conduta pode ser explicada pela limitação cultural dos pais que preferem omitir a informação.

Questionados sobre o meio de comunicação que usam para se manterem atualizados, a maioria esmagadora responde que usa a internet para se informar (**Figura 6**), enquanto menos de 10% se atualizam através da leitura de livros. A análise desse dado mostra que os(as) alunos(as) apresentam características de uma geração Z caracterizada pelo domínio das novas tecnologias e pela urgência e multiplicidade de interações realizadas num universo individual e, por vezes, alheio ao ambiente e às relações interpessoais de primeira hora, além disso, são indivíduos que recebem um grande volume de informações sem absorvê-la de modo definitivo, levando a uma deficiência quanto à assuntos da atualidade ou que envolvem ciências, por exemplo.

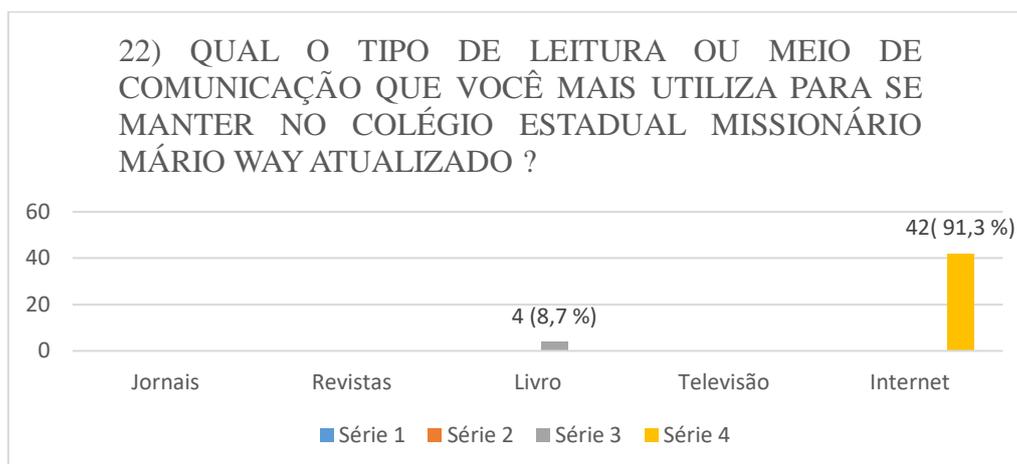


Figura 6: Resultado ao questionamento sobre a forma de buscar informações.

Estes dados podem explicar as dificuldades apresentadas pelos(as) alunos(as) em interpretar e responder questões dissertativas de textos científicos, demonstrando um analfabeto científico, conforme apontado pelo trabalho de Neri (2018).

O segundo questionário buscou no grupo de alunos elementos que mostrassem se determinadas informações já se encontravam assimiladas e acomodadas total ou parcialmente, de acordo com o conteúdo abordado durante a aula ou posteriormente. Estas informações sobre o aluno representam a “adaptação biológica” dele, que é um “equilíbrio progressivo” entre o aluno e o meio, ou seja, uma “evolução mental” que leva à “adaptação intelectual”. Esta passa pela “adaptação-processo” que tem a função de construir e reconstruir as informações oriundas do meio e conservando o “organismo”. Os alunos participantes foram consultados quanto a participarem da pesquisa de modo voluntário e um termo de ciência e autorização de participação foi entregue, para que os pais assinassem. Um questionário sobre percepções prévias acerca da história da Ciência, ensino em espaços formais e não formais foi entregue para que os alunos preenchessem, também foi informado aos alunos que a participação na pesquisa não geraria nenhum benefício (ponto) na avaliação do bimestre.

O questionário sobre os espaços foi respondido por duas turmas de 1º ano, retratadas pelas turmas 1005 e 1006, totalizando 52 alunos. Já o questionário socioeconômico e cultural foi respondido por 46 alunos dessas turmas. Este aumento no quantitativo de alunos se deu em função da volta de mais alunos ao regime de aulas presenciais após o relaxamento do isolamento social imposto pela pandemia da COVID-19. O inicial receio à volta ao regime presencial se contrapôs às dificuldades de conexão da internet, à falta de computador em suas casas, além da dificuldade de acompanhar o conteúdo das aulas ministradas para os que estavam em regime presencial. Estes fatores negativos, que limitavam a aprendizagem e aumentavam a baixa autoestima dos alunos corroboraram com outros resultados encontrados na literatura (Jaeger, 2022).

Nesta fase da discussão, é importante ressaltar que a visita a museus de ciências era uma das etapas pensadas para este trabalho de dissertação, e precisou ser

substituída pela visita virtual. Esta alteração prejudicou um pouco o objetivo de analisar a importância da utilização dos espaços não formais no processo de ensino.

Apesar desta alteração, o professor pesquisador manteve a temática dos museus de ciência através do questionário 2, que investigou o quanto os alunos estavam familiarizados com este espaço de conhecimento.

A partir deste formulário, foi possível observar que cerca de 93,5% dos alunos não conheciam nenhum museu científico, e quando foi perguntado sobre a visita desses espaços, o percentual aumentou mais ainda, pois somente 3 alunos, de um total de 52, já haviam estado nesses espaços científicos.

O que corrobora com diversos trabalhos da literatura que defendem que apesar de existirem vários espaços museais disponíveis para visita, alunos da rede pública de ensino, principalmente das periferias, dificilmente conseguem usufruir de visitas. Este estudo realizado com este modelo de ensino-aprendizagem é similar ao de outros trabalhos como de Almeida (2014). Também foi perguntado aos alunos se já haviam acessado algum museu virtual, nesse caso todos os alunos responderam nunca ter feito nenhum acesso.

Ao serem perguntados sobre “Você acredita que o conhecimento da História da Ciência complementaria sua educação?”, somente 2 alunos responderam não, demonstrando um possível interesse e curiosidade da maioria dos alunos entrevistados.

Por último, o professor perguntou se os alunos conheciam algum equipamento científico que era usado no cotidiano deles, obtendo-se uma resposta negativa de 84,6 % dos alunos.

Esses dados sintetizam que a curiosidade e o interesse pelo novo permanecem fortes nos jovens, apesar de todas as dificuldades sociais, financeiras e de acesso a espaços não formais de ensino. Daí a importância de maiores investimentos na qualidade da educação básica.

A partir dos dados da aplicação dos questionários, com o interesse dos alunos despertados para o tema, o professor pesquisador passou a explicar sobre a utilização cotidiana de diversos equipamentos científicos, como por exemplo as balanças e propôs que cada um construísse sua balança, com materiais alternativos e trouxessem numa aula posterior.

5.2 Aplicação do conteúdo

A aplicação do conteúdo didático em sala de aula foi iniciada com uma explanação do professor pesquisador, a partir de uma linha cronológica sobre o desenvolvimento histórico do aparecimento do átomo, recorrendo aos filósofos gregos, demonstrando a importância da história para o pensamento científico e apresentando vários modelos de átomos com suas evoluções no decorrer do tempo. Essa temática na aula permitiu que o professor pesquisador apresentasse as várias teorias atômicas e explicasse a descoberta

de diferentes partículas que compõem o átomo. O conhecimento do conceito dessas partículas pelos alunos permitiu a eles compreender melhor algumas substâncias e o surgimento de outras teorias que explicam a composição do átomo e como estas novas teorias fizeram os cientistas contribuírem para a evolução da ciência.

No segundo encontro, o professor conceituou e contextualizou matéria, corpo, objeto, utilizando como exemplos cadeiras, mesas, lâmpadas, quadro, apagador, pincel entre outros que se encontravam em sala de aula e informando que aqueles objetos apresentavam massa e volume, relembrando as unidades de medidas de massa como o quilograma (Kg) e grama (g), e apresentou o equipamento científico de verificação de massa, chamado balança. O professor pesquisador perguntou aos alunos se já haviam utilizado alguma vez uma balança, todos responderam que sim. A partir desta afirmativa, lançou como desafio aos alunos que construíssem, individualmente ou em grupo de dois, uma balança que deveria ser trazida numa próxima aula.

Ao trabalhar o tema modelo atômico, foi possível demonstrar a importância da evolução histórica no saber científico. A cada modelo apresentado, era dissertado o ano e as questões política, social e tecnológica em que os cientistas se encontravam. Essa metodologia instigou a curiosidade dos alunos sobre o passado da ciência, gerando questionamento sobre criação e funcionamento de equipamentos. Outros questionamentos surgiram e levaram a uma discussão sobre a relação entre os filósofos e a construção do conhecimento científico pautado em observação e nas regras da religião da época. A teoria não poderia contrariar o poder da igreja local! De modo a não ofender nenhum aluno cristão, foi explicado que o modelo atômico surgiu à medida que as teorias anteriores não mais explicavam novas perguntas e com isso novas teorias surgiam e novos modelos se apresentavam para responder as novas perguntas.

Os alunos foram estimulados a ler rótulos de produtos, para observarem a composição química desses produtos. Alguns alunos se interessaram em conhecer os rótulos de produtos de limpeza, visto que em meio a pandemia de COVID 19, a importância deste assunto era amplamente disseminada por redes sociais e meios de comunicação. Em outros casos, os alunos observaram as quantidades de açúcar nas embalagens de cada produto que habitualmente consumiam. Este exercício gerou uma discussão entre os alunos sobre a importância do conhecimento mais aprofundado das substâncias que compõem um alimento, como por exemplo as quantidades de sal e açúcar e sua influência na saúde humana. Outra discussão abordada foi a composição dos materiais de limpeza, quais seriam mais eficientes e seu papel para evitar a transmissão do vírus da COVID 19.

5.3 Experimentação: construção e utilização das balanças

Numa aula anterior, o professor pesquisador havia explicado sobre a relação massa-peso e apresentou o equipamento científico que realiza esta medição, a balança. A partir daí estimulou os alunos a construir seu próprio equipamento de medida de massa, a partir de quais materiais que estivessem ao alcance dos alunos.

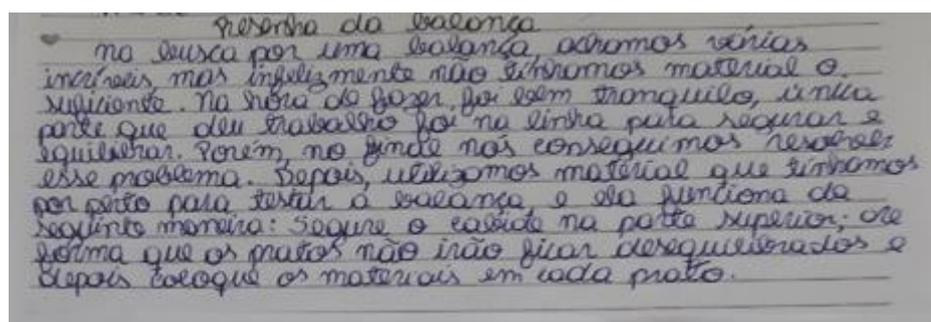
A aula de entrega dessas balanças foi um momento ímpar em função da variedade e da criatividade dos alunos. Ali sim, estava exposta a capacidade de criação do aluno ou do grupo. Na ocasião, muitos relataram que foi a primeira vez que tinham realizado uma atividade e que a experiência foi muito legal. Foi visível a alegria dos alunos apresentando suas criações e a interação com a contextualização entre o conceito e a prática vivida pelo aluno. Alguns se sentiram tímidos em falar e tirar fotos da sua criação.

No entanto, esta prática fez com que os alunos interagissem entre eles, visto que era um momento diferenciado, ou seja, os adolescentes se encontravam isolados por um tempo prolongado e alguns demonstravam o estresse em viver isolados. Este experimento da construção da balança permitiu aos alunos lembrar o sentimento de empatia, de cooperatividade, de criatividade, criticidade, autoconhecimento, pensamento científico, autocuidado, resolução de problemas criativos e investigação. A **Figura 7** registra a aula de apresentação dos projetos dos alunos e demonstra a interação entre eles.



Figura 7: Apresentação das balanças criadas pelos alunos.

Os alunos foram estimulados a escreverem sobre a experiência de terem que planejar e construir uma balança. Na **Figura 8**, é possível ver 2 exemplos de respostas dadas pelos alunos:



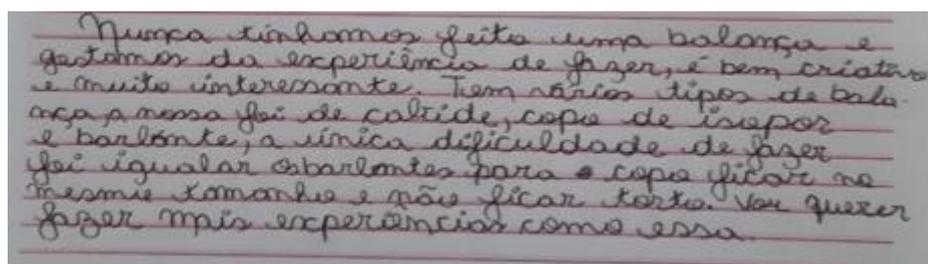


Figura 8: Resenha feita pelos alunos sobre a construção das balanças

Após a apresentação dos projetos, o professor pesquisador solicitou aos alunos que pesquisassem a história da balança no site <https://www.eravirtual.org/cade-a-quimica/> da Casa da Ciência – UFRJ, e relatassem na aula seguinte o que tinham visto e lido sobre a história das balanças. No entanto, ao perguntar aos alunos se haviam conseguido navegar no site fornecido na aula anterior, muitos falaram que ainda não, outros falaram que o pacote de internet que eles tinham era muito pouco e não poderiam gastar, porque seus familiares também usavam, ou seja, o celular não era só do aluno. O professor pesquisador observou que esta tarefa (navegar e ver onde química é usada) estaria comprometida pela falta de equipamentos e acesso à internet, exacerbando ainda mais a diferença de oportunidade de adquirir o conhecimento pelos alunos da rede pública de ensino, numa época em que disseminação de informações e atividades foram estimuladas e amplamente divulgadas através do ambiente virtual e, no entanto, esta informação não chegava a grande parcela dos alunos.

A **Figura 9**, demonstra uma das poucas resenhas acerca da história da balança entregue ao professor.

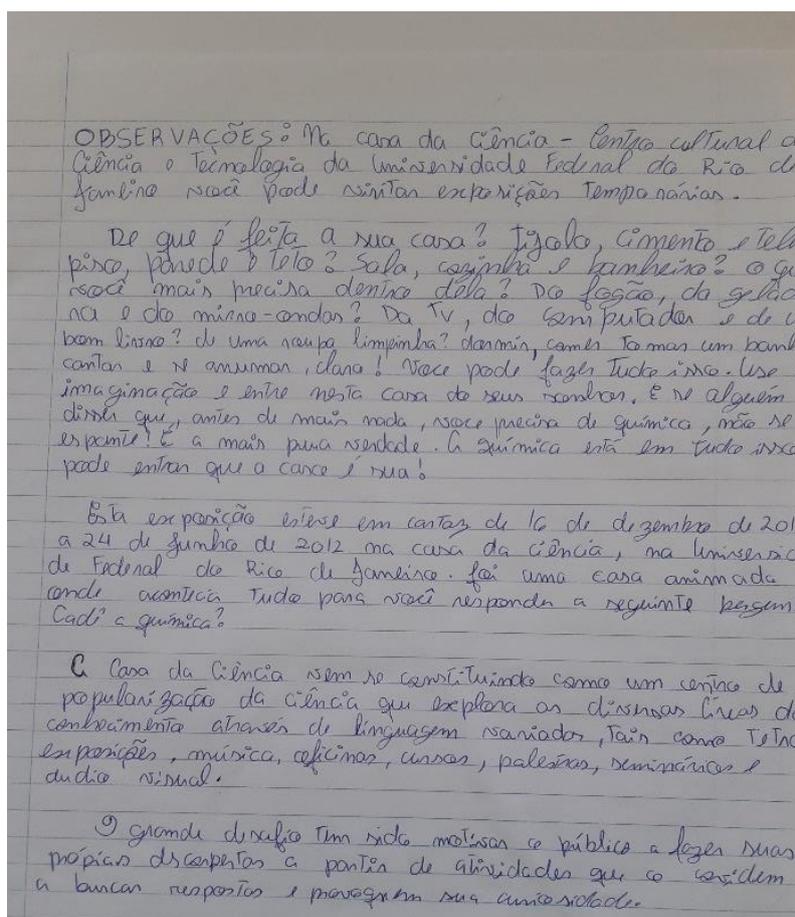


Figura 9: Resenha de um aluno após acesso ao site <https://www.eravirtual.org/cade-a-quimica/> da Casa da Ciência – UFRJ

A avaliação bimestral planejada pelo professor foi entregue no penúltimo encontro com a turma. No entanto, foi informado aos professores que a avaliação só serviria para constar como o aluno foi avaliado e não haveria o peso da reprovação, mesmo ele não atingindo os pontos determinados pela Secretaria de Educação que são 20 (vinte) pontos. Foi um momento delicado para a pesquisa, porque, ao saberem que o Estado não iria reprová-los, os alunos não tinham mais obrigação de retornar à escola e o último momento da pesquisa poderia não ser concluído. O professor pesquisador não sabia se os alunos que se comprometeram em participar da pesquisa retornariam no próximo encontro.

Como esperado, no último encontro, só retornaram alguns alunos para pegarem as avaliações e os que demonstraram interesse em participar da construção da balança de PVC. O professor pesquisador ficou aliviado quando viu os alunos na escola, pois mesmo em número reduzido, seria possível a aplicação da última etapa da pesquisa.

A construção de uma balança de dois pratos por Esteves-Souza et al, 2020, teve uma pequena reformulação na substituição do cano de rosca pelo cano de cola, de modo a facilitar a atuação dos alunos durante a execução do projeto. Durante a tarefa de construção da balança, o professor pesquisador pôde observar que os alunos de uma das

turmas eram mais coesos quanto à empatia, à cooperatividade, à resiliência, ao autoconhecimento, ao pensamento científico, à cidadania, à resolução de problemas e à investigação. Estas competências que o professor buscou desenvolver em suas aulas de química são as que preconizam na LDB e na BNCC (**Figura 10**).



Figura 10: Execução do projeto de construção da balança de PVC

É importante ressaltar que a experimentação nas aulas de química contribui para tornar o aluno protagonista no processo de ensino e aprendizagem. É evidente que, quando os professores deixam de ser detentores do saber e passam a mediar seus estudantes levando-os a buscar o conhecimento, por meio de questionamentos e pesquisas, fazendo com que os próprios construam suas hipóteses, eles levam os discentes a uma aprendizagem mais profunda e espontânea (ALVES FILHO, 2000).

No entanto, a experimentação no ensino de química deve ir além de motivar os alunos para as aulas. Mesmo a mais simples, com materiais de baixo custo e realizada dentro da sala de aula, torna-se indispensável se levar em conta o entorno deste aluno, seu cotidiano e estilo de vida. É preciso que o professor se sensibilize com a realidade do aluno e o motive a participar e construir o conhecimento a partir de suas próprias experiências.

5.4 Avaliação do rendimento dos alunos

A avaliação de aprendizagem baseada em projeto não pode seguir a avaliação do ensino tradicional. Nesta pesquisa o professor pesquisador atribuiu como avaliação 4 tarefas em que foram considerados e analisados os rendimentos dos alunos que responderam aos questionários, assistiram às aulas teóricas presenciais (10 pontos), criaram suas próprias balanças (15 pontos), participaram da montagem da balança de PVC (10 pontos), e que fizeram avaliação escrita (5 pontos) e os que foram bem avaliados, ou seja, obtiveram pontuação acima de 28 pontos ou nota 7,0. O total de pontos distribuídos seriam 40 pontos e nota 10,0.

O total de alunos matriculados nas turmas foi de 78, destes 52 assistiram às aulas em formato presencial após o fim da obrigatoriedade do isolamento social. As aulas teóricas foram acompanhadas por 31 alunos no formato presencial, em formato online nenhum aluno participou, alegando falta de conectividade, que o celular era da mãe e ela levava para o trabalho, que o pacote de internet do celular não comportava o tempo de aula entre outras dificuldades.

Existiram dois tipos de avaliação, uma para os alunos online que era retirada na secretaria escolar e posterior devolução para correção; e para os alunos presenciais foram aplicadas 4 diferentes atividades avaliatórias: lista de exercícios, feitos em casa e com auxílio do professor, exercícios em sala de aula realizados em grupo, o projeto de construção da sua própria balança e prova.

Ao final de todas as etapas do trabalho, foram realizadas as provas finais para os alunos que continuaram frequentando até o final do ano letivo, e avaliado o rendimento dos alunos, mesmo com a aprovação automática garantida pelo Estado.

Do total de 78 estudantes matriculados, 69 (88 %) cumpriram os requisitos da norma de aprovação da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro que são: obtenção de no mínimo 20 pontos e 75% de frequência para a aprovação. Dos 88%, 8 estudantes (9%) obtiveram entre 28 e 30 pontos (ou média 7,0), sendo considerados alunos com bons rendimentos, dado o cenário imposto à realidade vivida por todos.

Em relação às propostas experimentais feitas pelo professor pesquisador, foi observado que 73 estudantes (93%) elaboraram os projetos e montaram suas próprias balanças e 13 estudantes (17%) participaram da atividade de construção da balança de PVC proposta pelo professor pesquisador no último encontro.

Estas atividades foram muito significativas, porque despertaram nos alunos uma empolgação e um empenho muito grandes. Assim, também foi possível observar o que eles já apresentavam de compreensão de massa, peso e equipamento científico e, com isso, o professor poderia contribuir na construção ou reconstrução do saber deste aluno.

Na última atividade proposta, foi possível observar que os alunos de uma turma eram mais coesos quanto a empatia, cooperatividade, resiliência, autoconhecimento, pensamento científico, cidadania, resolução de problemas e investigação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho cumpriu o seu propósito de despertar o interesse dos alunos nas aulas de Química, possibilitando a introdução dos conteúdos relacionados à “matéria e energia”, contextualizados através da temática envolvendo a importância da visitação de museus científicos e o conhecimento de equipamentos científicos e sua utilização no cotidiano da sociedade.

A metodologia escolhida permitiu uma relação com o cotidiano do aluno, aliando o lúdico e a experimentação, permitindo o processo de ensino-aprendizagem dos alunos em cada etapa da pesquisa.

A proposta deste trabalho era realmente não só abordar o conteúdo da disciplina de química referente ao 1º ano do ensino médio, como também contextualizar com a história da ciência e o dia a dia do aluno, permitindo ao aluno sair do analfabetismo científico rumo à construção do seu saber científico.

O uso de metodologias alternativas, Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), em sala de aula permite despertar nos alunos o interesse em participar do processo de ensino-aprendizagem, dando a eles a confiança em mudar o rumo da sua trajetória construindo conhecimentos que serão úteis para toda sua vida. Além disso, propor aos alunos atividades que vão além das aulas tradicionais são um desafio que transforma o fazer pedagógico e à medida que o aluno desenvolve sua criatividade e o seu senso crítico torna-se o protagonista do seu processo de aprendizagem.

Como produto final da dissertação, foi proposta uma sequência didática, contendo as etapas das aulas teóricas, o desafio de projeto de construção de uma balança pelos alunos, as avaliações e a construção, em conjunto com os alunos, de uma balança de PVC, conforme projeto escolhido pelo professor.

A pesquisa teve como principais limitações: falta da observação dos alunos no espaço não formal para que no espaço formal trabalhasse uma discussão entre o conteúdo escola e a vivência neste novo espaço; a não presença de aluno com deficiência intelectual na construção da balança; saber até que ponto a montagem da balança pode trabalhar a inclusão social e saber que habilidades socioemocionais poderiam se destacadas apoiando o tratamento terapêutico de alunos com deficiências intelectuais.

No entanto, o maior problema enfrentado na realização desta pesquisa foi o pouco tempo para realizar o trabalho de experimentação, visto que toda a sociedade se encontrava em um momento atípico, onde tudo era restrito: contato direto com os alunos e o uso de espaço público para fazer os experimentos.

REFERÊNCIAS

- AHLERT, A. O mundo de Comenius: entre conflitos e guerras, uma luz para a prática pedagógica. v. 42, n. 3, p. 70–79, 2002.
- ALMEIDA, M. S. B. Educação Não Formal, Informal E Formal Do Conhecimento Científico Nos Diferentes Espaços De Ensino E Aprendizagem. **Cadernos Pde**, v. 2, p. 18, 2014.
- ALVES FILHO, J. P. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DO MÉTODO À PRÁTICA CONSTRUTIVISTA. p. 134, 2000.
- BARBOSA, M. R. Alexandre Koyré e a Revolução Científica do século XVII: formulação de um novo conceito para a ciência experimental. **Anpuh**, p. 1–14, 2011.
- BARROS, R. L.; ANTÔNIO, É.; PEREIRA, F. APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UM DIAGNÓSTICO SOBRE FATORES SOCIOECONÔMICOS LIGADOS AO AMBIENTE FAMILIAR, Salvador, v3, p. 24-34, dez 2020.
- BERLINER, M. R.; ELLIOT, L. G. Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional: Como avaliar as deficiências educacionais de jovens adultos no Brasil. **Meta: Avaliação**, v. 3, n. 7, p. 61–80, 2011.
- BRASIL. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. p. 141, 2002.
- BUCKINGHAM, W. et al. **O Livro da Filosofia**. Globo ed. SÃO PAULO: 2011
- CANE, P. **Gigantes Da Ciência**. Ouro ed. RIO DE JANEIRO, 1959
- COLOMBY, R. K.; GEMELLI, C. E.; OLTRAMARI, A. P. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Educação Por Escrito**, v. 12, n. 1, p. e40269, 2021.
- CUNHA, E. **Autismo na escola: um jeito diferente de aprender, um jeito diferente de ensinar - ideias e práticas pedagógicas**. Wak Editor ed. Rio de Janeiro: 2020.
- CUNHA, E. **Autismo e inclusão: psicopedagogia prática educativa na escola e na família**. Wak editor ed. Rio de Janeiro: 2022
- DESCARTES, R. **Meditações metafísicas**. Edipro ed. SÃO PAULO, 2016
- DESCARTES, R. **Discurso do método**. L&PM ed. Porto Alegre, 2019
- GARRUTTI, É. A.; SANTOS, S. R. DOS. A interdisciplinaridade como forma de superar a fragmentação do conhecimento. **Revista de Iniciação Científica da FFC - (Cessada)**, v. 4, n. 2, p. 197, 31 dez. 1969.
- GOMES, M. M. Fatores que facilitam e dificultam a aprendizagem. **Educação Pública**, p. 5, 2018.
- GUIMARÃES, L. P.; CASTRO, D. L. DE. Lavoisier na sala de aula: A abordagem da história da para o ensino da lei de conservação das massas. v20, p. 72, 2019.

- JAEGER, G. DE S. U.-F. P. Prevenção e saúde mental dos adolescentes: fatores de risco frente às dificuldades vivenciadas na Pandemia da COVID-19. v. 2022, p. 1–15, 2022.
- JANEIRO, R. I. O. D. E. Panorama Em Crianças E. v. 1, n. 21, 2019.
- LIBÂNEO, J. C. **Didática**. Cortez ed. SÃO PAULO, 1992
- LILIAN BACICH, J. M. **Metodologia ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórica-prática / Organizadores**. Penso ed. Porto Alegre: 2018
- MARCONDES, D. **Iniciação à história da filosofia: dos pré-socráticos a Wittgenstein**. Zahar. Rio de Janeiro, 2007
- MELLO, L. I. A.; COSTA, L. C. A. **HISTÓRIA MODERNA E CONTEMPORÂNEA**. Scipione ed. SÃO PAULO, 1999
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Cortez ed. SÃO PAULO, 2011
- NERI, J. F. DE B. ANALFABETISMO CIENTÍFICO DENTRO DA ESCOLA. p. 27, 2018.
- NEVES, L. S. DAS; FARIAS, R. F. DE. **História Da Química Um Livro Texto Para a Graduação**. Campinas-SP: Átomo, 2008.
- PERRENOUD, P. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Artmed ed. Porto Alegre: 2002
- PIAGET, J. www.ufrgs.br/psicoeduc/piaget/autobiografia-jean-piaget-parte1/.
- PIAGET, J. <https://www.ufrgs.br/psicoeduc/piaget/autobiografia-jean-piaget-parte2/>.
- PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na Criança**. GUANABARA ed. Rio de Janeiro: 1996.
- RAMOS, J. P. DOS S. Os Meteoros de Descartes: Objeção cartesiana aos comentários meteorológicos dos jesuítas contemplados na Escolástica Tardia. **Modernos e Contemporâneos**, v. 3, n. 7, p. 94–110, 2019.
- ROSA, M. Inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais: desafios e perspectivas. Fortaleza, v2, n.4, p. 1–14, 2021.
- TERÇARIOL, A. A. DE L.; AFECTO, R. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 28, n. 2, p. 835–839, 19 abr. 2022.
- THOM MARKHAM, JOHN LARME, J. R. **Aprendizagem baseada em projeto: guia para professor de ensino fundamental e médio**. Artmed ed. Porto Alegre: 2008.
- TOSI, L. LAVOISIER: UMA REVOLUÇÃO NA QUÍMICA. p. 56, 1988.

VANIN, J. A. **Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro**. Moderna ed. SÃO PAULO: 1994

VIEIRA, V.; BIACONI, M. L.; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 21–23, 2005.